

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.04.01 ВИБРАЦИОННАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

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 «Вибрационная сейсморазведка» 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:

Гуленко В.И., д-р техн. наук, профессор 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:

Курочкин А.Г., канд. геол.-мин. наук, доцент 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. Цели освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины “Вибрационная сейсморазведка” — получение фундаментальных знаний по физическим основам, аппаратуре, методике и технике вибрационной сейсморазведки, основам компьютерной обработки и интерпретации вибросейсмических данных.

1.2. Задачи изучения дисциплины

В соответствии с поставленной целью в процессе изучения дисциплины “Вибрационная сейсморазведка” решаются следующие задачи:

- изучение принципов, физических и теоретических основ вибрационной сейсморазведки;
- изучение аппаратуры и оборудования, методики и технологии вибрационной сейсморазведки;
- изучение основных методов и программных средств обработки вибросейсмических данных.

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 “Вибрационная сейсморазведка” введена в учебные планы подготовки специалистов (специальность 21.05.03 “Технология геологической разведки” специализация “Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых”) согласно ФГОС ВО блока Б1, вариативная часть (Б1.В), дисциплина по выбору, индекс дисциплины — Б1.В.ДВ.04.01 читается в седьмом семестре.

Дисциплина предусмотрена основной образовательной программой (ООП) КубГУ в объеме 4 зачетных единиц (144 часов, итоговый контроль — экзамен).

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 (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ПК-4. Способен управлять процессом регистрации данных наблюдения геофизического поля при геофизических исследованиях нефтегазовых скважин	
ИПК-4.1. Управление разработкой перспективных планов в области проведения скважинных геофизических исследований.	Знает физические основы вибрационной сейсморазведки
	Умеет применять свои знания при работе с современной вибросейсмической аппаратурой
	Владеет навыками работы по выбору параметров и режимов работы, необходимых для решения конкретных геологических задач
ИПК-4.2. Руководство производственно-технологическим процессом проведения скважинных геофизических исследований.	Знает устройство и принцип работы вибросейсмической аппаратуры
	Умеет использовать оборудование вибрационной сейсморазведки
	Владеет методикой и технологией вибрационной сейсморазведки
ИПК-4.3. Совершенствование производственно-технологического процесса проведения скважинных геофизических исследований.	Знает основы обработки вибросейсмических данных
	Умеет выбирать наиболее эффективные параметры и режимы работы, необходимые для решения конкретных задач
	Владеет навыками интерпретация вибросейсмических данных
ПК-5. Способен разрабатывать технологические процессы геологоразведочных работ и корректировать их в зависимости от поставленных геологических и технологических задач в изменяющихся горно-геологических и технических условиях	
ИПК-5.1. Владеет способностью разрабатывать технологические процессы геологоразведочных работ.	Знает технологию вибрационной сейсморазведки
	Умеет осуществлять настройку и эксплуатацию геофизической техники; применять методы поверки, настройки, калибровки вибросейсмической аппаратуры
	Владеет навыками использования различных методов вибрационной сейсморазведки
ИПК-5.2. Владеет способностью корректировать технологические процессы геологоразведочных работ в зависимости от поставленных геологических и технологических задач в изменяющихся горно-геологических и технических условиях.	Знает принципы поверки, настройки, калибровки вибросейсмической аппаратуры; основные процедуры обработки вибросейсмических данных
	Умеет интерпретировать параметры, использовать режимы работы, необходимые для решения конкретных задач
	Владеет навыками работы по метрологическому обеспечению вибросейсмической аппаратуры: поверке, настройке, калибровке; навыками обработки в различных геолого-технических условиях

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 4 зачетные единицы (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			7 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:		68,3	68,3
Аудиторные занятия (всего):			
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		-	-
практические занятия		34	34
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		3	3
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		37	37
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		37	37
Контроль:			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоёмкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	68,3	68,3
	зач. ед.	4	4

2.2. Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре.

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов		
		всего	аудиторная работа	внеаудиторная работа

			Л	ЛР	ПР	СР
1	2	3	4	5	6	7
1	Физические основы вибрационной сейсморазведки	20	6	—	6	8
2	Аппаратура и оборудование, методика и технология вибрационной сейсморазведки	29	10	—	9	10
3	Методика вибросейсмических наблюдений	28	10	—	9	9
4	Обработка и интерпретация вибросейсмических данных	28	8	—	10	10
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	3				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

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 “Вибрационная сейсморазведка” содержит 4 модуля, охватывающие 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	Физические основы вибрационной сейсморазведки	Основные принципы вибросейсмической разведки. Особенности возбуждения колебаний в режиме упругих деформаций грунта. Оптимальное выделение сложных сигналов. Линейно частотно-модулированные сигналы. Необходимая точность представления вибросейсмических сигналов. Влияние разрядности кодирования вибросейсмических записей на качество коррелограмм. Зависимость интенсивности	КР, УО

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		<p>помех преобразования от разрядности кодирования виброграмм. Предельно допустимая разрядность кодирования виброграмм. Кодоимпульсный способ сейсмической разведки. Основные принципы кодоимпульсного накопления сейсмических колебаний. Спектры импульсных последовательностей. Частотные характеристики накопления и статистический эффект при использовании кодоимпульсного метода в случае применения идеальных кодоимпульсных сигналов.</p>	
2	<p>Аппаратура и оборудование, методика и технология вибрационной сейсморазведки</p>	<p>Вибрационные источники сейсмических сигналов. Принципы работы гидравлических вибраторов. Технические характеристики вибраторов. Транспортные базы вибраторов. Конструктивные особенности гидравлических вибраторов. Основные типы серийных вибросейсмических установок. Динамические характеристики системы вибратор-грунт. Теоретические исследования динамических характеристик колебательной системы вибратор – грунт. Экспериментальные амплитудно-частотные характеристики системы вибратор – грунт. Нелинейные искажения, возникающие в системе вибратор-грунт, графики динамического диапазона корреляционного преобразования вибросейсмических сигналов и возможности использования кратных гармоник для структурных построений. Зависимость амплитудно-частотных характеристик системы вибратор-грунт от технического состояния излучателей. Выбор сигнала обратной связи для фазовой и амплитудной коррекции возбуждаемых вибросейсмических колебаний. Волновые поля, формируемые при поверхностном возбуждении колебаний. Основные особенности волновых полей, формируемых при поверхностном возбуждении колебаний. Особенности волновых полей, регистрируемых при вибросейсмических наблюдениях в условиях Крайнего Севера. Влияние шероховатости грунта на динамику возбуждаемых вибросейсмических колебаний.</p>	<p>КР, УО</p>

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
3	Методика вибросейсмических наблюдений	<p>Методика вибросейсмических наблюдений. Выбор частотного диапазона вибросейсмических развёрток. Группирование вибраторов и сейсмоприёмников. Выбор длительности вибросейсмических развёрток, статистическое накапливание воздействий и способы редактирования виброграмм. Изучение верхней части разреза. Развитие технологий, обеспечивающих существенное повышение производительности и плотности вибросейсмических наблюдений. Сейсмогеологические условия, в которых целесообразен переход на взрывные скважинные излучатели. Способ комбинированных сигналов. Определение параметров комбинированных сигналов, применяемых с целью повышения разрешающей способности вибросейсмического метода. Повышение эффективности вибросейсмической разведки путём использования нелинейных развёрток. Кусочно-линейные развёртки. Применение кусочно-линейных развёрток с целью повышения разрешающей способности. Сравнительный анализ уровня помех корреляционного преобразования для различных типов вибросейсмических сигналов. Адаптивная сейморазведка. Современные возможности смещения минимальных частот вибросейсмических развёрток в область предельно низких частот (способ “свип максимального смещения”). Однополярные импульсные последовательности. Однополярные последовательности ЛИЧ. Сравнительный анализ эффективности кодоимпульсного накапливания при использовании однополярных кодов ЛИЧ и ЛИП. Методические возможности ослабления корреляционного фона при работе с однополярными последовательностями. Оценка влияния амплитудной неидентичности импульсов в развёртках на эффективность кодоимпульсного метода с использованием однополярных кодов.</p>	КР, УО
4	Обработка и интерпретация вибросейсмических данных	Обработка вибросейсмических записей. Восстановление спектра регистрируемых вибросейсмических колебаний путём использования процедур “отбеливания” и	КР, УО

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		“весовой корреляции”. Исследование целесообразности применения цифровых фильтров, обеспечивающих подавление помех корреляционного преобразования в дальней зоне корреляционной функции. Целесообразность использования принципов следящей фильтрации при обработке вибросейсмических записей. Анализ возможностей применения вибросейсмического метода для решения задач, связанных с прогнозированием геологического разреза. Выбор зондирующего сигнала при проведении работ. Влияние неустойчивости амплитудно-частотных характеристик системы вибратор-грунт на достоверность выявления динамических аномалий волнового поля.	

Форма текущего контроля — контрольная работа (КР) и устный опрос (УО), тестирование (Т).

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 занятий семинарского типа по дисциплине “Вибрационная сейсморазведка” приведен в таблице.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Тематика практических работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Физические основы вибрационной сейсморазведки	Вибрационные источники сейсмических сигналов.	КР-1
		Особенности возбуждения колебаний в режиме упругих деформаций грунта	КР-2
		Принципы работы гидравлических вибраторов	КР-3
		Группирование сейсмических вибраторов	КР-4
		Физические основы вибрационной сейсморазведки	УО-1 Т-1
2	Аппаратура и оборудование, методика и	Определение режимов работы вибраторов	КР-5

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Тематика практических работ	Форма текущего контроля
	технология вибрационной сейсморазведки	Выбор частотного диапазона вибросейсмических развёрток	КР-6
		Аппаратура и оборудование, методика и технология вибрационной сейсморазведки	УО-2
3	Методика вибросейсмических наблюдений	Однополярные импульсные последовательности ЛИЧ и ЛИП	КР-7
		Методические возможности ослабления корреляционного фона при работе с однополярными импульсными последовательностями	КР-8
		Методика вибросейсмических наблюдений	УО-3
4	Обработка и интерпретация вибросейсмических данных	Принципы обработки вибрационной сейсморазведки	КР-9
		Выбор длительности вибросейсмических развёрток	КР-10
		Коррелограмма и виброграмма	КР-11
		Интерпретация вибросейсмических данных	КР-12
		Обработка и интерпретация вибросейсмических данных	УО-4 Т-2

Форма текущего контроля — контрольные работы (КР-1 — КР-12), устный опрос (УО-1 — УО-4), вопросы тестового контроля (Т-1 — Т-2).

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

2.3.3. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине “Вибрационная сейсморазведка” 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.

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	СР	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине “Вибрационная сейсморазведка”, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 11.06.2020 г.
2	Написание реферата	Методические рекомендации по написанию рефератов, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 11.06.2020 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 студента, повышение уровня его мотивации и ответственности за качество освоения образовательной программы.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине “Вибрационная сейсморазведка” 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 практических работ:
- а) практическое занятие с разбором конкретной ситуации;
 - б) бинарное занятие.

В процессе проведения лекционных занятий и практических 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 «Вибрационная сейсморазведка».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольных работ, устного опроса, рефератов, вопросов тестового контроля, промежуточной аттестации в форме вопросов к экзамену.

№	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	ИПК-4.1. Управление разработкой перспективных планов в области проведения скважинных геофизических исследований.	Знает физические основы вибрационной сейсморазведки	УО-1	Вопросы на экзамен 1–3
2.		Умеет применять свои знания при работе с современной вибросейсмической аппаратурой	КР-1	Вопросы на экзамен 4-5
3.		Владеет навыками работы по выбору параметров и режимов работы, необходимых для решения конкретных геологических задач	УО-2	Вопросы на экзамен 6-8
4.	ИПК-4.2. Руководство производственно-технологическим процессом проведения	Знает устройство и принцип работы вибросейсмической аппаратуры	КР-2	Вопросы на экзамен 9-11

5.	скважинных геофизических исследований.	Умеет использовать оборудование вибрационной сейсморазведки	КР-3	Вопросы на экзамен 12-15
6.		Владеет методикой и технологией вибрационной сейсморазведки	КР-4	Вопросы на экзамен 16-20
7.	ИПК-4.3. Совершенствование производственно-технологического процесса проведения скважинных геофизических исследований.	Знает основы обработки вибросейсмических данных	УО-3	Вопросы на экзамен 21-25
8.		Умеет выбирать наиболее эффективные параметры и режимы работы, необходимые для решения конкретных задач	КР-5	Вопросы на экзамен 26-29
9.		Владеет навыками интерпретация вибросейсмических данных	КР-6	Вопросы на экзамен 30-33
10.	ИПК-5.1. Владеет способностью разрабатывать технологические процессы геологоразведочных работ.	Знает технологию вибрационной сейсморазведки	КР-7	Вопросы на экзамен 34-38
11.		Умеет осуществлять настройку и эксплуатацию геофизической техники; применять методы поверки, настройки, калибровки вибросейсмической аппаратуры	УО-4 КР-8	Вопросы на экзамен 39-41
12.		Владеет навыками использования различных методов вибрационной сейсморазведки	КР-9	Вопросы на экзамен 42-43
13.	ИПК-5.2. Владеет способностью корректировать технологические процессы геологоразведочных работ в зависимости от поставленных геологических и технологических задач в изменяющихся горно-геологических и	Знает принципы поверки, настройки, калибровки вибросейсмической аппаратуры; основные процедуры обработки вибросейсмических данных	КР-10	Вопросы на экзамен 44-46
14.		Умеет интерпретировать параметры, использовать режимы	КР-11	Вопросы на экзамен 47-50

	технических условиях.	работы, необходимые для решения конкретных задач		
15.		Владеет навыками работы по метрологическому обеспечению вибросейсмической аппаратуры: поверке, настройке, калибровке; навыками обработки в различных геолого-технических условиях	КР-12	Вопросы на экзамен 51-52

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

Перечень контрольных работ приведен ниже.

Контрольная работа №1. Вибрационные источники сейсмических сигналов.

Контрольная работа №2. Особенности возбуждения колебаний в режиме упругих деформаций грунта.

Контрольная работа №3. Принципы работы гидравлических вибраторов.

Контрольная работа №4. Группирование сейсмических вибраторов.

Контрольная работа №5. Определение режимов работы вибраторов.

Контрольная работа №6. Выбор частотного диапазона вибросейсмических развёрток.

Контрольная работа №7. Однополярные импульсные последовательности ЛИЧ и ЛИП.

Контрольная работа №8. Методические возможности ослабления корреляционного фона при работе с однополярными импульсными последовательностями.

Контрольная работа №9. Принципы обработки данных вибрационной сейсморазведки.

Контрольная работа №10. Выбор длительности вибросейсмических развёрток.

Контрольная работа №11. Коррелограмма и виброграмма.

Контрольная работа №12. Интерпретация вибросейсмических данных.

Критерии оценки контрольных работ:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также правильно выполняет расчеты контрольной работы;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, 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.

Устный опрос — наиболее распространенный метод контроля знаний учащихся.

Вопросы для проведения устных опросов приведены ниже.

Вопросы устного опроса №1 по теме “Физические основы вибрационной сейсморазведки”:

1. Вибрационные источники сейсмических сигналов.
2. Принципы работы гидравлических вибраторов.
3. Технические характеристики вибраторов.
4. Конструктивные особенности гидравлических вибраторов.

Основные типы серийных вибросейсмических установок.

5. Влияние разрядности кодирования вибросейсмических записей на качество коррелограмм.

6. Как выбирается шаг дискретизации при цифровой записи сейсмических колебаний?

7. Амплитудно-частотные характеристики колебательной системы вибратор – грунт.

6. Особенности возбуждения колебаний в режиме упругих деформаций грунта.

8. Особенности волновых вибросейсмических полей.

9. Основные особенности волновых полей, формируемых при поверхностном возбуждении колебаний.

Вопросы устного опроса №2 по теме “Аппаратура и оборудование, методика и технология вибрационной сейсморазведки”:

1. Методика вибросейсмических наблюдений.

2. Определение режимов работы гидравлических вибраторов.

3. Выбор частотного диапазона вибросейсмических развѐрток.

4. Группирование вибраторов.

5. Выбор длительности вибросейсмических развѐрток.

6. Использование комбинированных сигналов для ослабления корреляционного фона.

7. Повышение эффективности вибросейсмической разведки путѐм использования нелинейных развѐрток.

8. Адаптивная виброрейсмическая разведка.

Вопросы устного опроса №3 по теме “Методика виброрейсмических наблюдений”:

1. Однополярные импульсные последовательности ЛИЧ и ЛИП.
2. Методические возможности ослабления корреляционного фона при работе с однополярными импульсными последовательностями.
3. Двухполярные кодоимпульсные сигналы.
4. Принципы вибрационной сейсморазведки.
5. Коррелограммы и виброграммы.
6. Группирование вибраторов и сейсмоприёмников
7. Выбор длительности виброрейсмических развёрток.

Вопросы устного опроса №4 по теме “Обработка и интерпретация виброрейсмических данных”:

1. Почему по величине динамического диапазона полезных волн вибрационная сейсморазведка уступает взрывной?
2. Что такое ЛЧМ-сигнал в вибрационной сейсморазведке и почему наряду с ним иногда используют нелинейные свип-сигналы?
3. Особенности регистрации виброрейсмической информации.
4. Принципы обработки вибрационной сейсморазведки.
5. Интерпретация виброрейсмических данных.

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 контроля самостоятельной работы студента относится *реферат*.

Для подготовки реферата студенту предоставляется список тем:

1. Основные принципы виброрейсмической разведки.
2. Особенности возбуждения колебаний в режиме упругих деформаций грунта.
3. Кодоимпульсный способ сейсмической разведки.
4. Вибрационные источники сейсмических сигналов.
5. Принципы работы гидравлических вибраторов.
6. Технические характеристики вибраторов.
7. Транспортные базы вибраторов.
8. Конструктивные особенности гидравлических вибраторов.

9. Основные типы серийных вибросейсмических установок.

10. Основные особенности волновых полей, формируемых при поверхностном возбуждении колебаний.

11. Группирование вибраторов и сейсмоприёмников.

12. Адаптивная сейсморазведка.

Критерии оценки защиты реферата (КСР):

— оценка “зачтено” выставляется при полном раскрытии темы реферата (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 реферата (КСР), несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы, затруднения при ответах на вопросы.

К формам письменного контроля относится тестирование.

Тест №1.

№ п/п	Тестовые задания (к каждому заданию дано несколько вариантов ответов, из которых один и более является правильным. Выберите правильный ответ и обведите его кружком)						
1	<p>В чём преимущество нелинейных степенных развёрток по сравнению с нелинейными логарифмическими развёртками?</p> <ol style="list-style-type: none">1. степенные развёртки позволяют несколько повысить производительность работ;2. обеспечивают уменьшение относительного уровня корреляционного фона;3. снижают нагрузки на вибратор;4. позволяют существенно упростить задание оптимальных параметров возбуждаемых сигналов.						
2	<p>Рассчитать минимальную рабочую частоту для китайского вибратора KZ-23, используя его технические характеристики, приведённые в таблице:</p> <table border="1" data-bbox="545 1682 1182 1917"><thead><tr><th data-bbox="545 1682 762 1872">Толкающее усилие, кН</th><th data-bbox="762 1682 970 1872">Реактивная масса, кг</th><th data-bbox="970 1682 1182 1872">Макс. смещение реактивной массы, мм</th></tr></thead><tbody><tr><td data-bbox="545 1872 762 1917">231,5</td><td data-bbox="762 1872 970 1917">3540</td><td data-bbox="970 1872 1182 1917">50</td></tr></tbody></table> <ol style="list-style-type: none">1. 6 Гц;2. 7,42 Гц;3. 8,14 Гц;	Толкающее усилие, кН	Реактивная масса, кг	Макс. смещение реактивной массы, мм	231,5	3540	50
Толкающее усилие, кН	Реактивная масса, кг	Макс. смещение реактивной массы, мм					
231,5	3540	50					

	4. 5,92 Гц.
3	<p>Причины, приводящие к формированию чётных гармоник в колебательной системе вибратор-грунт:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. не достаточная мощность гидронасоса; 2. нелинейность передаточной характеристики сервоклапана (ПЭГа); 3. отрыв излучающей плиты от грунта; 4. низкое давление в гидропневмоаккумуляторе.
4	<p>Причины, приводящие к формированию нечётных гармоник в колебательной системе вибратор-грунт:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. не достаточная мощность гидронасоса; 2. нелинейность передаточной характеристики сервоклапана (ПЭГа); 3. отрыв излучающей плиты от грунта; 4. низкое давление в гидропневмоаккумуляторе.
5	<p>Минимально возможный интервал времени между началом отработки соседних ПВ вдоль профиля при использовании метода slip-sweep с целью повышения производительности наблюдений:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. минимально возможный интервал равен длительности развёртки; 2. минимально возможный интервал равен длительности коррелограммы; 3. минимально возможный интервал равен времени отработки каждого ПВ; 4. минимально возможный интервал равен половине длительности развёртки.
6	<p>Минимально возможный интервал времени между началом отработки соседних ПВ вдоль профиля при использовании метода flip-flop с целью повышения производительности наблюдений:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. минимально возможный интервал равен длительности развёртки; 2. минимально возможный интервал равен длительности коррелограммы; 3. минимально возможный интервал равен времени отработки каждого ПВ; 4. минимально возможный интервал равен половине длительности развёртки.
7	<p>Нелинейные искажения в системе вибратор грунт возрастают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. при переходе вибратора на болотистый грунт; 2. в условиях пахоты; 3. на бетонной дороге; 4. на грунте средней жёсткости.
8	<p>Нелинейные искажения в системе вибратор грунт возрастают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. на частотах левее резонанса колебательной системы «вибратор-грунт»;

	<ol style="list-style-type: none"> 2. правее резонанса системы «вибратор-грунт»; 3. в области резонанса колебательной системы «вибратор-грунт»; 4. при увеличении длительности развёртки не зависимо от частоты колебаний.
9	<p>Физические причины формирования волн-спутников (псевдократных волн) на коррелограммах:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. не достаточно широкая полоса частотного диапазона развёртки; 2. не достаточная протяжённость скосов; 3. наложение кратных гармоник, формируемых вследствие нелинейных искажений сигнала; 4. пониженная жёсткость грунта.
10	<p>В чём заключалась причина необходимости строгого определения оптимальных параметров частотного диапазона вибросейсмических развёрток путём использования в поле анализаторов спектра на начальной стадии развития вибросейсмического метода:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. повышенные значения коэффициентов нелинейных искажений колебательной системы первых моделей вибраторов; 2. неустойчивость динамических характеристик первых моделей вибраторов; 3. относительно низкие значения динамических усилий на грунт, развиваемых первыми моделями вибраторов; 4. ограниченные возможности систем управления первых моделей вибраторов.
11	<p>Задачи, решаемые способом С. Соркина:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. подавление всех чётных и не чётных гармоник; 2. подавление всех чётных гармоник; 3. подавление всех не чётных гармоник; 4. подавление всех чётных и не чётных гармоник, меньших кратности статистического накапливания.
12	<p>Задачи, решаемые способом А. Рича:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. подавление всех чётных и не чётных гармоник; 2. подавление всех чётных гармоник; 3. подавление всех не чётных гармоник; 4. подавление всех чётных гармоник и не чётных гармоник, меньших кратности статистического накапливания.
13	<p>В чём заключается технология выбора усилия на грунт, развиваемого вибратором, путём использования способа В.В.Циммермана:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. заключается в тестировании коэффициентов нелинейных искажений при различных значениях усилия, развиваемого вибратором; 2. заключается в анализе ненормированных спектров форс-сигнала при различных значениях усилия, развиваемого вибратором;

	<p>3. заключается в тестировании уровня корреляционного фона при различных значениях усилия, развиваемого вибратором;</p> <p>4. заключается в тестировании отношения сигнал/помеха при различных значениях усилия, развиваемого вибратором;</p>
14	<p>В каких условиях усилия, развиваемые вибратором должны быть больше:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. болотистый грунт; 2. грунтовая дорога средней влажности; 3. гравийная дорога; 4. чрезвычайно сухая грунтовая дорога повышенной жёсткости (условия пустыни).
15	<p>Как изменяется динамика возбуждаемых вибросейсмических колебаний при переходе вибратора с суши на лёд (водоём не промёрз до дна):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. колебания становятся более низкочастотными; 2. колебания становятся более высокочастотными; 3. динамика колебаний практически не изменяется; 4. всё зависит от толщины льда.
16	<p>Как изменяется динамика возбуждаемых вибросейсмических колебаний при переходе вибратора с суши на лёд (водоём промёрз до дна):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. колебания становятся более низкочастотными; 2. колебания становятся более высокочастотными; 3. динамика колебаний практически не изменяется; 4. всё зависит от толщины льда.
17	<p>В условиях Крайнего Севера на 20-30% территории вибросейсмические записи в зимний период осложнены вторичными волноводными помехами. С чем связано повышенное мешающее влияние волноводных помех в условиях Крайнего Севера?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. с повышенной влажностью верхней части разреза; 2. с сезонным (зимним) промерзанием верхней части ЗМС; 3. с мощным снежным покровом; 4. наличием значительных торфяных участков.
18	<p>В связи, с чем минимальная рабочая частота вибраторов расположена правее 5-6 Гц?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. из-за значительного увеличения нелинейных искажений колебательной системы вибратор-грунт на частотах левее 5- 6 Гц; 2. в связи с тем, что гармоники, расположенные левее 5-6 Гц, попадают в полосу гашения амплитудно-частотной характеристики системы вибратор – грунт; 3. в связи с тем, что для каждого вибратора существует ограничение амплитуды смещения инерционного груза, при этом амплитуда смещения инерционного груза возрастает с уменьшением частоты; 4. в связи с тем, что в области предельно низких частот снижается

	эффективность системы фазовой коррекции возбуждаемых колебаний.
19	<p>В чём основное преимущество кусочно-линейных развёрток по сравнению с нелинейными логарифмическими и степенными развёртками?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. позволяют повысить динамический диапазон корреляционного преобразования; 2. проще в реализации; 3. позволяют формировать спектр любой заданной формы; 4. позволяют снизить нагрузку на конструкцию вибратора.
20	<p>При температуре ниже $\approx 30^\circ$ коррелограммы завуалированы помехами, формируемыми морозобойными трещинами. Назовите эффективное средство для подавления таких помех:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. редактор шума типа «clipping»; 2. редактор шума типа «diversity stack»; 3. статистическое накапливание; 4. редактор шума типа «zeroing», т.е. «burst edit only».

Тест №2.

№ п/п	Тестовые задания (к каждому заданию дано несколько вариантов ответов, из которых один и более является правильным. Выберите правильный ответ и обведите его кружком)
1	<p>Почему даже при использовании очень высоких значений правой частоты развёртки при работе с ЛЧМ-сигналами продольные колебания, регистрируемые в непосредственной близости от вибратора, остаются относительно низкочастотными?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. вибратор возбуждает колебания с равномерным спектром, однако геологическая среда в верхней части разреза подавляет преимущественно высокочастотные гармоники; 2. при использовании ЛЧМ-сигналов система управления вибратора обеспечивает возбуждение сигнала ускорения с равномерным спектром, однако, регистрация колебаний, как правило, осуществляется датчиками скорости смещения, в электромеханической части которых происходит ослабление высокочастотных гармоник; 3. физико-механические свойства грунта обеспечивают демпфирование высокочастотных гармоник; 4. конструкция вибратора включает достаточно тяжёлую массу инерционного груза, равную 2-4 т, которая придаёт колебательному процессу весьма низкочастотный характер.
2	<p>Укажите спектр нелинейной логарифмической развёртки типа дБ/Гц:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $S_{\text{упр}}(F) \sim e^{(F - F_H) Dk / 64}$ 2. $S_{\text{упр}}(F) \sim e^{(F - F_H) H \lg 10 / 20}$

	<p>3. $S_{\text{упр}}(F) \sim (F - F_H)^{(1/n - 1)}$</p> <p>4. $S_{\text{упр}}(F) = (c/A) \cdot F^{c-1}$</p>
3	<p>Укажите спектр нелинейной степенной развёртки типа «t-power»:</p> <p>1. $S_{\text{упр}}(F) \sim e^{(F - F_H) Dk/ 64}$</p> <p>2. $S_{\text{упр}}(F) \sim e^{(F - F_H) H \lg 10/ 20}$</p> <p>3. $S_{\text{упр}}(F) \sim (F - F_H)^{(1/n - 1)}$</p> <p>4. $S_{\text{упр}}(F) = (c/A) \cdot F^{c-1}$</p>
4	<p>Укажите спектр нелинейной степенной развёртки типа «дБ/окт»:</p> <p>1. $S_{\text{упр}}(F) \sim e^{(F - F_H) Dk/ 64}$</p> <p>2. $S_{\text{упр}}(F) \sim e^{(F - F_H) H \lg 10/ 20}$</p> <p>3. $S_{\text{упр}}(F) \sim (F - F_H)^{(1/n - 1)}$</p> <p>4. $S_{\text{упр}}(F) = (c/A) \cdot F^{c-1}$</p>
5	<p>Какому типу развёртки соответствует приведённое аналитическое выражение сигнала $X[F(t)] = A_{\text{сиг}} \sin 2\pi[F_H t + (F_k - F_H) \cdot t^{n+1}/ T^n \cdot (n+1)]$?</p> <p>1. логарифмической развёртки типа дБ/Гц;</p> <p>2. степенной развёртки типа «дБ/окт»;</p> <p>3. степенной развёртки типа «t-power»;</p> <p>4. обычная логарифмической развёртки.</p>
6	<p>Какая из указанных развёрток отличается наибольшим уровнем корреляционного фона?</p> <p>1. ЛЧМ – развёртка;</p> <p>2. степенная развёртка типа «t-power»;</p> <p>3. логарифмическая развёртка типа дБ/Гц;</p> <p>4. степенная развёртка типа «дБ/окт»;</p>
7	<p>Задачи, стоящие перед адаптивной вибротсейсморазведкой:</p> <p>1. ослабление поверхностных волн;</p> <p>2. компенсация нестабильности амплитудно – частотных характеристик системы вибратор-грунт и геологической среды вдоль профиля;</p> <p>3. коррекция статических поправок по профилю;</p> <p>4. расширение спектра регистрируемых колебаний по профилю.</p>
8	<p>Какой параметр позволяет уменьшить эффективную длительность импульса Клаудера т.е. импульса ФАК?</p> <p>1. длительность развёртки;</p> <p>2. протяжённость скосов сигнала;</p> <p>3. ширина частотного диапазона развёртки;</p> <p>4. максимальная частота развёртки.</p>
9	<p>С чем связана низкая эффективность скосов по ослаблению корреляционного фона в реальных условиях?</p> <p>1. с повышенной энергией низкочастотных поверхностных волн;</p> <p>2. с огибанием зондирующего сигнала в колебательной системе</p>

	<p>«вибратор-грунт» и при прохождении геологической среды;</p> <p>3. с демпфированием импульсов давления, возникающих в гидравлической системе вибратора, гидропневмоаккумулятором;</p> <p>4. уменьшением эффективной ширины спектра возбуждаемого сигнала вследствие огибания его краевых частей.</p>
10	<p>Почему коррелограммы без записи ФАК зондирующего сигнала на одном из вспомогательных каналов считаются браком?</p> <p>1. визуализация ФАК зондирующего сигнала позволяет контролировать работу коррелятора;</p> <p>2. максимум ФАК зондирующего сигнала соответствует нулевому значению временной шкалы на коррелограмме, без знания которого невозможно обрабатывать и интерпретировать запись;</p> <p>3. визуализация ФАК зондирующего сигнала позволяет контролировать работу генератора развёртки, установленного на борту сейсмостанции;</p> <p>4. визуализация ФАК зондирующего сигнала позволяет оценивать фактическую эффективную длительность корреляционных импульсов возбуждаемых сигналов, т.е. разрешающую способность метода.</p>
11	<p>Какова протяжённость ФАК вибросейсмического сигнала?</p> <p>1. равна длительности вибросейсмического сигнала;</p> <p>2. равна $1/\Delta F$, где ΔF – ширина частотного диапазона развёртки;</p> <p>3. равна удвоенной длине вибросейсмического сигнала;</p> <p>4. равна половине длины вибросейсмического сигнала.</p>
12	<p>Какое количество импульсов-помех дополнительно формируется относительно каждого исходного корреляционного импульса на коррелограмме в результате амплитудной модуляции вибросейсмических ЛЧМ-сигналов?</p> <p>1. формируется периодическая последовательность импульсов-помех с шагом $f_m T / \Delta F$, где f_m – частота модуляции, T – длительность развёртки, ΔF – ширина частотного диапазона развёртки, при этом количество импульсов-помех определяется длительностью коррелограммы;</p> <p>2. один импульс слева от исходных корреляционных импульсов при использовании развёрток типа up-sweep;</p> <p>3. один импульс справа от исходных корреляционных импульсов при использовании развёрток типа – down-sweep;</p> <p>4. два импульса, один слева от каждого исходного корреляционного импульса, а другой справа.</p>
13	<p>Какое количество импульсов-помех дополнительно формируется относительно каждого исходного корреляционного импульса на коррелограмме в результате фазовой модуляции вибросейсмических ЛЧМ-сигналов?</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. формируется периодическая последовательность импульсов-помех с шагом $f_m T / \Delta F$, где f_m - частота модуляции, T – длительность развёртки, ΔF – ширина частотного диапазона развёртки, при этом количество импульсов–помех определяется длительностью коррелограммы; 2. один импульс слева от исходных корреляционных импульсов при использовании развёрток типа up-sweep; 3. один импульс справа от исходных корреляционных импульсов при использовании развёрток типа – down-sweep; 4. два импульса, один слева от каждого исходного корреляционного импульса, а другой справа.
14	<p>Французской фирмой Sercel для снижения опасности разрушения зданий и сооружений при проведении вибросейсмических наблюдений был предложен сигнал типа Random. Какой недостаток зондирующего сигнала Random, не позволяющий в большинстве реальных ситуаций его использовать?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. низкая точность фазовой коррекции возбуждаемого сигнала; 2. чрезвычайно высокий уровень помех корреляционного преобразования; 3. сложность задания такого сигнала системой управления; 4. сложно обеспечить формирование идентичных сигналов при статистическом накапливании.
15	<p>При кодоимпульсном накапливании сейсмических колебаний в основном применяются импульсные последовательности ЛИЧ. Чему должна равняться максимальная частота следования таких последовательностей при решении задач нефтегазовой сейсморазведки?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. не более 40 Гц; 2. правой граничной частоте спектра целевых регистрируемых отражений; 3. преобладающей частоте спектра целевых регистрируемых отражений; 4. не менее 50 Гц.
16	<p>Какой способ позволяет при проведении широкоазимутальных наблюдений 3D более чем в 10 раз повысить производительность работ по сравнению со стандартными технологиями вибросейсмических наблюдений?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. способ flip-flop; 2. способ slip-sweep; 3. Independent Simultaneous Sweeping; 4. способ, использующий взаимно-ортогональные сигналы.
17	<p>В настоящее время при проведении вибросейсмических исследований известны попытки применения кратных гармоник возбуждаемого сигнала.</p>

	<p>Гармоники какой максимальной кратности представляется возможным в настоящее время использовать при решении практических задач?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. гармоники второй кратности; 2. гармоники третьей кратности; 3. гармоники четвертой кратности; 4. гармоники пятой кратности.
18	<p>В чём заключается технология, используемая на практике и позволяющая существенно снизить опасность разрушения зданий и сооружений при проведении вибросейсмических наблюдений?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. статистическое накапливание укороченных (≈ 2 с) ЛЧМ-развёрток; 2. непрерывные идентичные последовательности укороченных (≈ 2 с) ЛЧМ-развёрток; 3. непрерывные идентичные последовательности разнополярных укороченных (≈ 2 с) ЛЧМ-развёрток; 4. использование сигналов типа random, предложенных фирмой Sercel.
19	<p>В чём преимущество вибросейсмических ЛЧМ-развёрток типа down-sweep перед ЛЧМ-развёртками типа up-sweep?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. применение вибросейсмических ЛЧМ-развёрток типа down-sweep позволяет уменьшить уровень корреляционного фона; 2. применение вибросейсмических ЛЧМ-развёрток типа down-sweep позволяет заметно компенсировать снижение эффективности вибрационной сейсморазведки, связанное с значительным износом цилиндропоршневой пары возбуждателя вибраций; 3. применение вибросейсмических ЛЧМ-развёрток типа down-sweep позволяет расширить спектр возбуждаемых колебаний; 4. применение вибросейсмических ЛЧМ-развёрток типа down-sweep позволяет уменьшить относительную интенсивность доминирующих поверхностных волн.
20	<p>Почему при кодоимпульсном накапливании колебаний для инженерных изысканиях более предпочтительным является использование последовательностей ЛИЧ по сравнению с последовательностями ЛИП (линейное во времени изменение периода следования импульсов)?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. развёртки ЛИЧ обеспечивают более устойчивую динамику корреляционных импульсов при перемещении по профилю; 2. последовательности ЛИЧ отличаются большим динамическим диапазоном корреляционного преобразования в ближней зоне корреляционной функции, что существенно снижает влияние корреляционного фона, формируемого при инженерных изысканиях доминирующими поверхностными волнами; 3. разработка кодоимпульсного излучателя для возбуждения развёрток ЛИЧ представляется несколько более простой;

4. развёртки ЛИЧ обеспечивают более равномерный спектр корреляционных импульсов.
--

Критерии оценок тестового контроля знаний:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, набравшему 61 — 100 % правильных ответов тестирования;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, набравшему 60 % и менее правильных ответов тестирования.

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

К формам контроля относится экзамен.

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Вывод аналитического выражения спектра вибросейсмического сигнала, соответствующего логарифмической развёртке:

$$F(t) = F_n + (64/D_k) \ln[1 + 16t / (4N - 0,5)].$$

Чем отличается спектр данной развёртки от спектра развёртки типа дБ/Гц?

2. Вывод аналитического выражения вибросейсмического сигнала, соответствующего логарифмической развёртке:

$$F(t) = F_n + (64/D_k) \ln[1 + 16t / (4N - 0,5)].$$

3. Вывод аналитического выражения спектра вибросейсмического сигнала, соответствующего степенной развёртке типа “t-power”:

$$F(t) = F_n + (F_k - F_n) t^n / T^n.$$

В чём преимущества спектра развёртки “t-power” от спектра логарифмических развёрток?

4. Вывод аналитического выражения вибросейсмического сигнала, соответствующего степенной развёртке типа “t-power”:

$$F(t) = F_n + (F_k - F_n) t^n / T^n.$$

5. Вывод аналитического выражения спектра вибросейсмического сигнала, соответствующего степенной развёртке типа (дБ/окт):

$$F(t) = (At + B)^{1/c},$$

где $A = (F_k^c - F_n^c)/T$, $B = F_n^c$, $c = 1 + (R/6)$, R – коэффициент изменения спектральной плотности развёртки в дБ/октава.

6. Технология выбора частотных диапазонов вибросейсмических развёрток на начальном этапе развития вибросейсмического метода и в настоящее время.

7. Почему при работе с высокочастотным вибратором СВ-5/300 В и использовании чрезвычайно высокочастотной ЛЧМ-развёртки 20 — 300 Гц получаемые сейсмограммы характеризуются среднечастотным составом колебаний?

8. С чем на начальной стадии развития метода нелинейных развёрток был связан интерес именно к логарифмическим развёрткам?

9. Современные способы повышения производительности вибросейсмических работ.

10. Понятие нелинейных искажений вибросейсмического сигнала, причины, приводящие к формированию чётных и нечётных гармоник в системе “вибратор-грунт”.

11. Выражение, определяющее коэффициент нелинейных искажений возбуждаемого сигнала при использовании гармонического управляющего сигнала. Факторы, влияющие на значения коэффициентов нелинейных искажений вибросейсмических сигналов.

12. Динамическое группирование вибраторов, использование динамического группирования вибраторов для реализации треугольных групп и площадных групп. Основные отличия характеристик направленности для равномерных и треугольных групп.

13. Физические причины формирования волн-спутников (псевдократных волн) и аналитическое выражение, определяющее временное положение этих волн на коррелограммах.

14. Попытки применения кратных гармоник при возбуждении вибросейсмических сигналов для решения геологических задач.

15. В чём основные преимущества американского вибратора “Renegade”, и недостатки китайского вибратора “KZ-23”?

16. Рассчитать минимальную рабочую частоту для “Renegade” и “KZ-23” и сравнить с данными в таблице.

Тип вибратора	Толкающее усилие, кН	Реактивная масса, кг	Максимальное смещение реактивной массы, мм	Паспортная минимальная частота, Гц
“Renegade”	356	5910	101,6	5
“KZ-23”	231,5	3540	50	6

17. Интеграл Дюамеля и 5 свойств корреляционных импульсов вибросейсмических сигналов.

18. Выражение коррелограммы через операции свёртки. Понятие импульсной реакции геологической среды через импульс Дирака и через обратное Фурье-преобразование.

19. Три способа задания усилия, развиваемого вибратором на грунт.

20. Аналитическое выражение ЛЧМ-сигнала и аналитическое выражение импульса Клаудера.

21. Доказать, что при $\tau=0$ импульс Клаудера принимает максимальные значения. Какой параметр влияет на эффективную длительность импульса Клаудера?

22. Способы С.Соркина и А. Рича.

23. Понятие минимальной рабочей частоты вибратора F_{\min} . С чем связано чрезвычайно важное значение этого параметра?
24. Аналитическое выражение, определяющее F_{\min} , понятие октавности.
25. Корреляционные помехи, формируемые на коррелограммах вследствие амплитудной и фазовой модуляции ЛЧМ-сигналов.
26. Составить систему дифференциальных уравнений динамики для трёх-массовой модели вибратора. Понятие коэффициентов демпфирования и упругости, модуля Юнга и коэффициента Пуассона, и какова их размерность.
27. Как изменяется АЧХ вибратора для плиты в зависимости от массы инерционного груза и площади плиты? Как изменяется АЧХ транспортного средства от площади и массы плиты, а также от массы инерционного груза?
28. Волновые вибросейсмические поля в условиях Крайнего Севера: динамика отражённых волн при установке вибраторов на льду водоёмов; динамика отражений при установке сейсмоприёмников на льду; влияние накатки снега на динамику возбуждаемых колебаний.
29. Аналитическое выражение частотной характеристики группирования.
30. Последовательность процедур при реализации способа “свип максимального смещения”.
31. Понятие и аналитическое выражение функции кода, выражение кодоимпульсного сигнала и кодоимпульсной коррелограммы через свёртку.
32. Вывод аналитического выражения, определяющего функцию кода импульсной последовательности ЛИЧ.
33. Выражение, используемое для расчёта динамического диапазона корреляционного преобразования вибросейсмических. Соотношение уровней корреляционного фона для различных типов вибросейсмических развёрток.
34. Аналитические выражения косинусоидальных, экспоненциальных и трапецеидальных огибающих вибросейсмических сигналов.
35. Физические причины ослабления корреляционного фона при использовании. Причины низкой эффективности скосов в реальных условиях.
36. Задачи и реализация технологии адаптивной вибросейморазведки.
37. Вывод аналитического выражения функции кода кодоимпульсных сигналов ЛИП.
38. Использование комбинированных вибросейсмических сигналов при одновременной обработке двух ПВ с применением ортогональных ЛЧМ-сигналов.

39. Технологии, позволяющие снизить опасность разрушения зданий и сооружений при проведении вибросейсмических наблюдений.

40. Волновые вибросейсмические поля в условиях Крайнего Севера: влияние морозобойных трещин; волноводные помехи; влияние шероховатости грунта.

41. Принцип работы системы управления вибросейсмическими излучателями.

42. Аналитическое выражение и физический смысл импульсных характеристик направленности группирования.

43. Рассмотреть устройство и принцип работы возбудителя вибраций и сервоклапана гидравлического вибратора.

44. Как после корреляционной обработки вибросейсмических записей на коррелограммах выглядят колебания, изначально соответствующие импульсным помехам?

45. Аналитические выражения, определяющие повышение отношения сигнал/помеха для помех типа “белый шум” и импульсных помех, распределённых случайным образом.

46. Аналитические выражения, определяющие повышение отношения сигнал/помеха при вибросейсмических наблюдениях с применением ЛЧМ-сигналов.

47. Закон сжимаемости грунта под действием вертикальных нагрузок для связных и несвязных грунтов. Значения пределов упругости и прочности для грунтов средней жёсткости.

48. По каким причинам при вибросейсмических наблюдениях не возможно строго обеспечить режим упругих деформаций грунта.

49. Особенности группирования вибраторов в горных условиях.

50. Используя альбом импульсных характеристик направленности (рис. 3) рассчитать базу 5-элементной группы вибраторов, если параметры помехи: $V_{п}=600$ м/с, $f_{п}=20$, а импульс помехи необходимо ослабить в 10 раз.

51. С использованием гармонических характеристик направленности, приведённых в альбоме (рис. 9), определить базу 5 – элементной группы вибраторов, если для отражённой волны $V_{min}=8000$ м/с, $f_{max}= 60$ Гц.

52. Используя палетки импульсных характеристик направленности, рассчитать подавление импульса помехи равномерной (рис. 2) и треугольной (рис. 5) группами сейсмоприёмников, если $V_{п}=400$ м/с, $f_{п}=20$ Гц, $N=16$, $B=40$ м.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5»	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший

(отлично)	знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы

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. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. — Тверь: АИС, 2006. — 744 с. (52)

2. Бондарев В.И., Крылатков С.М. Сейсморазведка: Учебник для вузов. — Изд. 2-ое, испр. и допол. в двух томах. — Екатеринбург: УГГУ, 2011. — 402 с. (17)

3. Кострыгин Ю.П. Вибросейсмический и кодоимпульсный методы сейсмической разведки. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2014. — 494 с.

**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 Бондарев В.И., Крылатков С.М. Основы обработки и интерпретации данных сейсморазведки: Учебник для вузов. Часть III. — Екатеринбург: УГГГА, 2001. — 198 с. (15)

2 Кострыгин Ю.П. Сейсморазведка на сложных сигналах. — Тверь: ГЕРС, 2002. — 416 с. (4)

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
3. ЭБС «Book.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «Znaniy.com» 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
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

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 “Вибрационная сейсморазведка” студенты приобретают на лекциях и практических занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

Лекции по курсу “Вибрационная сейсморазведка” 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 37 часов.

Внеаудиторная работа по дисциплине “Вибрационная сейсморазведка” заключается в следующем:

- повторение лекционного материала и проработка учебного (теоретического) материала;
- подготовка к практическим занятиям;
- 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 экзамена.

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 Power Point)

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, 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
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	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)	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 10, пакет Microsoft Office 2016, Abbyy Finereader 9
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. А106)	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)	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional