

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

2021 г.



Случайные процессы

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой Учебный план	<i>теории вероятностей и математической статистики 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Математические методы в экономике»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>6 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>216</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>88,55</i>
самостоятельная работа	<i>127,45</i>
Вид(ы) контроля в семестрах <i>экзамен/зачет/зачет с оценкой</i>	<i>Семестр 5 – зачет, экзамен</i>

Программу составил:
д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры теории вероятностей
и математической статистики



А.А. Назаров

Рецензент:
д-р физ.-мат. наук, профессор,
и.о. заведующего кафедрой теории вероятностей
и математической статистики



С.П. Моисеева

Рабочая программа дисциплины «Случайные процессы» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат, самостоятельно устанавливаемым федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики

Протокол от 02 июня 2021 г. № 07

И.о. заведующего кафедрой теории вероятностей
и математической статистики,
д-р физ.-мат. наук, профессор



С.П. Моисеева

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

Цель освоения дисциплины

Цель – сформировать у студентов специальную профессиональную культуру и специальное вероятностно-статистическое мышление, необходимое для успешной исследовательской и аналитической работы; обучить студентов закономерностям случайных явлений, вероятностного подхода к построению математических моделей реальных событий и процессов, постановка и решение возникающих математических задач; формальному математическому аппарату теории вероятностей, возможности его использования в процессе дальнейшего обучения; обучить применять методы теории вероятностей для анализа проблем в различных предметных областях.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Случайные процессы» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)», входит в модуль «Математика».

Пререквизиты дисциплины: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения».

Постреквизиты дисциплины: «Математическая статистика», «Теория массового обслуживания».

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Демонстрирует навыки работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математическим дисциплинам.	ОР-1.1 – способен подбирать и обрабатывать информацию относительно выбранной темы исследования; ОР-1.2 – способен правильно цитировать и делать ссылки на используемые источники в письменных работах; ОР-1.3 – способен создать и отредактировать профессионально ориентированные тексты научного стиля
	ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых математических и естественнонаучных дисциплин.	ОР-2.1 – способен решать типовые задачи, применяя понятия теории вероятностей и случайных процессов
	ИОПК-1.3. Демонстрирует навыки использования основных понятий, фактов, концепций, принципов математики, информатики и естественных наук для решения практических задач, связанных с прикладной математикой и информатикой.	ОР-3.1 – способен использовать основные понятия, факты, принципы теории вероятностей и случайных процессов для решения прикладных задач
	ИОПК-1.4. Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения	ОР-4.1 – способен применять на практике математические модели, используя аппарат теории вероятностей, а также компьютерные технологии для решения задач в профессиональной деятельности

	практических задач, возникающих в профессиональной деятельности	
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Демонстрирует навыки применения современного математического аппарата для построения адекватных математических моделей реальных процессов, объектов и систем в своей предметной области.	ОР-5.1 – способен применять современный математический аппарат (теории вероятностей) для построения адекватных моделей реальных систем
	ОПК-3.2. Демонстрирует умение собирать и обрабатывать статистические, экспериментальные, теоретические и т.п. данные для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов.	ОР-6.1 – способен собирать и обрабатывать данные, используя аппарат теории вероятностей для построения математических моделей, расчетов и конкретных практических выводов
	ОПК-3.3. Демонстрирует способность критически переосмысливать накопленный опыт, модифицировать при необходимости вид и характер разрабатываемой математической модели.	ОР-7.1 – способен критически подходить к задаче построения математических моделей
	ОПК-3.4. Демонстрирует понимание и умение применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности.	ОР-8.1 – способен применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности, используя аппарат теории вероятностей

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
	5 семестр	всего
Общая трудоемкость	216	216
Контактная работа:	88,55	88,55
Лекции (Л):	32	32
Практики (ПЗ)	48	48
Лабораторные работы (ЛР)		
Семинары (СЗ)		
Групповые консультации	2	2
Индивидуальные консультации	4	4
Промежуточная аттестация	2,55	2,55
Самостоятельная работа обучающегося:	127,45	127,45
- <i>выполнение контрольной работы/контрольных заданий</i>	15,75	15,75
- <i>изучение учебного материала, публикаций</i>	32	32
- <i>подготовка к лабораторным/практическим</i>	48	48

<i>занятиям/коллоквиумам</i>		
<i>- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу</i>	31,7	31,7
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Зачет, Экзамен	Зачет, Экзамен

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	С е м е с т р	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
	Раздел 1. Определения теории случайных процессов		5		12	1,2,3	
1.1.	Основные понятия теории случайных процессов. Семейство конечномерных распределений СП. Моментные функции. Корреляционная функция. Стационарные и эргодические процессы.	Лекции, Практики	5		12		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
	Раздел 2. Корреляционная теория случайных процессов		5		6	1,2,3	
2.1	Корреляционная теория случайных процессов. Непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость в среднем квадратическом случайных процессов.	Лекции, Практики	5		6		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
	Раздел 3. Гауссовские случайные процессы		5		42	1,2,3	
3.1.	Гауссовские случайные процессы. Свойства гауссовского вектора. Винеровский гауссовский случайный процесс. Белый гауссовский шум.	Лекции, Практики	5		10		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
3.2	Выполнение контрольной работы/контрольных заданий; изучение учебного материала, публикаций; подготовка к практическим занятиям/коллоквиумам; подготовка к рубежному контролю по разделу.	СРС	5		32		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
3.3.	Текущий контроль	Контрольная работа, коллоквиум	5				
	Раздел 4. Марковские процессы		5		64		
4.1.	Цепи Маркова с дискретным временем. Переходные вероятности. Уравнение Чепмена-Колмогорова. Классификация состояний цепи Маркова. Эргодические теоремы для цепей Маркова с дискретным временем.	Лекции, Практики	5		12		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2,

							ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
4.2.	Цепи Маркова с непрерывным временем. Матрица инфинитезимальных характеристик. Прямая и обратная системы дифференциальных уравнений Колмогорова.	Лекции, Практики	5		20		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
4.3.	Выполнение контрольной работы/контрольных заданий; изучение учебного материала, публикаций; подготовка к практическим занятиям/коллоквиумам; подготовка к рубежному контролю по разделу.	СРС	5		32		
4.4.	Текущий контроль	Контрольн ая работа, коллоквиу м	5				
	Раздел 5. Полумарковские процессы		5		4		
5.1.	Полумарковские процессы. Полумарковская матрица. Вложенная цепь Маркова. Метод дополнительной переменной.	Лекции, Практики	5		4		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
	Раздел 6. Диффузионные процессы		5		25,75		
6.1.	Диффузионные Марковские процессы. Коэффициенты переноса и диффузии. Обратное уравнение Колмогорова, прямое уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка.	Лекции, Практики	5		8		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
6.2.	Выполнение контрольной работы/контрольных заданий; изучение учебного материала, публикаций; подготовка к практическим занятиям/коллоквиумам; подготовка к рубежному контролю по разделу.	СРС	5		17,75		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
6.3.	Текущий контроль	Контрольн ая работа, коллоквиу м	5				
	Раздел 7. Стохастические интегралы и дифференциальные уравнения		5		22		
6.4.	Стохастические интегралы в форме Ито и Стратановича. Связь этих интегралов.	Лекции, Практики	5		4		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
6.5.	Стохастические дифференциальные уравнения. Формула дифференцирования Ито. Примеры решения стохастических дифференциальных уравнений.	Лекции, Практики	5		4		ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3,

						ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
6.6.	Выполнение контрольной работы/контрольных заданий; изучение учебного материала, публикаций; подготовка к практическим занятиям/коллоквиумам; подготовка к рубежному контролю по разделу.	СРС	5		14	ИОПК 1.1, ИОПК 1.2, ИОПК 1.3, ИОПК 1.4, ИОПК 3.1, ИОПК 3.2, ИОПК 3.3, ИОПК 1.4
6.7.	Текущий контроль	Контрольная работа, коллоквиум	5			
	Консультации	К	5		6	
	Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена	СРС	5		31,7	
	Прохождение промежуточной аттестации в форме зачета	За	5		0,25	
	Прохождение промежуточной аттестации в форме экзамена	Э	5		2,3	

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Изучение дисциплины осуществляется посредством изучения материалов на лекциях и практических занятиях, а также выполнения домашних и самостоятельных работ. Образовательные технологии – классические лекции и практические занятия (1 раздел), перевёрнутый класс (2,3,4 разделы)

Самостоятельная работа включает в себя изучение литературы, выполнение домашних и самостоятельных работ, подготовки к контрольным, коллоквиумам, зачету.

Промежуточная аттестация: зачет с оценкой.

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета в письменной форме. Студент отвечает письменно на вопросы в билете, затем решает практические задачи. Далее необходимо в устной форме объяснить/защитить преподавателю, изложенный материал.

- описать общую логику хода освоения дисциплины (последовательность видов занятий, как они организованы, посредством какой образовательной технологии);

- описать, что включает и как будет организована самостоятельная работа студентов (аудиторная, внеаудиторная);

- описать процедуру промежуточной аттестации по дисциплине.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, приведены в Приложении 1 к рабочей программе «Фонд оценочных средств».

4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания, количество страниц
Основная литература				
1.	Гнеденко Б.В., Хинчин А.Я.	Элементарное введение в теорию вероятностей.	Москва: ЛИБРОКОМ	2014 г., 208с.
2.	Креммер Н.Ш.	Теория вероятностей и математическая статистика	Москва: Юрайт	2019 г., 538с
3.	Каштанов В. А., Энатская Н. Ю.	Случайные процессы : учебник и практикум для вузов	Москва: Юрайт	2018 г., 156с.
4.	Назаров А.А., Терпугов А.Ф.	Теория вероятностей и случайных процессов.	Томск: Изд-во НТЛ	2010 г., 204 с.
5.	Гнеденко Б.В. Коваленко И.Н.	Введение в теорию массового обслуживания	М.: URSS.	2013 г., 400с.
Дополнительная литература				
6.	Галажинская О.Н., Моисеева С.П.	Теория случайных процессов. Ч. 2: Марковские процессы: учеб. пособие.	Томск: Издательский Дом Томского государственного университета	2016 г., 126 с.
7.	Вентцель А.Д., Овчаров Л. А	Теория случайных процессов и ее инженерные приложения	М.: АCADEМА, 2003.	2003 г., 432 с.

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

- | | |
|---|---|
| 1. Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ | – |
| http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system . | |
| 2. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ | – |
| http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index | |
| 3. ЭБС Лань – http://e.lanbook.com/ | |
| 4. ЭБС Консультант студента – http://www.studentlibrary.ru/ | |
| 5. Образовательная платформа Юрайт – https://urait.ru/ | |
| 6. ЭБС ZNANIUM.com – https://znanium.com/ | |
| 7. ЭБС IPRbooks – http://www.iprbookshop.ru/ | |

4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

4.4. Оборудование и технические средства обучения

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Для освоения образовательных результатов дисциплины обучающемуся необходимо сначала изучить основные понятия и определения теории случайных процессов. Для решения практических задач по определенной теме необходимо сначала изучить теоретический материал, понять ход решения и смысловую составляющую задач, формирующих уровень образовательного результата (на синхронных занятиях с преподавателем или самостоятельно). Следующий этап – решение типовых задач на практике в аудитории или в виде самостоятельной работы, обязательно проверяя правильность ответа. Для проверки достижения образовательного результата проводится контрольная работа по теме.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Назаров Анатолий Андреевич, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики.

Пауль Светлана Владимировна, канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики.

7. Язык преподавания – русский язык.