

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий
Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий
Кочевский А. А.
» _____ 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Случайные процессы»

по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика
магистерская программа «Математическое моделирование сложных систем»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Случайные процессы» по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика. – 12 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Случайные процессы» составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 года № 13 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированного в Министерстве юстиции Российской Федерации 06 февраля 2018 года за № 49939, учебного плана по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, (магистерская программа «Математическое моделирование сложных систем») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ

канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики Таращанский М. Т.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики

18 апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики _____ Малый В. В.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Декан факультета ~~компьютерных систем и информационных технологий~~ _____ Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий

19 апреля 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Ветрова Н. Н.

© Таращанский М. Т., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – развитие вероятностного мышления, усвоение терминологии и понятий теории случайных функций, освоение основ теории случайных процессов, статистического описания процессов и систем, линейных преобразований случайных функций, их канонических представлений, широко используемых на практике моделей случайных явлений.

Задачи: развитие логического и абстрактного мышления студентов; овладение студентами методами исследования и решения математических задач, развитие умения проводить анализ прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Случайные процессы» входит в блок дисциплин обязательной части учебного плана.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика» и служит основой для освоения дисциплин: «Математическое моделирование сложных систем», «Математические модели социально-экономических систем», «Математические модели природных систем».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Случайные процессы», должны

знать: основы и концепции современной теории случайных процессов, направление развития и применения методов теории случайных функций.

уметь: применять в научной и производственной деятельности знания, полученные по курсу «Случайные процессы», осуществлять сбор, обработку данных статистических экспериментов, проводить интерпретацию полученных результатов исследования, обращаться к информационным системам (Интернет, справочная и другая математическая литература) для пополнения и уточнения математических знаний.

владеть навыками: применения понятийного аппарата и методов функционального анализа для выражения количественных и качественных отношений, математическими методами и алгоритмами в приложениях к техническим наукам.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО):

общепрофессиональных:

ОПК-1 способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики

профессиональных:

ПК-2 способен активно участвовать в построении и исследовании новых математических моделей в естественных науках и определять возможные области их применения

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	252 (7 з.е.)	252 (7 з.е.)	-
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	80	32	-
Лекции	48	16	-
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	32	16	-
Лабораторные работы	-	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	36	36	-
Самостоятельная работа студента (всего)	172	220	-
Форма аттестации	экзамен	экзамен	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Общие свойства случайных процессов.

Цель курса, его роль и задачи, решаемые с помощью теории случайных функций. Основные обозначения случайной функции одной переменной (случайные процессы) и нескольких переменных (случайные поля). Сечения и реализации (траектории). Математическое ожидание. Дисперсия. Корреляционная и нормированная корреляционная функции. Взаимная корреляционная и нормированная взаимная корреляционная функции.

Законы распределения и моменты случайной функции одной переменной. Классификация случайных процессов. Основные свойства n – мерной плотности вероятности. Нормальный процесс. Винеровский процесс. Марковский процесс. Пуассоновский процесс.

Тема 2. Стохастический анализ

Сходимость в среднем порядка r и сходимость в среднеквадратическом. Непрерывность случайного процесса. Дифференцируемость случайного процесса (необходимые и

достаточные условия). Теоремы о математическом ожидании и корреляционной функции производной. Теорема о взаимной корреляционной функции $X(t)$ и $\dot{X}(t)$. Интегрируемость случайного процесса. Теоремы о математическом ожидании, корреляционной и взаимной корреляционной функции интегралов. Эргодические случайные процессы.

- Тема 3. Стационарные процессы
 Основные понятия. Случайные процессы, стационарные в узком и широком смысле. Корреляционная, нормированная корреляционная и взаимная корреляционная функции. Корреляционная и взаимная корреляционная функции для производных и для интегралов стационарных случайных процессов
- Тема 4. Модели случайных процессов.
 Гауссовские случайные процессы и их свойства. Основы теории Марковских процессов. Цепи Маркова с дискретным временем. Классификация состояний. Возвратные и невозвратные состояния. Финальные вероятности. Непрерывные Марковские процессы. Уравнения Колмогорова. Определение вероятности достижения границ.
- Тема 5. Спектральная теория стационарных случайных процессов
 Спектральное разложение стационарного случайного процесса. Случайные процессы с дискретным спектром. Случайные процессы с непрерывным спектром. Спектральная плотность. Формулы Винера-Хинчина. Импульсная дельта-функция Дирака. Стационарный белый шум. Спектральная плотность линейной комбинации стационарного процесса и его производных. Стационарное решение дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами
- Тема 6. Преобразование стационарных случайных процессов линейными системами.
 Корреляционные, спектральные соотношения для линейных систем с одним входом и одним выходом. Функции обычной когерентности. Модели с посторонним шумом. Соотношения для линейной системы со многими входами. Определение характеристик систем по наблюдениям входных и выходных процессов. Примеры применения.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Тема 1.	Общие свойства случайных процессов.	8	2	-
Тема 2.	Стохастический анализ.	8	2	-

Тема 3.	Стационарные процессы.	8	2	-
Тема 4.	Модели случайных процессов.	8	2	-
Тема 5.	Спектральная теория стационарных случайных процессов	8	4	-
Тема 6	Преобразование стационарных случайных процессов линейными системами.	8	4	-
Итого:		48	16	-

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Тема 1.	Общие свойства случайных процессов.	4	2	-
Тема 2.	Стохастический анализ.	4	2	-
Тема 3.	Стационарные процессы.	6	2	-
Тема 4.	Модели случайных процессов.	6	2	-
Тема 5.	Спектральная теория стационарных случайных процессов	6	4	-
Тема 6	Преобразование стационарных случайных процессов линейными системами.	6	4	-
Итого:		32	16	-

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Тема 1.	Общие свойства случайных процессов.	подготовка к контрольной работе; выполнение курсовой работы; подготовка к экзамену	28	36	-
Тема 2.	Стохастический анализ.	подготовка к контрольной работе; выполнение курсовой работы; подготовка к экзамену	28	36	-
Тема 3.	Стационарные процессы.	подготовка к контрольной работе; выполнение курсовой работы; подготовка к экзамену	28	36	-
Тема 4.	Модели случайных процессов.	подготовка к контрольной работе; выполнение курсовой работы; подготовка к экзамену	28	36	-
Тема 5.	Спектральная теория стационарных случайных процессов	подготовка к контрольной работе; выполнение курсовой работы; подготовка к экзамену	30	36	-

Тема 6	Преобразование стационарных случайных процессов линейными системами.	подготовка к контрольной работе; выполнение курсовой работы; подготовка к экзамену	30	38	-
38Итого:			172	220	-

4.7. Курсовые работы/проекты

Примерные темы курсовых работ:

1. Случайные блуждания, броуновское движение, фрактальное броуновское движение (распределения вероятностей разнообразных функционалов, моментов остановки, в частности, моментов выхода на границы).
2. Мартингалы, локальные мартингалы, мартингальные преобразования.
3. Теория и задачи об оптимальных правилах остановки. Связь с задачами Стефана.
4. Марковские модели в теории массового обслуживания. Системы с ограничениями.
5. Предельные вероятности процесса гибели и размножения в стационарном режиме.
6. Преобразование стационарного случайного процесса при его прохождении через линейную динамическую систему.
7. Системы массового обслуживания с отказами.
8. Системы массового обслуживания с ограниченным временем ожидания.
9. Эргодические случайные процессы.
10. Линейные стохастические дифференциальные уравнения.
11. Приоритетные системы массового обслуживания.
12. Системы с многосервисным обслуживанием
13. Системы массового обслуживания с неполным доступом.
14. Модели разорения.
15. Динамика народонаселения.
16. Модели численности популяций.
17. Использование свойства марковости в моделировании временных рядов в экономических исследованиях.
18. Задача выделения сигнала на фоне шума.
19. Курсы ценных бумаг.
20. Задачи прогнозирования случайных процессов.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов,

системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором или преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- фронтальные и индивидуальные опросы;
- контрольные работы;
- защита курсовых работ.

Фонды оценочных средств, включающие типовые индивидуальные задания, контрольные работы, позволяющие оценить результаты текущей и

промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена, включающего теоретические вопросы и практические задания. В случае неполного, спорного или некорректного выполнения задания письменного экзамена, допускается уточняющий устный опрос студента, на основании которого возможна корректировка оценки результатов промежуточной аттестации. Допуск к промежуточной аттестации производится на основании положительных результатов по всем формам текущего контроля.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

Бекарева Н.Д., Случайные процессы. : учеб. пособие / Бекарева Н.Д. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 127 с. - ISBN 978-5-7782-3042-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230422.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Крупин В.Г., Высшая математика. Теория вероятностей, математическая статистика, случайные процессы. Сборник задач с решениями : учебное пособие / Крупин В.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01225-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012253.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа : по подписке.

Маталыцкий М.А., Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы : учеб. пособие / М.А. Маталыцкий, Г.А. Хацкевич - Минск : Выш. шк., 2012. - 720 с. - ISBN 978-985-06-2105-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850621054.html> (дата обращения: 02.09.2022). - Режим доступа

Пожидаев В. Ф. Основы случайных процессов [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Пожидаев, Н. Ю. Щестюк, Н. В. Клипаков ; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун-т им. В. Даля. - Луганск : [Изд-во ВНУ им. В. Даля], 2002. - 112 с.

б) дополнительная литература:

Бендат Д. Прикладной анализ случайных данных [Текст] / Д. Бендат, А. Пирсол ; пер. с англ. В. Е. Привальского, А. И. Кочубинского ; под ред. И. Н. Коваленко. - М. : Мир, 1989. - 540 с.

Математическая статистика и случайные процессы. Практикум [Текст] : учеб. пособие / Л. Д. Вишневский [и др.]. - К. : Вища школа, 1992. - 143 с.

Миллер Б. М. Теория случайных процессов в примерах и задачах [Текст] / Б. М. Миллер, А. Р. Панков ; под ред. А. И. Кибзуна. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 320 с.

Пожидаев В. Ф. Математическая статистика, случайные процессы и теория информации в задачах с решениями [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Пожидаев, А. В. Скринникова. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2006. - 312 с.

Пожидаев В. Ф. Теория вероятностей, математическая статистика, случайные процессы и элементы теории информации [Текст] : учеб. пособие / В. Ф. Пожидаев, А. В. Скринникова ; М-во образования и науки Украины, Восточноукр. нац. ун-и им. В. Даля. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2006. - 406 с.

Прохоров А. В. Задачи по теории вероятностей: Основные понятия. Предельные теоремы. Случайные процессы [Текст] : учеб. пособие / А. В. Прохоров, В. Г. Ушаков, Н. Г. Ушаков. - М. : Наука, 1986. - 328 с.

Розанов Ю. А. Случайные процессы. Краткий курс [Текст] : учеб. пособие / Ю. А. Розанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1979. - 184 с.

Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций [Текст] : учеб. пособие / под ред. А. А. Свешникова. - 2-е изд., доп. - М. : Наука, 1970. - 656 с.

Ширяев А. Н. Вероятность [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Ширяев. - М. : Наука, 1980. - 576 с.

в) методические указания:

Таращанский М. Т. Теория случайных процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов III курса / М. Т. Таращанский, Т. Ю. Балицкая. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2015. - 102 с.

Методические указания. Справочник по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс] / сост. М. Т. Таращанский. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 81 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации – <https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/