

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**

Кафедра УКТС

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
_____ Д.Е. Андрианов
_____ 25.05.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория случайных процессов

Направление подготовки

12.04.01 Приборостроение

Профиль подготовки

Приборы и системы

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
1	108 / 3	14		14	3,4	0,35	31,75	40,6	Экз.(35,65)
Итого	108 / 3	14		14	3,4	0,35	31,75	40,6	35,65

Муром, 2021 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний по теории случайных процессов, позволяющих использовать методы моделирования и анализа случайных процессов при решении технических задач.

Основными задачами изучения дисциплины является научить студентов определять основные характеристики случайных процессов, разрабатывать и анализировать статистические модели случайных процессов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Базовые дисциплины из бакалавриата: «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика». Базирующиеся дисциплины: «Методы обработки измерительной информации», «Синтез систем в условиях априорной неопределенности», «Моделирование процессов и систем» и другие, а так же написание выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2 Способность проводить исследования новых технических и технологических решений на основе моделирования	ПК-2.1 Осуществляет исследование новых технических и технологических решений на основе моделирования	Знать способы построения и исследования вероятностных моделей реальных процессов и явлений (ПК-2.1) Уметь находить основные характеристики случайных процессов и корреляционные функции (ПК-2.1) Владеть навыками моделирования, описания и анализа случайных процессов (ПК-2.1)	отчет, тест

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные понятия теории случайных процессов.	1	2		8					8	отчет, тестирование
2	Гауссовские случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями.	1	2		4					10	отчет, тестирование
3	Марковские процессы. Цепи Маркова.	1	2							9	отчет, тестирование
4	Линейная теория случайных процессов. Гильбертово пространство с.в. с комплексными значениями.	1	2		2					10	отчет, тестирование
5	Спектральное представление. Линейные преобразования стационарных процессов.	1	2							3	отчет, тестирование
6	Процессы размножения и гибели. Образование очереди в системе массового обслуживания.	1	2								отчет, тестирование
7	Непрерывность реализаций. Условные математические ожидания. Мартингалы. Интегралы Ито.	1	2							0,6	отчет, тестирование
Всего за семестр		108	14		14			3,4	0,35	40,6	Экз.(35,65)
Итого		108	14		14			3,4	0,35	40,6	35,65

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 1

Раздел 1. Основные понятия теории случайных процессов.

Лекция 1.

Основные понятия. Замечания о теории случайных процессов (2 часа).

Раздел 2. Гауссовские случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями.

Лекция 2.

Гауссовские случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями (2 часа).

Раздел 3. Марковские процессы. Цепи Маркова.

Лекция 3.

Марковские процессы. Цепи Маркова. Несколько определений. Время пребывания. Системы уравнений Колмогорова. Стационарные распределения (2 часа).

Раздел 4. Линейная теория случайных процессов. Гильбертово пространство с.в. с комплексными значениями.

Лекция 4.

Линейная теория случайных процессов. Гильбертово пространство случайных величин с комплексными значениями. Дифференцирование и интегрирование в среднем квадратическом. Стохастический интеграл от неслучайной функции (2 часа).

Раздел 5. Спектральное представление. Линейные преобразования стационарных процессов.

Лекция 5.

Спектральное представление. Спектральная функция. Формула Котельникова-шеннона. Линейные преобразования стационарных процессов. Прогноз сингулярного процесса. Случай регулярного процесса. Построение прогностических формул. Оценка спектральной плотности (2 часа).

Раздел 6. Процессы размножения и гибели. Образование очереди в системе массового обслуживания.

Лекция 6.

Процессы размножения и гибели. Основные предположения. Одномерные распределения. Примеры. Линейный рост с иммиграцией. Образование очереди в системе массового обслуживания (2 часа).

Раздел 7. Непрерывность реализаций. Условные математические ожидания. Мартингалы. Интегралы Ито.

Лекция 7.

Непрерывность реализаций. Условные математические ожидания. Мартингалы. Определения. Полнота пространства мартингалов. Стохастический интеграл по мартингалу. Интегралы Ито. Стохастические интегралы Ито. Стохастический дифференциал (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 1

Раздел 1. Основные понятия теории случайных процессов.

Лабораторная 1.

Моделирование и анализ случайных процессов (4 часа).

Лабораторная 2.

Получение оценок характеристик случайного процесса (4 часа).

Раздел 2. Гауссовские случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями.

Лабораторная 3.

Случайные величины (4 часа).

Раздел 4. Линейная теория случайных процессов. Гильбертово пространство с.в. с комплексными значениями.

Лабораторная 4.

Точечные оценки неизвестных параметров распределения (2 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. История случайных процессов.
2. Основные понятия теории случайных процессов.
3. Марковские случайные процессы.
4. Марковские процессы с дискретными состояниями.
5. Марковские цепи.
6. Стационарный режим для цепи Маркова процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем.
7. Марковские процесс гибели и размножения с непрерывным временем.
8. Теория очередей.
9. Гауссовские случайные процессы.
10. Стационарность Гауссова процесса.
11. Стохастические интегралы и стохастические дифференциальные уравнения.
12. Стохастическое интегрирование.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: высшее.

Срок обучения 2г 6м.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
1	108 / 3	4		8	2	0,6	14,6	84,75	Экз.(8,65)
Итого	108 / 3	4		8	2	0,6	14,6	84,75	8,65

4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные понятия теории случайных процессов.	1	2		4					9	отчет, тестирование
2	Гауссовские случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями.	1	2		4					15	отчет, тестирование
3	Марковские процессы. Цепи Маркова.	1								10	отчет, тестирование
4	Линейная теория случайных процессов. Гильбертово пространство с.в. с комплексными значениями.	1								21	отчет, тестирование
5	Спектральное представление. Линейные преобразования стационарных процессов.	1								13	отчет, тестирование
6	Процессы размножения и гибели. Образование очереди в системе	1								9	отчет, тестирование

	массового обслуживания.										
7	Непрерывность реализаций. Условные математические ожидания. Мартингалы. Интегралы Ито.	1							7,75	отчет, тестирование	
Всего за семестр		108	4		8	+		2	0,6	84,75	Экз.(8,65)
Итого		108	4		8			2	0,6	84,75	8,65

4.2.2. Содержание дисциплины

4.2.2.1. Перечень лекций

Семестр 1

Раздел 1. Основные понятия теории случайных процессов.

Лекция 1.

Основные понятия. Замечания о теории случайных процессов (2 часа).

Раздел 2. Гауссовские случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями.

Лекция 2.

Гауссовские случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями (2 часа).

4.2.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 1

Раздел 1. Основные понятия теории случайных процессов.

Лабораторная 1.

Моделирование и анализ случайных процессов (4 часа).

Раздел 2. Гауссовские случайные процессы. Процессы с независимыми приращениями.

Лабораторная 2.

Получение оценок характеристик случайного процесса (4 часа).

4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. История случайных процессов.
2. Основные понятия теории случайных процессов.
3. Стационарность Гауссова процесса.
4. Стохастические интегралы и стохастические дифференциальные уравнения.
5. Стохастическое интегрирование.
6. Марковские процессы.
7. Цепи Маркова.
8. Системы уравнений Колмогорова. Стационарные распределения.
9. Линейная теория случайных процессов.
10. Гильбертово пространство случайных величин с комплексными значениями.
11. Дифференцирование и интегрирование в среднем квадратическом.
12. Стохастический интеграл от неслучайной функции.
13. Спектральное представление.
14. Формула Котельникова-шеннона.
15. Линейные преобразования стационарных процессов.
16. Процессы размножения и гибели.
17. Одномерные распределения. Линейный рост с иммиграцией.
18. Образование очереди в системе массового обслуживания.

19. Непрерывность реализаций.

20. Условные математические ожидания. Стохастический интеграл по мартингалу.

21. Интегралы Ито.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. Анализ случайных величин.

4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении лабораторных работ применяется имитационный или симуляционный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация, все шаги решения задачи студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. Затем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Шихеева, В. В. Теория случайных процессов : марковские цепи. Учебное пособие / В. В. Шихеева. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 70 с. - <http://www.iprbookshop.ru/56202.html>

2. Кирьянова, Л. В. Теория случайных процессов : курс лекций / Л. В. Кирьянова, А. Ю. Лемин, Т. А. Мацеевич. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 96 с. - <http://www.iprbookshop.ru/62635.html>

3. Орлов, А. И. Теория принятия решений : учебник / А. И. Орлов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 826 с. — ISBN 978-5-4497-1467-1. - <https://www.iprbookshop.ru/117047.html>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Орлов, А. И. Основы теории принятия решений : учебное пособие / А. И. Орлов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 66 с. — ISBN 978-5-4497-1423-7. - <https://www.iprbookshop.ru/117037.html>

2. Кацман, Ю. Я. Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы : учебник / Ю. Я. Кацман. — Томск : Томский политехнический университет, 2013. — 131 с. - <http://www.iprbookshop.ru/34722.html>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;

- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Портал знаний <http://statistica.ru/branches-maths/obzor-chislennykh-metodov/>

Образовательный математический сайт - <http://www.exponenta.ru>

Математический форум Math Help Planet <http://mathhelpplanet.com/viewforum.php?f=22>

Национальный Открытый Университет "Интуит" <http://www.intuit.ru/>

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional (Программа Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (Order Number: IM126433))

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition (Договор №436 от 11.11.2014 года)

Mathcad Education – University Edition (100 pack) v.15 (Государственный контракт №1, от 10.01.2012 года)

Mathworks Academic new Product в составе: Matlab Simulink signal processing toolbox DSP systems (договор №1 от 10.01.2014г.)

Open Office (Бесплатное ПО)

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru

statistica.ru

exponenta.ru

mathhelpplanet.com

intuit.ru

mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория компьютерных технологий в приборостроении

Компьютер E8400 – 11 шт., Компьютер E5500 – 2 шт.; Коммутатор TRENDnet; Видеопроектор мультимедийный; Экран настенный.

Лаборатория компьютерного моделирования в измерительных системах

ЭВМ Айтек Intel Core i5 2400 - 12 шт.; Лабораторный стенд изучение интерфейсов сопряжения – 12 шт. ; Видеопроектор Acer P1100 EY; Экран настенный ScreenMedia Economy-P.

Лекционная аудитория

Проектор Асер; экран настенный.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в лаборатории. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем

лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
12.04.01 Приборостроение и профилю подготовки *Приборы и системы*
Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры УКТС Романов
Р.В. _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УКТС

протокол № 35 от 21.05.2021 года.

Заведующий кафедрой УКТС _____ *Дорофеев Н.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической
комиссии факультета

протокол № 9 от 25.05.2021 года.

Председатель комиссии ФИТР _____ *Колпаков А.А.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Теория случайных процессов

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

Вопросы для тестирования размещены по ссылке:
<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1596>

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	1 лабораторная работа	20
Рейтинг-контроль 2	1 лабораторные работы	20
Рейтинг-контроль 3	2 лабораторная работа, тестирование	20
Посещение занятий студентом		0
Дополнительные баллы (бонусы)		0
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		0

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Вопросы для тестирования размещены по ссылке:
<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1596>

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Для оценивания сформированных у студента знаний, умений и навыков имеются типовые задания. Все типовые задания разбиты на 3 блока: блок 1 - для оценивания знаний, блок 2 - для оценивания умений, блок 3 - для оценивания навыков (владений). Каждый блок включает вопросы своего уровня сложности и оценивается определенным количеством баллов.

Тест для оценки знаний, умений и навыков студента состоит из 10 вопросов и формируется на основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ в автоматическом режиме (три вопроса из блока 1, три вопроса из блока 2 и четыре вопроса из блока 3). Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется экзаменационная оценка.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более	«Отлично»	Содержание курса освоено	Высокий уровень

80		полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Если в любой момент времени случайный процесс представляет собой дискретную случайную величину (ее значение можно перечислить и выделить два соседних значения), то это процесс с _____ состоянием

Процесс $\xi(t)$ будет дифференцируемым в среднем квадратическом в точке a тогда и только тогда, когда выполнены два условия:

ковариационная функция процесса имеет общий смысл

в этой точке существует производная $m(t)$ в обычном смысле

в этой точке не существует производная $m(t)$

ковариационная функция процесса имеет в этой точке обобщенную вторую производную

Дисперсия случайного процесса с дискретным временем $X(t)$ есть неотрицательная последовательность чисел

детерминированная величина

случайная величина

последовательность функций

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=1596&cat=12411%2C45832&category=35384%2C45832&qbshowtext=0&qbshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0&showhidden=1>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.