

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 научной работе  
и инновациям, профессор  
М.Г. Барышев  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.2.1 СЕЙСМОМЕТРИЯ

Направление подготовки 05.06.01 «Науки о земле»

Направленность 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поиска  
полезных ископаемых»

Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-  
исследователь

Форма обучения: очная

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Сейсмометрия» составлена на основе ФГОС высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №870 от 30 июля 2014 г.

**Рецензенты:**

Коноплев Ю.В., д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «Нефтегазовая производственная экспедиция»  
Кострыгин Ю.П., д.т.н., генеральный директор ООО «Новоросморгео»

**Автор (составитель):**

Гуленко В.И., д.т.н., профессор и.о. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки КубГУ



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

« 22 » 05 2019 г.

протокол № 10

И.О. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки, д.т.н., профессор Гуленко В.И.

Заведующая отделом аспирантуры и докторантуры



Строганова Е.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
1.1. Цели изучения дисциплины .....	5
1.2. Задачи изучения дисциплины .....	5
1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	5
1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	6
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ ...	8
2.2. Структура дисциплины .....	9
2.3. Содержание разделов дисциплины .....	10
2.3.1. Занятия лекционного типа .....	10
2.3.2. Занятия семинарского типа .....	13
2.3.3. Лабораторные занятия .....	14
2.3.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	14
2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	14
3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	15
4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	16
4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации .....	16
4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	20
5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	22
5.1. Основная литература .....	22
5.2. Дополнительная литература .....	22
5.3. Периодические издания .....	23
6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ “ИНТЕРНЕТ”, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	24
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	24

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	25
8.1. Перечень информационных технологий .....	26
8.2. Перечень необходимого программного обеспечения .....	26
8.3. Перечень необходимых информационных справочных систем .....	27
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	28
РЕЦЕНЗИЯ .....	29
РЕЦЕНЗИЯ .....	30

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цель изучения дисциплины

Цели изучения дисциплины «Сейсмометрия» – получение фундаментальных знаний по теории аналоговой и цифровой регистрации геофизических сигналов, изучение структуры и основных характеристик современных цифровых линейных и телеметрических систем, применяемых для регистрации и автоматической обработки геофизических данных, а также получение практических навыков работы на современных цифровых сейсмостанциях «Телсс-403» и «Лакколит 24-М2».

## 1.2. Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины «Сейсмометрия» заключаются:

- в изучении информационной структуры геофизических сигналов различных видов;
- в изучении теории аналоговой и цифровой регистрации геофизических сигналов;
- в освоении приемов работы на современных цифровых компьютеризированных сейсмостанциях «Телсс-403» и «Лакколит 24-М2»;
- в изучении структуры и основных характеристик современных цифровых линейных и телеметрических сейсморегистрирующих и обрабатывающих комплексов.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, являются:

- Земля и ее основные геосферы – литосфера, гидросфера, атмосфера, биосфера, их состав, строение, эволюция и свойства;
- геофизические поля, месторождения твердых и жидких полезных ископаемых;
- природные, природно-хозяйственные, антропогенные, производственные, рекреационные, социальные, территориальные системы и структуры на глобальном, национальном, региональном, локальном уровнях, их исследование, мониторинг состояния и прогнозы развития;
- поиски, изучение и эксплуатация месторождений полезных ископаемых;
- природопользование;
- геоинформационные системы;
- территориальное планирование, проектирование и прогнозирование;
- экологическая экспертиза всех форм хозяйственной деятельности;
- образование и просвещение населения.

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

Дисциплина «Сейсмометрия» введена в учебные планы подготовки аспирантов по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле», согласно ФГОС ВО, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от №870 от 30 июля 2014 г., относится к блоку Б1, вариативная часть (Б1.В), дисциплина по выбору (Б1.В.ДВ). Индекс дисциплины согласно ФГОС – Б1.В.ДВ.2.1, читается третьем курсе аспирантуры.

Дисциплина предусмотрена основной образовательной программой (ООП) КубГУ в объёме 3 зачетных единиц (108 часов, контактная работа – 18 часов, самостоятельная работа – 90 часов, итоговый контроль – зачет).

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

В результате изучения дисциплины «Сейсмометрия» формируются общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции обучающихся.

Процесс изучения данной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

– способностью ставить и решать инновационные задачи, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность геофизических исследований с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности (ПК-2);

– умением работать с аппаратурой, выполненной на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров для решения практических задач обработки и интерпретации геофизической информации (ПК-4).

Изучение дисциплины «Сейсмометрия» направлено на формирование компетенций, что отражено в таблице 1.

Таблица 1.

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	состав и функции цифрового сейсморазведочного комплекса, принцип работы электронного коммутатора для работ МОГТ, общие принципы построения сейсмических телеметрических систем сбора информации	применять процедуры усиления, фильтрации (ПФ, РФ), АРУ, осуществлять цифровую запись, воспроизводить сейсморазведочную информацию, пользоваться полевыми сейсморазведочными комплексами	навыками мультиплексирования или размещения выборок множества каналов в один канал с временным уплотнением, принципами работ МАРУ, практическими навыками работы на современной цифровой сейсмостанции «Телсс-403»
2	ПК-4	умением работать с аппаратурой, выполненной на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров для решения практических задач обработки и интерпретации геофизической информации	структурную схему аналоговой сейсмостанции; требования, предъявляемые к сейсмическим ИИС, форматы записи сейсмической информации, судовые автоматизированные системы сбора данных «Град», «Марс», «Syntrak 480-24»	работать с аппаратурой, выполненной на базе микропроцессорной техники и персональных компьютеров, работать с цифровой станцией в режиме записи с накоплением, использовать устройства вывода результатов	принципами цифровой регистрация сейсмической информации, решениями практических задач обработки и интерпретации геофизической информации, системами обработки сейсмической информации
3	ПК-2	способностью ставить и решать инновационные задачи, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность геофизических исследований с использованием глубоких	информационную структуру сигналов, задаваемых функцией времени, определение количества информации, задачи сейсмометрии, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность	подавлять помехи зеркальных частот, решать инновационные задачи, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих эффективность геофизических исследований, осуществлять предварительную	способами оценки динамического диапазона сейсмической записи, способностью ставить и решать инновационные задачи, связанные с разработкой методов и технических средств, повышающих

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности	геофизических исследований, сейсморегистрирующие системы для морских инженерных изысканий	обработку сейсмической информации	эффективность геофизических исследований, практическими навыками работы на современной цифровой сейсмостанции «Лакколит 24-М2»

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины «Сейсмометрия» составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2.

Вид работы	Трудоёмкость, часов	
	3 курс	всего
<b>Общая трудоёмкость, часов / зач.ед.</b>	<b>108 / 3</b>	<b>108 / 3</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<i>Лекции (Л)</i>	8	8
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	–	–
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	10	10
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	20	20
Проработка учебного (теоретического) материала	35	35
Подготовка к текущему контролю	35	35
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

## 2.2. Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам (темам) дисциплины «Сейсмометрия» представлено в таблице 3.

Таблица 3.

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов		
		контактная работа		СРС
		Л	ЛР	
1	2	3	4	5
1	Виды геофизических сигналов и их информационная структура	1	1	10
2	Сейсмический регистрирующий комплекс как информационно-измерительная система (ИИС)	1	2	12
3	Принципы цифровой регистрации геофизической информации	1	1	10
4	Форматы записи сейсмической информации	1	1	12
5	Структурная схема цифровой сейсмостанции. Характеристики современных цифровых сейсмостанций	1	1	12
6	Особенности морских сейсморегируемых комплексов. Судовые автоматизированные системы сбора данных	1	1	12
7	Принципы построения сейсмических телеметрических систем сбора информации	1	2	12
8	Системы обработки сейсмической информации. Обработывающие центры	1	1	10
<i>Итого:</i>		8	10	90
<i>Всего:</i>		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 «Сейсмометрия» содержит 8 модулей, охватывающих основные разделы (темы).

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 4.

Таблица 4.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Виды геофизических сигналов и их информационная структура	История и современное состояние сейсморазведочного приборостроения. Сейсморазведочный канал и его структура. Сейсморазведочный канал как линейная система. Информационная структура сигналов, задаваемых функцией времени, определение количества информации. Преобразование информации при сейсморазведке. Состав и функции цифрового сейсморазведочного комплекса. Понятие о сейсморегистрирующем канале, его блок-схема и назначение отдельных элементов. Структура технических средств современной сейсморазведки	РГЗ
2	Сейсмический регистрирующий комплекс как информационно-измерительная система (ИИС)	Сейсмический регистрирующий комплекс как информационно-измерительная система (ИИС). Требования, предъявляемые к сейсмическим ИИС. Структурная схема аналоговой сеймостанции. Усиление, фильтрация (ПФ, РФ), АРУ. Аналоговая запись и воспроизведение сейсмограмм	РГЗ
3	Принципы цифровой регистрации геофизической информации	Принципы цифровой регистрация сейсмической информации. Теорема Котельникова. Цифровое преобразование и его погрешности. Квантование по времени. Квантование по уровню. Частота Найквиста. Помехи зеркальных частот и способ их подавления. Преобразователи аналог-код (ПАК). Разрядность, разрешающая способность и динамический диапазон ПАК. Мультиплексирование или размещение выборок множества каналов в один канал с временным уплотнением	РГЗ
4	Форматы цифровой сейсмической информации	Запись цифровой сейсморазведочной информации и ее воспроизведение. Формирование «этикетки». Динамический диапазон записи. Форматы записи сейсмической информации. Мультиплексный формат SEG-B. Демультимплексные форматы SEG-Y и SEG-D	КР
5	Структурная схема цифровой сеймостанции. Характеристики	Структурная схема цифровой сейсморазведочной станции. Электронный коммутатор для работ МОГТ. МАРУ и принцип ее работы. Работа цифровой станции в режиме записи с накоплением. Работа сеймостанции	РГЗ

	современных цифровых сейсмостанций	с коррелятором в режиме регистрации вибросейсмической информации; канал записи свип-сигнала; управление вибратором; структура коррелятора (на примере станции «Прогресс-Л»). Поколения цифровых сейсмостанций. Цифровые сейсмостанции «ССЦ-2» и «ССЦ-3». Станция «ССЦ-4». Цифровые станции «Волжанка» и «Прогресс». Сейсмостанция «Прогресс-96». Компьютеризованные информационно-измерительные комплексы (на примере линейных цифровых сейсмостанций «Интротарин-240» и «Прогресс-Л»). Малоглубинные цифровые сейсморазведочные станции и таймеры. Сейсмостанция «Телс-3». Специализированные малоканальные цифровые станции «Диоген» и «Лакколит-24 М2» для инженерной сейсморазведки. Зарубежные цифровые сейсмостанции «DFS-5» («Texas Instruments Inc.», США), «SN-348» («Sersel», Франция), «ГАС-БАС» («Glob Universal Sciens», США) и др.	
6	Особенности морских сейсморегистрирующих комплексов. Судовые автоматизированные системы сбора данных	Особенности морских сейсморегистрирующих комплексов. Судовые автоматизированные системы сбора данных «Град», «Марс», «Syntrak 480-24». Сейсморегистрирующие системы для морских инженерных изысканий	РГЗ
7	Принципы построения сейсмических телеметрических систем сбора информации	Общие принципы построения сейсмических телеметрических систем сбора информации. Виды телеметрии: проводная, оптоволоконная, локальная и радиотелеметрия. Телеметрические многоканальные сейсмические системы для площадной сейсморазведки 3D (на примере комплексов «SYSTEM-2» (фирмы «INPUT/OUTPUT», США) и «SN-368», «SN-388» (фирмы «Sersel», Франция)	КР
8	Системы обработки сейсмической информации. Обработывающие центры	Системы обработки сейсмической информации. Полевые сейсморазведочные комплексы. Предварительная обработка сейсмической информации. Малые, средние и крупные сейсмические обрабатывающие центры и их аппаратное и программное оснащение. Локальные вычислительные сети их назначение и состав. Устройства оперативного хранения информации. Устройства вывода результатов. Способы визуализации сейсморазведочной информации	РГЗ

Форма текущего контроля – контрольные работы (КР), расчетно-графические задания (РГЗ).

### 2.3.2. Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа по дисциплине «Сейсмометрия» не предусмотрены.

### 2.3.3. Лабораторные занятия

Перечень лабораторных занятий, предусмотренных по дисциплине «Сейсмометрия» приведен в таблице 5.

Таблица 5.

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Виды геофизических сигналов и их информационная структура	Экспериментальное исследование зеркальных помех и методов борьбы с ними	РГЗ-1
2	Сейсмический регистрирующий комплекс как информационно-измерительная система (ИИС)	Оценка динамического диапазона сейсмической записи (по результатам моделирования сейсмограмм с помощью пакетов программ)	РГЗ-2
3	Принципы цифровой регистрации геофизической информации	Изучение цифровой компьютеризированной сейсмостанции «Телсс-3»: изучение режима тестирования системы, задание параметров работы станции	РГЗ-3
4	Форматы записи сейсмической информации	Форматы цифровой сейсмической записи SEG-Y и SEG-D	КР-1
5	Структурная схема цифровой сейсмостанции. Характеристики современных цифровых сейсмостанций	Изучение цифровой компьютеризированной сейсмостанции «Телсс-3»: запись и воспроизведение сейсмограмм	РГЗ-4
6	Особенности морских сейсморегирующих комплексов. Судовые автоматизированные системы сбора данных	Изучение инженерной цифровой компьютеризированной сейсмостанции «Лакколит-24 М2»: настройка станции и подготовка к работе, запись и воспроизведение сейсмограмм	РГЗ-5
7	Принципы построения сейсмических телеметрических систем	Цифровые телеметрические сейсмические регистрирующие системы семейства XZone™	КР-2

	сбора информации		
8	Системы обработки сейсмической информации. Обрабатывающие центры	Изучение оборудования крупного и среднего сейсмических обрабатывающих центров и их аппаратного и программного оснащение	КР-3

Форма текущего контроля – контрольные работы (КР-1 – КР-3), расчетно-графическое задание (РГЗ-1 – РГЗ-5).

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

Курсовые работы (проекты) по дисциплине «Сейсмометрия» не предусмотрены.

### 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 6.

Таблица 6.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	СРС	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Сейсмометрия», утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 14.06.2017 г.

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 аспиранта, повышение уровня его мотивации и ответственности за качество освоения образовательной программы.

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

*1) разработка и использование активных форм лабораторных работ:*

*а) лабораторное занятие с разбором конкретной ситуации;*

*б) бинарное занятие.*

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

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

#### **4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

К формам письменного контроля относится *контрольная работа*.

Перечень контрольных работ приведен ниже.

*Контрольная работа №1.* Форматы цифровой сейсмической записи SEG-Y и SEG-D.

*Контрольная работа №2.* Цифровые телеметрические сейсмические регистрирующие системы семейства XZone™.

*Контрольная работа №3.* Изучение оборудования крупного и среднего сейсмических обрабатывающих центров и их аппаратного и программного оснащение.

### Критерии оценки контрольных работ:

– оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

– оценка «не зачтено» выставляется аспиранту, если он не знает значительной части программного материала, в расчетной части контрольной работы допускает существенные ошибки, затрудняется объяснить расчетную часть, а также неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания или не справляется с ними самостоятельно.

К формам письменного контроля относится *расчетно-графическое задание (РГЗ)*.

Перечень расчетно-графических заданий приведен ниже.

*Расчетно-графическое задание №1.* Экспериментальное исследование зеркальных помех и методов борьбы с ними.

*Расчетно-графическое задание №2.* Оценка динамического диапазона сейсмической записи (по результатам моделирования сейсмограмм с помощью пакетов программ).

*Расчетно-графическое задание №3.* Изучение цифровой компьютеризированной сеймостанции «Телсс-3»: изучение режима тестирования системы, задание параметров работы станции.

*Расчетно-графическое задание №4.* Изучение цифровой компьютеризированной сеймостанции «Телсс-3»: запись и воспроизведение сейсмограмм.

*Расчетно-графическое задание №5.* Изучение инженерной цифровой компьютеризированной сеймостанции «Лакколит-24 М2»: настройка станции и подготовка к работе, запись и воспроизведение сейсмограмм.

Критерии оценки расчетно-графических заданий (РГЗ):

– оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

– оценка «не зачтено» выставляется аспиранту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, затрудняется обосновать возможность ее реализации или представить алгоритм ее реализации, а также неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания или не справляется с ними самостоятельно.

## 4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

К формам контроля относится *зачет*.

*Вопросы для подготовки к зачету:*

1. Помехи зеркальных частот и способ их подавления.
2. Информационная структура сигналов, задаваемых функцией времени, определение количества информации.
3. Преобразование информации при сейсморазведке.
4. Состав и функции цифрового сейсморазведочного комплекса.
5. Понятие о сейсморегистрирующем канале, его блок-схема и назначение отдельных элементов.
6. Структура технических средств современной сейсморазведки.
7. Сейсмический регистрирующий комплекс как информационно-измерительная система (ИИС).
8. Требования, предъявляемые к сейсмическим ИИС.
9. Структурная схема аналоговой сейсмостанции. Усиление, фильтрация (ПФ, РФ), АРУ.
10. Аналоговая запись и воспроизведение сейсмограмм.
11. Принципы цифровой регистрация сейсмической информации.
12. Теорема Котельникова.
13. Цифровое преобразование и его погрешности.
14. Квантование по времени.
15. Квантование по уровню. Частота Найквиста.
16. Преобразователи аналог-код (ПАК).
17. Разрядность, разрешающая способность и динамический диапазон ПАК.
18. Мультиплексирование или размещение выборок множества каналов в один канал с временным уплотнением.
19. Запись цифровой сейсморазведочной информации и ее воспроизведение.
20. Формирование «этикетки».
21. Динамический диапазон записи.
22. Форматы записи сейсмической информации.
23. Мультиплексный формат SEG-B.
24. Демультиплексный формат SEG-Y.
25. Демультиплексный формат SEG-D.
26. Структурная схема цифровой сейсморазведочной станции.
27. Электронный коммутатор для работ МОГТ.
28. МАРУ и принцип ее работы.
29. Работа цифровой станции в режиме записи с накоплением.

30. Работа сейсмостанции с коррелятором в режиме регистрации вибросейсмической информации.
31. Канал записи свип-сигнала (на примере станции «Прогресс-Л»).
32. Управление вибратором (на примере станции «Прогресс-Л»).
33. Структура коррелятора (на примере станции «Прогресс-Л»).
34. Поколения цифровых сейсмостанций. Цифровые сейсмостанции «ССЦ-2» и «ССЦ-3». Станция «ССЦ-4».
35. Цифровая станция «Волжанка».
36. Цифровая станция «Прогресс».
37. Сейсмостанция «Прогресс-96».
38. Цифровая компьютеризированная сейсмостанция «Телс-3».
39. Компьютеризованный информационно-измерительный комплекс (на примере линейной цифровой сейсмостанции «Интромарин-240» фирмы «СИ Технолоджи».
40. Компьютеризованный информационно-измерительный комплекс (на примере линейной цифровой сейсмостанции «ПРОГРЕСС-Л» Саратовского «СКБ сейсмического приборостроения»).
41. Малоглубинные цифровые сейсморазведочные станции и таймеры.
42. Специализированная малоканальная цифровая станция «Диоген» для инженерной сейсморазведки.
43. Специализированная малоканальная цифровая станция «Лакколит-24 М2» для инженерной сейсморазведки.
44. Зарубежная цифровая сейсмостанция «DFS-5» (Texas Instruments Inc., США).
45. Зарубежная цифровая сейсмостанция «SN-348» (Sersel, Франция).
46. Зарубежная цифровая сейсмостанция «ГАС-БАС» (Glob Universal Sciens, США).
47. Особенности морских сейсморегистрирующих комплексов.
48. Судовая автоматизированная система сбора данных «Град».
49. Судовая автоматизированная система сбора данных «Марс».
50. Судовая автоматизированная система сбора данных «SYNTRAK 480-24».
51. Сейсморегистрирующие системы для морских инженерных изысканий.
52. Общие принципы построения сейсмических телеметрических систем сбора информации.
53. Виды телеметрии: проводная, оптоволоконная, локальная и радиотелеметрия.
54. Телеметрические многоканальные сейсмические системы для площадной сейсморазведки 3D (на примере комплексов «SYSTEM-2»

(фирмы «INPUT/OUTPUT», США) и «SN-368», «SN-388» (фирмы «Sersel», Франция).

55. Системы обработки сейсмической информации.

56. Полевые сейсморазведочные комплексы.

57. Предварительная обработка сейсмической информации.

58. Малые, средние и крупные сейсмические обрабатывающие центры и их аппаратное и программное оснащение.

59. Локальные вычислительные сети их назначение и состав.

60. Устройства оперативного хранения информации.

61. Устройства вывода результатов.

62. Способы визуализации сейсморазведочной информации.

Критерии получения аспирантами зачетов:

– оценка «зачтено» ставится, если аспирант 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. Аспирант обнаруживает слабость в развернутом раскрытии профессиональных понятий. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументируются. Ответ носит преимущественно теоретический характер, примеры отсутствуют.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Основная литература**

1. Уаров В.Ф. Сейсмическая разведка: учебное пособие. — М.: Вузовская книга, 2007. — 195 с. (20)

2. Стивет Смит. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников / пер. с англ. А.Ю. Диновича, С.В. Витязева, И.С. Усинского. – М.: Додэка-XXI, 2011. – 720 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/60986/#4>.

3. Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. – М.: Газоил пресс, 2008. – 385 с. – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=70357>.

## 5.2. Дополнительная литература

1. Трофимов Д.М., Евдокименков В.Н., Шуваева М.К. Современные методы и алгоритмы обработки и анализа комплекса космической, геолого-геофизической и геохимической информации для прогноза углеводородного потенциала неизученных участков недр. – М.: Физматлит, 2012. – 319 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469029>.

2. Ягола А.Г., Янфей Ван, Степанова И.Э., Титаренко В.Н. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике: учебное пособие. – 3-е издание. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 218 с. – <https://www.book.ru/book/923069>.

## 5.3. Периодические издания

1. Научно-методический журнал Министерства образования и науки Российской Федерации «Известия высших учебных заведений. Геология и разведка». ISSN 0016-7762.

2. Научный журнал СО РАН «Геология и геофизика». ISSN 0016-7886.

3. Научный журнал РАН «Физика Земли». ISSN 0002-3337.

4. Научный журнал РАН (разделы: Геология. Геофизика. Геохимия) «Доклады Академии наук». ISSN 0869-5652.

5. Научный журнал Национальной академии наук Украины (НАНУ) «Геофизический журнал». ISSN 0203-3100.

6. Научный журнал Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Отечественная геология». ISSN 0869-7175.

7. Научно-технический журнал Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Геология нефти и газа». ISSN 0016-7894.

8. Вестник МГУ. Серия 4: Геология. ISSN 0201-7385.

9. Международный научный журнал научных центров Черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС). Научный журнал Министерства образования и науки Российской Федерации «Экологический вестник». ISSN 1729-5459.

10. Геофизический вестник. Информационный бюллетень ЕАГО.

11. Научно-технический журнал ЕАГО «Геофизика». ISSN 1681-4568.

12. Научно-технический вестник АИС «Каротажник». ISSN 1810-5599.

13. Научный журнал РАН «Геоэкология: Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология». ISSN 0809-7803.

14. Научно-технический журнал «Геология, геофизика, разработка нефтяных месторождений». ISSN 0234-1581.

15. Научно-технический журнал «Нефтепромышленное дело». ISSN 0207-2331.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. <http://moodle.kubsu.ru/> среда модульного динамического обучения КубГУ

2. [www.eearth.ru](http://www.eearth.ru)

3. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

4. [www.geobase.ca](http://www.geobase.ca)

5. [www.krelib.com](http://www.krelib.com)

6. [www.elementy.ru/geo](http://www.elementy.ru/geo)

7. [www.geolib.ru](http://www.geolib.ru)

8. [www.geozvt.ru](http://www.geozvt.ru)

9. [www.geol.msu.ru](http://www.geol.msu.ru)

10. [www.infosait.ru/norma\\_doc/54/54024/index.htm](http://www.infosait.ru/norma_doc/54/54024/index.htm)

11. [www.sopac.ucsd.edu](http://www.sopac.ucsd.edu)

12. [www.wdcb.ru/sep/lithosphere/lithosphere.ru.html](http://www.wdcb.ru/sep/lithosphere/lithosphere.ru.html)

13. [www.scgis.ru/russian/cp1251/uipe-ras/serv02/site\\_205.htm](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/uipe-ras/serv02/site_205.htm)

14. [zeus.wdcb.ru/wdcb/gps/geodat/main.htm](http://zeus.wdcb.ru/wdcb/gps/geodat/main.htm)

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Теоретические знания по основным разделам курса «Сейсмометрия» аспиранты приобретают на лекционных занятиях и лабораторных работах, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

Для углубления и закрепления теоретических знаний аспирантам рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы. Общий объем часов, выделенных для внеаудиторных занятий, составляет 90 часов.

Внеаудиторная работа по дисциплине «Сейсмометрия» заключается в следующем:

- проработка учебников и учебных пособий;
- подготовка к лабораторным занятиям.

Использование такой формы самостоятельной работы расширяет возможности доведения до аспирантов представления о сейсмометрии.

Для закрепления теоретического материала по дисциплине во внеучебное время аспирантам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, возможностями компьютерных классов.

Контроль по дисциплине «Сейсмометрия» осуществляется в виде зачета.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **8.1. Перечень информационных технологий**

Использование электронных презентаций при проведении занятий лекционного типа и лабораторных работ.

### **8.2. Перечень необходимого программного обеспечения**

При освоении курса «Сейсмометрия» используются:

1. 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);

2. лицензионные программы специального назначения: «SeisSee», «SeisView»;

3. авторское программное обеспечение:

№	Программное обеспечение	Авторы	Номер свидетельства о государственной регистрации программ
1	Программный комплекс гомоморфной инверсной свёртки сейсмических волновых полей «НОМОМ»	Борисенко Ю.Д.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2010616069 от 15.09.2010 г.
2	Программный комплекс моделирования сейсмограмм продольных, обменных и поперечных волн в $\tau$ - $p$ области	Борисенко Ю.Д.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2011613300 от 27.04.2011 г.

	“MODTPWAV”		
3	Программа моделирования сейсмических волновых полей “Волна-М”	Гуленко В.И., Гонтаренко И.А.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2009615494 от 02.10.2009 г.
4	Программа вычисления коэффициентов и декрементов поглощения по сейсмическому разрезу “POGLSEC”	Борисенко Ю.Д., Нинарокова Р.Н.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2011610853 от 19.01.2011 г.
5	Программа модифицированного <i>t-p</i> преобразования исходных сейсмических записей “ТАУРВХ”	Борисенко Ю.Д., Нинарокова Р.Н.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2011614179 от 27.05.2011 г.
6	Программа расчета коэффициентов отражения и преломления плоских упругих волна границе раздела двух упругих сред “RT_Wave”	Гуленко В.И.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2010617479 от 12.11.2010 г.
7	Программа моделирования интерференционных характеристик приемных и излучающих систем морской сейсморазведки и интерференционных процессов в слоистых средах “ARRAY”	Гуленко В.И.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2010613128 от 13.05.2010 г.
8	Программа для расчета интерференционных частотных характеристик пачек неупругих слоев “MULTI_10”	Гуленко В.И., Гришко О.А.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2009615197 от 22.09.2009 г.
9	Программа обращения <i>t-p</i> сейсмограммы в параметры модели среды “IMCRYST”	Борисенко Ю.Д., Нинарокова Р.Н.	Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2011610289 от 11.01.2011 г.

### 8.3. Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система издательства «Лань» ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com))
2. Электронная библиотечная система «Университетская Библиотека онлайн» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
3. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» ([www.znanium.com](http://www.znanium.com))
4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU

(<http://www.elibrary.ru>)

5. Science Direct (Elsevir) ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))

6. Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com))

7. Единая интернет-библиотека лекций «Лекториум»  
([www.lektorium.tv](http://www.lektorium.tv))

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
Занятия лекционного типа	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
Лабораторные работы	<p>Аудитория для проведения лабораторных работ, оснащенная компьютерной техникой и презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением.</p> <p>Аудитория для проведения лабораторных работ (учебная лаборатория инженерной геофизики), оснащенная:</p> <p>1) Цифровая инженерная 24-канальная сейсмостанция «Лакколит X-M2».</p> <p>В состав комплекса входят:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– системный блок с комплектом источников питания (аккумуляторы), зарядных устройств, соединительных кабелей;</li><li>– управляющий компьютер – ноутбук LG LM-60 с программным обеспечением;</li><li>– система радиозапуска с источниками питания и зарядными устройствами;</li><li>– 24-канальная сейсмическая коса с шагом между сейсмоприемниками 2 м (база приема 46 м);</li><li>– 25 вертикальных и 25 горизонтальных сейсмоприемников GS-20DX;</li><li>– комплект документации.</li></ul> <p>2) Цифровая телеметрическая сейсмостанция «Телсс-403».</p> <p>В состав комплекса входят:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– модуль с USB или Ethernet / Wi Fi интерфейсом связи с ноутбуком оператора;</li><li>– 2-х или 3-х канальные модули сбора данных;</li><li>– кабельные секции с разъемами на 8 модулей;</li><li>– аккумуляторный блок;</li><li>– комплект кабелей: связь, питание, синхронизация;</li><li>– проводная или беспроводная система синхронизации СБС-1;</li><li>– инструкция по эксплуатации.</li></ul> <p>3) Георадар «Око-2» с программным обеспечением</p>

	<p>«GeoScan-32». В состав комплекса входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приемный блок с комплектом источников питания, зарядных устройств, оптоволоконных и обычных кабелей;</li> <li>– управляющий компьютер – ноутбук LG LM-60 с программным обеспечением;</li> <li>– экранированный антенный блок с частотой 150 МГц;</li> <li>– неэкранированный антенный блок «Тритон»;</li> <li>– датчик перемещения;</li> <li>– пакет программ «RadExPro» для обработки георадарных и сейсмических данных;</li> <li>– комплект документации.</li> </ul> <p>4) Портативная радиостанция «Алан-42».</p> <p>5) Спутниковая система позиционирования GPS посредством GPS – ресивера «Magelan – GPS – 315»</p>
Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для проведения текущего контроля, аудитория для проведения промежуточной аттестации
Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с соответствующим программным обеспечением, с программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета