

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Геофизики



В. Н. Глазнев

29.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02 Спектральный анализ в геофизике

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 05.03.01 Геология
2. Профиль подготовки/специализации: Геофизические методы поисков и разведки минеральных ресурсов
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: геофизики
6. Составители программы: Глазнев Виктор Николаевич, д.ф.-м.н., профессор
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 9 от 29.05.2023 г.
8. Учебный год: 2025 Семестр(ы)/Триместр(ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Спектральный анализ в геофизике» является:

- подготовка бакалавров-геофизиков, владеющих знаниями теоретических основ методов спектральных преобразований, понимающих возможности этих методов и их роль при решении геофизических задач; обладающих умениями и навыками применения методов спектральных преобразований при решении геофизических задач.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование у обучаемых базисных знаний о математических основах спектральных преобразований, ориентированных на задачи геофизической трансформации и интерпретации геофизических полей различной природы;
- получение обучаемыми знаний о методах использования спектральных преобразований в геофизических исследованиях и интерпретации получаемых материалов;
- приобретение обучаемыми практических навыков применения спектральных преобразований в обработке геофизической информации и решении интерпретационных задач геофизики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Блок 1. Вариативная часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплина по выбору.

Требование к входным знаниям: базовые знания, умения и навыки по дисциплинам Математика, Физика, Математическая статистика в геофизике, Методы компьютерной статистики в геофизике, Численные методы в геофизике, Методы компьютерной математики в геофизике, Дифференциальные уравнения в геофизике, Методы математической физики в геофизике.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: Линейные обратные задачи в геофизике, Методы линейной алгебры в геофизике, Теория поля, Сейсморазведка общей глубинной точки, Интерпретация данных магнитометрии, Геологическая интерпретация магнитных аномалий, Интерпретация данных гравиметрии, Геологическая интерпретация гравитационных аномалий, Основы обработки геофизических данных, Методы обработки данных геофизики, Магнитотеллурические методы, Методы структурной электроразведки, Обработка и интерпретация сейсмических данных, Физика Земли.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен выполнять обработку и интерпретацию полученных полевых геофизических данных	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Знать: математические основы спектральных преобразований, ориентированных на задачи обработки геофизических данных. Уметь: использовать методы спектральных преобразований в обработке геофизических данных. Владеть: навыками применения спектральных преобразований в обработке геофизической информации.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час (в соответствии с учебным планом) — 2/72.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен): зачёт.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		5	№ семестра	...
Аудиторные занятия	32	32		
В том числе:	лекции	16	16	
	практические	16	16	
	лабораторные	-	-	
Самостоятельная работа	40	40		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	-	-		
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Преобразование Фурье	Некоторые сведения из теории рядов Фурье. Интегральная формула Фурье. Основные свойства преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Кратные преобразования Фурье. Теоремы о свёртках. Преобразование Фурье для потенциала. Некоторые приложения преобразования Фурье к решению геофизических задач.	Спектральный анализ в геофизике
1.2	Спектр случайного процесса	Понятие случайного процесса. Спектральная плотность случайного процесса. Автокорреляционная функция случайного процесса. Энергетический спектр автокорреляционной функции. Применение энергетического спектра к анализу геофизических полей.	Спектральный анализ в геофизике
1.3	Спектр двумерного поля	Двухмерные изотропные геофизические поля и их спектральное представление. Основные свойства преобразования Ханкеля. Теоремы о свёртках. Связь преобразования Ханкеля с преобразованием Фурье. Применение преобразования Ханкеля к решению геофизических задач.	Спектральный анализ в геофизике
1.4	Сферический спектральный анализ	Разложение по сферическим функциям. Полиномы Лежандра. Рекуррентные соотношения. Свойства полиномов Лежандра. Интегральные формулы для полиномов Лежандра. Примеры применения сферических функций к решению геофизических задач.	Спектральный анализ в геофизике
1.5	Вейвлет спектры	Вейвлет спектры непрерывных функций. Свойства основных вейвлет преобразований. Связь вейвлет спектров со спектрами Фурье. Вейвлет преобразование для потенциала. Примеры приложения вейвлет преобразования к решению геофизических задач.	Спектральный анализ в геофизике
1.6	Z-преобразование и спектральная фильтрация	Z-преобразование и его связь со спектром Фурье. Оценка спектральных составляющих геофизических полей. Линейная фильтрация геофизических полей.	Спектральный анализ в геофизике
2. Практические занятия			
2.1	Преобразование Фурье.	Использование преобразования Фурье. Спектры потенциальных полей. Решение интегрального уравнения.	Спектральный анализ в геофизике
2.2	Спектр случайного процесса	Использование энергетического спектра	Спектральный анализ в геофизике
2.3	Вейвлет спектры	Использование вейвлет-спектра	Спектральный

			анализ в геофизике
3. Лабораторные работы			
3.1			

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практи- ческие	Лабора- торные	Самостоятель- ная работа	Кон- троль	
1	Преобразование Фурье	4	8	-	8	-	20
2	Спектр случайного процесса	3	4	-	8	-	15
3	Спектр двухмерного поля	3	-	-	6	-	9
4	Сферический спектральный анализ	2	2	-	6	-	10
5	Вейвлет спектры	2	2	-	6	-	10
6	Z-преобразование и спек- тральная фильтрация	2	-	-	6	-	8
	Итого:	16	16	-	40	-	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

Обучающимся следует использовать опубликованные методические пособия по курсу «Спектральный анализ в геофизике» из списка литературы и презентационные материалы электронного курса лекций «Спектральный анализ в геофизике» на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2718>.

Вид работы	Методические указания
Подготовка к лекциям, работа с презентационным материалом и составление конспекта	Лекция является важнейшей составляющей учебного процесса, В ходе лекции обучающийся имеет возможность непосредственного, интерактивного контакта с преподавателем. Лектор знакомит обучающегося с новым материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для самостоятельного понимания, систематизирует учебный материал и ориентирует в учебном процессе. В ходе лекционных занятий рекомендуется: а) вести конспектирование учебного материала, обращая при этом внимание на категории и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт исследований; б) желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых, в последующем, делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, почерпнутых из рекомендованной литературы; в) задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений и разрешения противоречивых позиций; г) дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
Лабораторные занятия	Лабораторные занятия допускают различные формы проведения и могут быть направленными на освоение современного оборудования, программных средств обработки данных, проведение экспериментальных исследований и пр. При подготовке к <u>лабораторному занятию</u> необходимо изучить теоретический материал, который будет использоваться в ходе выполнения лабораторной работы. Нужно внимательно прочитать методические указания (описание) к лабораторной работе и продумать план выполнения работы. Непосредственному выполнению лабораторной работы может предшествовать краткий опрос обучающихся преподавателем для оценки их готовности к занятию. При выполнении лабораторной работы, достаточно часто, выполняются следующие операции: а) измерение различных физических параметров; г) анализ, обработка данных и обобщение результатов; д) защита результатов. При защите результатов работы, преподаватель определяет степень понимания обучающимся смысла выполненной лабораторной работы и полученных им результатов.
Консультации	Консультации предполагают повторный разбор учебного материала, который либо слабо усвоен обучающимися, либо не усвоен совсем. Основная цель консультаций – восполнение пробелов в знаниях студентов. К такому виду консультаций относятся

	<p>текущие индивидуальные и групповые консультации по учебному предмету и пред- экзаменационные консультации. На консультациях преподаватель может разъяснять способы и приемы самостоятельной работы с конкретным материалом или при выполнении конкретного задания. К такому виду консультаций будут относиться консультации по курсовым и дипломным работам, консультации в период проведения учебных и производственных практик. Такие консультации могут проводиться и с помощью электронной почты. Для того, чтобы консультация прошла результативно, вопросы нужно готовить заранее.</p>
Подготовка к текущей аттестации	<p>Текущая аттестация – это контроль процесса освоения обучающимися содержания образовательных программ, формирования соответствующих компетенций, первичных профессиональных умений и навыков; оценка результатов самостоятельной деятельности обучающихся. Форма проведения текущей аттестации может быть устной или письменной, а также с использованием современных информационных технологий. Возможны следующие формы текущей аттестации: а) контрольная работа; б) круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты; в) проект; г) реферат; д) доклад, сообщение; ж) собеседование; з) творческое задание; и) тест; к) эссе и др. Текущая аттестация осуществляется с применением фонда оценочных средств (КИМы, комплекты разноуровневых заданий, задачи и т.п.). При подготовке к текущей аттестации необходимо, изучить конспект лекций, соответствующие разделы учебников и учебных пособий, проработать рекомендованную дополнительную литературу. Возможность использования обучающимися при проведении аттестации учебной литературы, справочных пособий и других вспомогательных материалов определяется преподавателем. По решению кафедры, результаты текущей аттестации могут учитываться при промежуточной аттестации обучающихся.</p>
Выполнение тестов	<p>Тестирование является одним из наиболее эффективных методов контроля знаний обучающихся. Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие либо конкретный, краткий, четкий ответ на вопрос, либо несколько вариантов ответа, если в вопросе содержится множественная характеристика явления или факта. Подготовка обучающегося к тестированию предусматривает необходимость: а) проработать информационный материал по дисциплине; б) изучить терминологические аспекты дисциплины, иметь в виду возможное наличие различающихся определений одного и того же понятия в разных учебных источниках; в) если в дидактическом материале содержатся статистические данные, то их необходимо систематизировать, используя схемы и таблицы. Определившись с вариантом ответа на тестовое задание, необходимо выполнить проверку его правильности, мысленно повторив весь ход своего учебного поиска.</p>
Выполнение кейс- задания (ситуационная задача)	<p>Кейс (ситуационная задача) — это строящееся на реальных фактах описание проблемной ситуации, которая требует решения. Решить кейс – это значит исследовать предложенную ситуацию (кейс), собрать и проанализировать информацию, предложить возможные варианты решений и выбрать из них наиболее предпочтительный. Алгоритм решения кейс-задания: а) анализ кейса; б) выдвижение гипотезы; в) выбор оптимального варианта; г) прогнозирование; д) анализ предполагаемых результатов; е) оформление результатов решения кейса и его защита или презентация.</p>
Самостоятельная работа обучающегося	<p>Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Она может выполняться в библиотеке, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также – в домашних условиях. Материал учебной дисциплины, предусмотренный рабочим учебным планом для усвоения обучающимся в процессе самостоятельной работы, выносится на промежуточную аттестацию наряду с учебным материалом, который рассматривался при проведении учебных занятий. Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время может состоять из: а) повторения лекционного материала; б) подготовки к семинарам (практическим занятиям); в) изучения учебной и научной литературы; г) изучения нормативных материалов (в т.ч. в электронных базах данных); д) решения задач, выданных на практических занятиях; ж) подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.; з) подготовки к семинарам устных докладов (сообщений); и) подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя; к) выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом; л) выполнения выпускных квалификационных работ и др.; м) выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями факультета в рамках их консультаций; н) проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах рабочей программы дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.</p>

Подготовка к промежуточной аттестации: экзамен/зачет/зачет с оценкой	<p>Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов обучения, выявление степени усвоения обучающимися системы знаний, умений и навыков, полученных в результате изучения данной дисциплины.</p> <p>Подготовка к экзамену/зачету/зачету с оценкой включает в себя три этапа: а) самостоятельная работа в течение семестра; б) непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету/зачету с оценкой/экзамену по темам курса; в) подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах. В период подготовки, обучающийся повторно обращается к пройденному учебному материалу. Подготовка осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации Интернет-среды. Для получения более полной и разносторонней информации рекомендуется использовать несколько учебников. Обучающийся вправе сам придерживаться любой из представленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе, отличной от мнения преподавателя), но при условии ее достаточной научной аргументации. Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к экзамену, обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем. Экзамен/зачет/зачет с оценкой проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный в рамках дисциплины материал.</p>
--	--

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] / Марчук Г. И. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с. — Книга из коллекции Лань - Математика. — ISBN 978-5-8114-0892-4. — <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=255 >.
2	<u>Соколов, А. Г. Полевая геофизика : учебное пособие / А.Г. Соколов, О.В. Попова, Т.М. Кечина ; Министерство образования и науки Российской Федерации. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 160 с. : схем., ил. — Библиогр. в кн. — http://biblioclub.ru/. — ISBN 978-5-7410-1182-9. — <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330594>.</u>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Бат, Маркус. Спектральный анализ в геофизике / М. Бат ; Пер. с англ. В.Н. Лисина и В.М. Кузнецова; Под ред. О.А. Потапова. — М. : Недра, 1980. — 535 с. : ил.
4	Вычислительная математика и техника в разведочной геофизике. Справочник геофизика. / Под ред. В.И. Дмитриева. — М. : Недра, 1990. — 498 с.
5	Дженкинс, Гвиллим. Спектральный анализ и его приложения. Вып. 1 / Г. Дженкинс, Д. Ваттс ; Пер. с англ. В.Ф. Писаренко; Под ред. А.М. Яглома. — М. : Мир, 1971. — 316 с. : ил.
6	Никитин, Алексей Алексеевич. Теоретические основы обработки геофизической информации : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / А.А. Никитин. — М. : Недра, 1986. — 341,[1] с. : ил., табл.
7	Клаербоут, Джон Ф. Теоретические основы обработки геофизической информации с приложением к разведке нефти / Д.Ф. Клаербоут ; пер. с англ. Ю.В. Тимошина. — М. : Недра, 1981. — 304 с. : ил. — (Международная серия по земным и планетарным наукам)

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
8	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru/
9	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru
10	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/
11	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) http://rucont.ru
12	Электронно-библиотечная система «Юрайт» https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru
13	Электронный курс лекций «Спектральный анализ в геофизике» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2718

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Электронный курс лекций «Спектральный анализ в геофизике» - https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2718

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

№ пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3	СПС "Консультант Плюс" для образования
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах
5	Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ -MathWorks Total Academic Headcount – 25
6	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition

Электронный курс лекций «Спектральный анализ в геофизике» на Образовательном портале ВГУ <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2718>.

Программа реализуется с применением дистанционных технологий.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ пп	№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
1	101п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория гравимагнитных методов	лаборатория	Компьютер Intel Atom, LCD-проектор BENQ MP 515
2	104п	г. Воронеж, Университетская пл.1, корпус 1Б	Лаборатория информационных технологий	лаборатория	Персональный компьютер Core i3-4130 3,4 GH 4GB RAM DDR3-1600 500GB HDD2+2 USB 2.0/2USB 3.0 Intel graphics 4400 VGA/HDMI Mouse+Key Board (15 шт.), TV LG 42"

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Преобразование Фурье	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Практическое задание № 1-3 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
2	Спектр случайного процесса	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Практическое задание № 4 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
3	Вейвлет спектры Спектры скоростей	ПК-3.1	Выполняет обработку наземных и скважинных геофизических данных	Практические задания № 5-6 Контроль освоения материала может осуществляться в дистанционной форме в соответствующем курсе на образовательном портале ВГУ
Промежуточная аттестация, форма контроля – зачёт. Контроль освоения материала может осуществляться в				КИМ

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практические задания:

1. Использование преобразования Фурье.
2. Спектры потенциальных полей.
3. Решение интегрального уравнения.
4. Использование энергетического спектра.
5. Использование вейвлет-спектра.
6. Расчёт спектра сейсмических скоростей.

Описание технологии проведения

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): выполнение лабораторных работ; тестирования. Критерии оценивания приведены ниже.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Контрольно-измерительные материалы текущей аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности в области спектрального анализа в геофизике.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к зачету:

1. Основные свойства рядов Фурье.
2. Полиномы Лежандра.
3. Интегральная формула Фурье.
4. Линейная фильтрация геофизических полей.
5. Основные свойства преобразования Фурье.
6. Свойства полиномов Лежандра.
7. Кратные преобразования Фурье.
8. Интегральные формулы для полиномов Лежандра.
9. Теоремы о свертках для преобразования Фурье.
10. Оценка спектральных составляющих геофизических полей.
11. Преобразование Фурье для потенциала.
12. Сферические функции.
13. Приложения преобразования Фурье к решению геофизических задач.
14. Z-преобразование и его связь со спектром Фурье.
15. Понятие случайного процесса.
16. Некоторые применения полиномов Лежандра и сферических функций к решению геофизических задач.
17. Спектральная плотность случайного процесса.
18. Вейвлет преобразования непрерывных функций.
19. Автокорреляционная функция случайного процесса.
20. Энергетический спектр автокорреляционной функции.
21. Свойства основных вейвлет преобразований.
22. Применение энергетического спектра к анализу геофизических полей.
23. Связь преобразования Уолша с преобразованием Фурье.

24. Двухмерные изотропные геофизические поля и их спектральное представление.
25. Связь вейвлет преобразования с преобразованием Фурье.
26. Основные свойства преобразования Ханкеля.
27. Вейвлет преобразование для потенциала.
28. Теоремы о свертках.
29. Некоторые приложения вейвлет преобразования к решению геофизических задач.
30. Применение преобразования Ханкеля к решению геофизических задач.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности в области спектрального анализа в геофизике.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Критерии оценивания результатов обучения при текущей и промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области спектрального анализа в геофизике.	Повышенный уровень	Отлично (Зачтено)
Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач в области спектрального анализа в геофизике, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.	Базовый уровень	Хорошо (Зачтено)
Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач в области спектрального анализа в геофизике.	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении задач спектрального анализа в геофизике.	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

Фонд оценочных средств сформированности компетенций

ПК-3 Способен выполнять обработку и интерпретацию полученных полевых геофизических данных

1) Закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности, множественный выбор)

ЗАДАНИЕ 1. Какие полевые геофизические методы используют аппарат пространственного спектрального анализа данных при обработке материалов наблюдений?

1. Гравиразведка.
2. Магниторазведка.
3. Электроразведка.
4. Сейсморазведка.
5. Терморазведка.
6. Радиометрия.

Ответы (из группы):

1. **Гравиразведка** – 25 %.
2. **Магниторазведка** – 25 %.
3. **Электроразведка** – 25 %.

4. **Сейсморазведка** – 25 %.
5. Терморазведка – -50 %.
6. Радиометрия – -50 %.

ЗАДАНИЕ 2. Какие методы трансформаций потенциальных геофизических полей усиливают высокочастотную компоненту изучаемого поля?

1. Аналитическое продолжение в нижнее полупространство.
2. Аналитическое продолжение в верхнее полупространство.
3. Вычисление производных.
4. Сглаживание данных.
5. Вычисление локальных аномалий.
6. Осреднение поля.

Варианты выбора ответов (проценты):

1. **Аналитическое продолжение в нижнее полупространство** – 33 %.
2. Аналитическое продолжение в верхнее полупространство – -33 %.
3. **Вычисление производных** – 33 %.
4. Сглаживание данных – -33 %.
5. **Вычисление локальных аномалий** – 33 %.
6. Осреднение поля – -33 %.