

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



Г.А. Хагуров

“ 28 ” *май* 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.16 ВИБРАЦИОННАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Направление подготовки	05.03.01 “Геология”
Направленность (профиль)	“Геофизика”
Программа подготовки:	академическая
Форма обучения	очная
Квалификация (степень) выпускника:	бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Вибрационная сейсморазведка» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 05.03.01 «Геология», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №896 от 07.08.2020 г.

Программу составил:

Кострыгин Ю.П., д-р техн. наук, генеральный директор ООО «Новоросморгео»



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

«13» 04 2021 г.

Протокол № 9

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

«29» 04 2021 г.

Протокол № 4

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



Филобок А.А.

Рецензенты:

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

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

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	25
8.1. Перечень информационных технологий	33
8.2. Перечень необходимого программного обеспечения	33
8.3. Перечень необходимых информационных справочных систем	33
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	34
РЕЦЕНЗИЯ	36
РЕЦЕНЗИЯ	37

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения 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 бакалавриата, являются:

- Земля, земная кора, литосфера, горные породы, подземные воды, минералы, кристаллы;
- минеральные ресурсы, природные и техногенные геологические процессы;
- геохимические и геофизические поля, экологические функции литосферы.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина “Вибрационная сейсморазведка” введена в учебные планы подготовки бакалавров по направлению подготовки 05.03.01 “Геология” направленности (профилю) “Геофизика”, согласно ФГОС ВО, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от №954 от 7 августа 2014 г., относится к блоку Б1, вариативная часть, дисциплина по выбору, индекс дисциплины — Б1.В.ДВ.10.01 читается в седьмом семестре.

Предшествующие смежные дисциплины логически и содержательно взаимосвязанные с изучением данной дисциплины: Б1.В.09

“Магниторазведка”, Б1.В.10 “Гравиразведка”, Б1.В.11 “Электроразведка”, Б1.В.12 “Сейсморазведка”, Б1.В.14 “Геофизические исследования скважин”, Б1.Б.12.01 “Геофизика”, Б1.В.01 “Планирование и стадийность геологоразведочных работ”.

Последующие дисциплины, для которой данная дисциплина является предшествующей в соответствии с учебным планом: Б1.В.15 “Комплексирование геофизических методов”, Б1.В.ДВ.06.02 “Скважинная сейсморазведка”.

Дисциплина предусмотрена основной образовательной программой (ООП) КубГУ в объёме 2 зачетные единицы (72 часа, итоговый контроль — зачет).

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

Процесс изучения дисциплины “Вибрационная сейсморазведка” направлен на формирование элементов следующих компетенций:

— готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-4);

— готовность к работе на современных полевых и практических геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-5).

В результате изучения дисциплины “Вибрационная сейсморазведка” студент должен уметь решать задачи, соответствующие специализации.

Изучение дисциплины “Вибрационная сейсморазведка” направлено на формирование у обучающихся профессиональных 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	ПК-4	готовность применять на практике базовые общепрофессиональные знания и навыки полевых геологических, геофизических, геохимических, гидрогеологических, нефтегазовых и эколого-геологических работ при решении производственных задач (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата)	физические основы вибрационной сейсморазведки; устройство и принцип работы вибросейсмической аппаратуры; основы обработки вибросейсмических данных	применять свои знания при работе с современной вибросейсмической аппаратурой; использовать оборудование вибрационной сейсморазведки; выбирать наиболее эффективные параметры и режимы работы, необходимые для решения конкретных задач	навыками работы по выбору параметров и режимов работы, необходимых для решения конкретных геологических задач; методикой и технологией вибрационной сейсморазведки; навыками интерпретация вибросейсмических данных
2	ПК-5	готовность к работе на современных полевых и практических геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата)	технологии вибрационной сейсморазведки; принципы поверки, настройки, калибровки вибросейсмической аппаратуры; основные процедуры обработки вибросейсмических данных	осуществлять настройку и эксплуатацию геофизической техники; применять методы поверки, настройки, калибровки вибросейсмической аппаратуры; интерпретировать параметры, использовать режимы работы, необходимые для решения конкретных задач	навыками использования различных методов вибрационной сейсморазведки; навыками работы по метрологическому обеспечению вибросейсмической аппаратуры: поверке, настройке, калибровке; навыками обработки в различных геолого-технических условиях

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины “Вибрационная сейсморазведка” приведена в таблице 2. Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётные единицы.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Всего часов	Трудоёмкость, часов (в том числе часов в интерактивной форме)
		7 семестр
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	54	54
Занятия лекционного типа	18	18
Лабораторные занятия	—	—
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	36	36
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		
Курсовая работа	—	—
Проработка учебного (теоретического) материала	3	3
Контрольная работа	4	4
Реферат	4	4
Подготовка к текущему контролю	4,8	4,8
Контроль:		
Подготовка к экзамену	—	—
Общая трудоёмкость	час.	72
	в том числе контактная работа	56,2
	зач. ед	2

2.2. Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам (темам) дисциплины “Вибрационная сейсморазведка” приведено в таблице 3.

Таблица 3.

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеаудиторная работа
			Л	ЛР	ПЗ	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	Физические основы вибрационной сейсморазведки	16	4	—	8	4
2	Аппаратура и оборудование, методика и технология вибрационной сейсморазведки	16	4	—	8	4
3	Методика вибросейсмических наблюдений	19	5	—	10	4
4	Обработка и интерпретация вибросейсмических данных	19	5	—	10	4

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 4.

Таблица 4.

№ 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	КР, УО

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		<p>сигналов. Линейно частотно-модулированные сигналы. Необходимая точность представления вибросейсмических сигналов. Влияние разрядности кодирования вибросейсмических записей на качество коррелограмм. Зависимость интенсивности 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</p>	КР, УО

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		наблюдения в условиях Крайнего Севера. Влияние шероховатости грунта на динамику возбуждаемых вибросейсмических колебаний.	
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

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
4	Обработка и интерпретация вибросейсмических данных	Обработка вибросейсмических записей. Восстановление спектра регистрируемых вибросейсмических колебаний путём использования процедур “отбеливания” и “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.	КР, УО

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

2.3.2. Занятия семинарского типа

Перечень занятий семинарского типа по дисциплине “Вибрационная сейсморазведка” приведен в таблице 5.

Таблица 5.

№ 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

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Тематика практических работ	Форма текущего контроля
		Физические основы вибрационной сейсморазведки	УО-1
2	Аппаратура и оборудование, методика и технология вибрационной сейсморазведки	Определение режимов работы вибраторов	КР-5
		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

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

2.3.3. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине “Вибрационная сейсморазведка” не предусмотрены.

2.3.4. 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 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 “Вибрационная сейсморазведка”, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 14.06.2017 г.
2	Реферат	Методические рекомендации по написанию рефератов, 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 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.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, не предусмотрены.

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*, которая является одной из сложных форм проверки; она может применяться для оценки знаний по базовым и вариативным дисциплинам всех циклов. Контрольная работа состоит из небольшого количества средних по трудности задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа.

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

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

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 сейморазведки.

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. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и учащимся, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения учащимися учебного материала.

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

Вопросы для проведения устных опросов приведены ниже.

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

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 развёрток.
4. Группирование вибраторов.
5. Выбор длительности вибросейсмических развёрток.
6. Использование комбинированных сигналов для ослабления корреляционного фона.
7. Повышение эффективности вибросейсмической разведки путём использования нелинейных развёрток.
8. Адаптивная вибросейсмическая разведка.

Вопросы устного опроса №3 по теме “Методика вибросейсмических 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 вибросейсмических развёрток.

Вопросы устного опроса №4 по теме “Обработка и интерпретация вибросейсмических 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 вибросейсмической информации.
4. Принципы обработки вибрационной сейсморазведки.
5. Интерпретация вибросейсмических 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* — форма письменной аналитической работы (КСР), выполняемая на основе преобразования документальной информации, раскрывающая суть изучаемой темы; которую рекомендуется применять при освоении вариативных (профильных) дисциплин профессионального цикла. Как правило, реферат представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной научной теме. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение.

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

Для подготовки реферата (КСР) студенту предоставляется список тем:

1. Основные принципы вибросейсмической 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.

4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

К формам контроля относится *зачет* — это форма промежуточной аттестации студента, определяемая учебным планом подготовки по направлению ВО. Зачет служит формой проверки успешного выполнения студентами практических работ и усвоения учебного материала лекционных занятий.

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.

Вопросы для подготовки к зачету:

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 вибростатических работ.

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

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

12. Динамическое группирование вибростатов, использование динамического группирования вибростатов 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 вибростатических сигналов для решения геологических задач.

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

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

Тип вибростата	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 вибростатических 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 вибростатом 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 вибростата 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 виброрейсмические поля в условиях Крайнего Севера: влияние морозобойных трещин; волноводные помехи; влияние шероховатости грунта.

41. Принцип работы системы управления виброрейсмическими 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 виброрейсмических 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 виброрейсмических 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 виброрейсмических 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: $V_{\text{п}}=600$ м/с, $f_{\text{п}}=20$, 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 $V_{\text{min}}=8000$ м/с, $f_{\text{max}}=60$ Гц.

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

Критерии получения студентами зачетов:

— оценка “зачтено” ставится, если студент строит свой ответ в соответствии с планом. В ответе представлены различные подходы к проблеме. Устанавливает содержательные межпредметные связи. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры, обнаруживает последовательность анализа. Выводы правильны. Речь

грамотна, используется профессиональная лексика. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации.

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

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

5.1. 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”.

5.2. 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)

5.3. Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка: научно-методический журнал министерства образования и науки Российской Федерации. ISSN 0016-7762.
2. Геология и геофизика: научный журнал СО РАН. ISSN 0016-7886.
3. Физика Земли: Научный журнал РАН. ISSN 0002-3337.
4. Доклады Академии наук: Научный журнал РАН (разделы: Геология. Геофизика. Геохимия). ISSN 0869-5652.
5. Геофизический журнал: Научный журнал Национальной академии наук Украины (НАНУ). ISSN 0203-3100.
6. Отечественная геология: Научный журнал Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. ISSN 0869-7175.
7. Геология нефти и газа: Научно-технический журнал Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. ISSN 0016-7894.
8. Вестник МГУ. Серия 4: Геология. ISSN 0201-7385.
9. Экологический вестник: Международный научный журнал научных центров Черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС). Научный журнал Министерства образования и науки Российской Федерации. ISSN 1729-5459.
10. Геофизический вестник. Информационный бюллетень ЕАГО.
11. Геофизика. Научно-технический журнал ЕАГО.
12. Каротажник. Научно-технический вестник АИС.
13. Геоэкология: Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. Научный журнал РАН. ISSN 0809-7803.
14. Геология, геофизика, разработка нефтяных месторождений. Научно-технический журнал. ISSN 0234-1581.
15. Нефтепромысловое дело. Научно-технический журнал. ISSN 0207-2331.

6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ “ИНТЕРНЕТ”, В ТОМ ЧИСЛЕ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

3. www.sciencedirect.com
4. www.geobase.ca
5. www.krelib.com
6. www.elementy.ru/geo
7. www.geolib.ru
8. www.geozvt.ru
9. www.geol.msu.ru
10. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН (www.viniti.ru)
11. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных (www.rusnano.com)
12. Базы данных и аналитические публикации “Университетская информационная система Россия” (www.uisrussia.msu.ru).
13. Мировой Центр данных по физике твердой Земли (www.wdcb.ru).
14. База данных о сильных землетрясениях мира (www.zeus.wdcb.ru/wdcb/sep/hp/seismology.ru).
15. База данных по сильным движениям (SMDB) (www.wdcb.ru).

7. 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 15,8 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 зачета.

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

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

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 практических работ.

8.2. Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения

При освоении курса “Вибрационная сейсморазведка” используются: лицензионные программы общего назначения, такие как 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); лицензионные программы специального назначения: “RadExPro”; программное обеспечение, входящее в состав цифровой инженерной 24-канальной сейсмостанции “Лакколит X-M2”); программное обеспечение, входящее в состав аппаратуры “Цикл-7”.

8.3. Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Электронная библиотечная система издательства “Лань” (www.e.lanbook.com)
2. Электронная библиотечная система “Университетская Библиотека онлайн” (www.biblioclub.ru)
3. Электронная библиотечная система “ZNANIUM.COM”

(www.znanium.com)

4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU
(http://www.elibrary.ru)

5. Science Direct (Elsevir) (www.sciencedirect.com)

6. Scopus (www.scopus.com)

7. Единая интернет-библиотека лекций “Лекториум”
(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 №502 Оборудование: учебная мебель, учебная доска, интерактивная доска с проектором, ноутбук
Занятия семинарского типа	Аудитория для проведения лабораторных работ №Ц02 Оборудование: учебная мебель, учебная доска, плакаты, проектор, ноутбук, сейсморазведочная станция, геофизическая лаборатория
Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для проведения текущего контроля, аудитория для проведения промежуточной аттестации
Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы студентов, 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

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины “ВИБРАЦИОННАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА”

Дисциплина “Вибрационная сейсморазведка” введена в учебные планы подготовки бакалавров по направлению подготовки 05.03.01 “Геология” профиль “Геофизика”. Индекс дисциплины — Б1.В.ДВ.10.01 читается в седьмом семестре.

Программа содержит все необходимые разделы, составлена на высоком научно-методическом уровне и соответствует современным требованиям. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины учитывает все основные современные научные и научно-методические разработки вибрационной сейсморазведки, содержит представительный список основной, дополнительной литературы, а также ссылки на справочно-библиографическую литературу, на периодические издания, а также на важные интернет-ресурсы, использование которых может значительно расширить возможности образовательного процесса.

В программе имеется обширный блок оценочных средств текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, в том числе – для оценки качества подготовки студентов.

Рабочая программа дисциплины “Вибрационная сейсморазведка” рассматривает основные передовые направления научно-технического прогресса в области геологоразведочных работ и рекомендуется к введению в учебный процесс подготовки студентов.

Профессор кафедры геофизических методов
поисков и разведки, КубГУ, д.т.н.



В.И. Гуленко