

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.10.2023 17:42:35
Уникальный программный ключ:
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"

(МГРИ)

Теория случайных процессов рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Математики**

Учебный план b010304_22_PM22.plx
Направление подготовки 01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144
в том числе:
аудиторные занятия 66,35
самостоятельная работа 41,65
часов на контроль 36

Виды контроля в семестрах:
экзамены 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	15 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Иные виды контактной работы	2,35	2,35	2,35	2,35
В том числе инт.	11	11	11	11
Итого ауд.	66,35	66,35	66,35	66,35
Контактная работа	66,35	66,35	66,35	66,35
Сам. работа	41,65	41,65	41,65	41,65
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целями изучения дисциплины являются:
1.2	- ознакомление студентов с современным математическим аппаратом анализа случайных сигналов;
1.3	- привитие знаний об основных технологиях и методах анализа случайных данных, тестирования и документирования программ;
1.4	- привитие навыков применения интегрированных пакетов для статистической обработки данных, построения и расчета математических моделей, визуализации данных и презентации решений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов
2.1.2	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2.1.3	Математический анализ
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-6: Способен применять знания и навыки управления информацией, в том числе в геологической отрасли и геофизике	
Знать:	
Уровень 1	- теоретические основы представления, обработки, хранения и передачи информации; - этапы получения и обработки данных при проведении геологическо-геофизических работ;
Уровень 2	- основы современных операционных систем и систем управления базами данных, устройство и функционирование современных ИС; - основы обработки геофизической информации, программные комплексы для подготовки к архивированию данных скважинных геофизических исследований, методику и технологию полевых геофизических работ
Уровень 3	*
Уметь:	
Уровень 1	- использовать современную компьютерную технику и программные пакеты для обработки данных;
Уровень 2	- применять пакеты прикладного ПО для обработки данных представленных в цифровом и графическом виде; - использовать программные комплексы для подготовки к архивированию данных скважинных и полевых геофизических исследований, для анализа полевых исследований и проектирования геофизических работ
Уровень 3	*
Владеть:	
Уровень 1	- навыками применения статистического анализа, вейвлет-обработки, Фурье-преобразования, фильтрации данных;
Уровень 2	- навыками организации хранения и передачи информации по компьютерным сетям; - методикой выполнения качественного и количественного анализа наземных геофизических данных
Уровень 3	*

ПК-7: Способен самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	
Знать:	
Уровень 1	- взаимосвязь математики с другими естественно-научными дисциплинами и дисциплинами профессионального цикла;
Уровень 2	- основы смежных дисциплин, знания из которых необходимы для решения задачи исследования; - источники информации, необходимой для профессиональной деятельности, современный отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности, методы и приемы формализации задач
Уровень 3	*
Уметь:	
Уровень 1	- использовать источники для получения необходимых знаний из смежных областей науки и техники для решения поставленной задачи; - самостоятельно находить и применять полученные знания для уточнения и эффективного решения

	прикладных и научно-исследовательских задач;
Уровень 2	- анализировать исходную документацию; - разрабатывать пользовательскую документацию
Уровень 3	*
Владеть:	
Уровень 1	- навыками систематизации знаний и формализации проблемы; - навыками логического и функционального анализа, работы с первоисточниками;
Уровень 2	- приемами документирования собранных данных в соответствии с регламентами организации; - методикой разработки руководства программиста ИС
Уровень 3	*

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Основы современного научного мировоззрения, роль, место и взаимосвязь фундаментальной науки в развитии общества.
3.2	Уметь:
3.2.1	Использовать науку и новые научные результаты в решении задач профессионального характера, следить за развитием новых фундаментальных научных направлений.
3.3	Владеть:
3.3.1	Владеть данными, информацией о развитии современных фундаментальных научных направлений; навыками изучения и освоения новых идей и методов в фундаментальной науке.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Ковариационная теория стационарных случайных процессов						
1.1	Лекция 1. Понятие случайного процесса. Типы случайных процессов: стационарные (в узком и широком смысле), нормальные, эргодические, марковские, с независимыми и ортогональными приращениями, вырожденные, винеровский процесс. Ковариационная функция случайного процесса, ее свойства. Ковариационная функция стационарного процесса. /Лек/	7	2,5			0	
1.2	Лекция 2. Приближение стационарного процесса суммами гармоник со случайными комплексными амплитудами. Спектральная функция и спектральная плотность стационарного процесса. Теорема Бохнера-Хинчина. Спектральное разложение ковариационной функции стационарного процесса с дискретным временем. /Лек/	7	2,5			0	
1.3	Лекция 3. Достаточные условия эргодичности стационарного процесса. Теорема Котельникова-Шеннона, частота Найквиста, связь спектра мощности непрерывного процесса со спектром мощности его дискретизированного процесса, эффект зеркальных частот. /Лек/	7	2,5			0	

1.4	Лекция 4. Непрерывность и дифференцируемость случайного процесса, связь непрерывности и дифференцируемости процесса со свойствами ковариационной функции. Понятие “белого шума” для процессов с дискретным временем. Моделирование гауссовского белого шума с дискретным временем. /Лек/	7	3,5			0	
1.5	Практическая работа /Пр/	7	11			11	
1.6	Самостоятельная работа /Ср/	7	14			0	
Раздел 2. Теория марковских случайных процессов							
2.1	Лекция 5. Интеграл от случайной функции по времени. Стохастический интеграл от детерминированной функции по ортогональной стохастической мере. Спектральное представление стационарного процесса. Стохастический интеграл Ито от случайных функций по ортогональной стохастической мере. Винеровская мера. /Лек/	7	3,5			0	
2.2	Лекция 6. Линейные и нелинейные стохастические дифференциальные уравнения (СДУ). Правило дифференцирования Ито. Эволюция нормального распределения вдоль траекторий линейных СДУ. /Лек/	7	3,5			0	
2.3	Лекция 7. Марковские процессы с непрерывным временем. Интегральное уравнение Чепмена-Колмогорова. Дифференциальные уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова-Феллера (прямое и обратное). Чисто разрывный марковский процесс, управляющие уравнения. Диффузионные процессы, связь со стохастическими дифференциальными уравнениями Ито. Марковские процессы с дискретным временем. Процессы авторегрессии, условие их устойчивости. /Лек/	7	3,5			0	
2.4	Практическая работа /Пр/	7	10,5			0	
2.5	Самостоятельная работа /Ср/	7	14			0	
Раздел 3. Практические методы спектрального и вейвлет-анализа							
3.1	Лекция 7. Дискретное преобразование Фурье, его связь с ортогональной стохастической мерой стационарной случайной последовательности. Периодограмма, ее статистические свойства (среднее и дисперсия). /Лек/	7	3,5			0	
3.2	Лекция 8. Оценка спектральной плотности путем усреднения периодограмм. Эффект влияния удаленных частот, временные окна при спектральном оценивании, смещение спектральных оценок. Фильтрация временных рядов в частотной области. Кросс-спектральный анализ, квадрат модуля функции когерентности. /Лек/	7	3,5			0	

3.3	Лекция 9. Использование авторегрессионных моделей в статистике временных рядов. Система уравнений Юла-Уокера. Рекурсия Дарбина-Левинсона для быстрого обращения теплицевых матриц. Метод Бурга оценки старшего коэффициента авторегрессии. Авто-регрессионные оценки спектра мощности. Спектрально-временной анализ сигналов, ос-новы вейвлет-анализа сигналов. /Лек/	7	3,5			0	
3.4	Практическая работа /Пр/	7	10,5			0	
3.5	Самостоятельная работа /Ср/	7	13,65			0	
3.6	ИВКР /ИВКР/	7	2,35			0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

Перечень вопросов, выносимых на экзамен по дисциплине Б1.В.ДВ.6.1 «Теория случайных процессов»

1. Понятие случайного процесса. Типы случайных процессов: стационарные (в узком и широком смысле), нормальные, эргодические, марковские, с независимыми и ортогональными приращениями, вырожденные, винеровский процесс.
2. Ковариационная функция случайного процесса, ее свойства. Ковариационная функция стационарного процесса.
3. Приближение стационарного процесса суммами гармоник со случайными комплексными амплитудами. Спектральная функция и спектральная плотность стационарного процесса
4. Теорема Бохнера-Хинчина. Спектральное разложение ковариационной функции стационарного процесса с дискретным временем.
5. Достаточные условия эргодичности стационарного процесса. Теорема Котельникова-Шеннона, частота Найквиста, связь спектра мощности непрерывного процесса со спектром мощности его дискретизированного процесса, эффект зеркальных частот.
6. Непрерывность и дифференцируемость случайного процесса, связь непрерывности и дифференцируемости процесса со свойствами ковариационной функции.
7. Понятие “белого шума” для процессов с дискретным временем. Моделирование гауссовского белого шума с дискретным временем.
8. Интеграл от случайной функции по времени. Стохастический интеграл от детерминированной функции по ортогональной стохастической мере. Спектральное представление стационарного процесса.
9. Стохастический интеграл Ито от случайных функций по ортогональной стохастической мере. Винеровская мера.
10. Линейные и нелинейные стохастические дифференциальные уравнения (СДУ). Правило дифференцирования Ито. Эволюция нормального распределения вдоль траекторий линейных СДУ.
11. Марковские процессы с непрерывным временем. Интегральное уравнение Чепмена-Колмогорова. Дифференциальные уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова-Феллера (прямое и обратное).
12. Чисто разрывный марковский процесс, управляющие уравнения. Диффузионные процессы, связь со стохастическими дифференциальными уравнениями Ито.
13. Марковские процессы с дискретным временем. Процессы авторегрессии, условие их устойчивости.
14. Дискретное преобразование Фурье, его связь с ортогональной стохастической мерой стационарной случайной последовательности. Периодограмма, ее статистические свойства (среднее и дисперсия).
15. Оценка спектральной плотности путем усреднения периодограмм. Эффект влияния удаленных частот, временные окна при спектральном оценивании, смещение спектральных оценок.
16. Фильтрация временных рядов в частотной области. Кросс-спектральный анализ, квадрат модуля функции когерентности.
17. Использование авторегрессионных моделей в статистике временных рядов. Система уравнений Юла-Уокера. Рекурсия Дарбина-Левинсона для быстрого обращения теплицевых матриц.
18. Метод Бурга оценки старшего коэффициента авторегрессии. Авторегрессионные оценки спектра мощности. Спектрально-временной анализ сигналов, основы вейвлет-анализа сигналов.

5.2. Темы письменных работ

Не предусмотрены.

5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины "Теория случайных процессов" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся по балльно-рейтинговой системе, примеры заданий для практических и лабораторных занятий, билеты для проведения промежуточной аттестации. Все оценочные средства представлены в Приложении 1.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лекций, практических занятий,

самостоятельной работы и промежуточной аттестации.

Оценочные средства представлены в виде:

- средств текущего контроля: проверочных работ по решению задач, дискуссии по теме;
- средств итогового контроля – промежуточной аттестации: экзамена в 7 семестре.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания:

Методические указания по изучению дисциплины «Теория случайных процессов» представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.