

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Директор



А. В. Замятин

« 14 » _____ 20 23 г.

Рабочая программа дисциплины

Случайные процессы

по направлению подготовки

09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки :

Разработка программного обеспечения в цифровой экономике

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

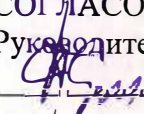
Год приема

2023

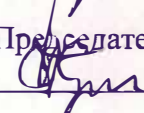
Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.02.08

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 С.П. Сущенко

Председатель УМК

 С.П. Сущенко

Томск – 2023

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:
ОПК 1 - способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.3 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических, естественных и общеинженерных наук для моделирования и анализа задач.

ИОПК-1.2 Использует фундаментальные знания, полученные в области математических, естественных и общеинженерных наук в профессиональной деятельности.

ИОПК-1.1 Обладает необходимыми естественнонаучными и общеинженерными знаниями для исследования информационных систем и их компонент.

2. Задачи освоения дисциплины

- иметь представление о закономерностях случайных явлений,
- освоить вероятностный подход к построению математических моделей реальных событий и процессов,
- уметь формулировать и решать возникающие математические задачи с помощью аппарата случайных процессов,
- научиться использовать возможности его использования в процессе дальнейшего обучения,
- научиться применять методы случайных процессов для анализа проблем в различных предметных областях

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Пятый семестр, зачет с оценкой

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ 1-2, Алгебра и геометрия, Дифференциальные уравнения 1-2, Теория вероятностей

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Основные понятия теории случайных процессов.

Семейство конечномерных распределений СП. Моментные функции. Корреляционная функция. Стационарные и эргодические процессы. Непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость в среднем квадратическом случайных процессов.

Тема 2

Гауссовские случайные процессы

Гауссовские случайные процессы. Свойства гауссовского вектора. Винеровский гауссовский случайный процесс. Белый гауссовский шум.

Тема 3

Марковские процессы

Цепи Маркова с дискретным временем. Переходные вероятности. Уравнение Чепмена-Колмогорова. Классификация состояний цепи Маркова. Эргодические теоремы для цепей Маркова с дискретным временем.

Цепи Маркова с непрерывным временем. Матрица инфинитезимальных характеристик. Прямая и обратная системы дифференциальных уравнений Колмогорова.

Тема 4

Полумарковские процессы

Полумарковские процессы. Полумарковская матрица. Вложенная цепь Маркова. Метод дополнительной переменной.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, опросов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Теоретические и практические результаты формируются компетенциями ИОПК-1.1; ИОПК-1.2; ИОПК-1.3 и результатами обучения:

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	Раздел 1 Определения теории случайных процессов	ОР-1.1.1 – способен решать типовые задачи, применяя понятия случайных процессов ОР-1.2.1 – способен использовать основные понятия, факты, принципы случайных процессов для решения прикладных задач ОР-1.2.3 – способен применять современный математический аппарат (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем	Теоретические вопросы Практические задания
2.	Раздел 2 Гауссовские случайные процессы	ОР-1.1.1 – способен решать типовые задачи, применяя понятия случайных процессов ОР-1.2.1 – способен использовать основные понятия, факты, принципы случайных процессов для решения прикладных задач	Теоретические вопросы

		ОР-1.2.3 – способен применять современный математический аппарат (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем	Практические задания
3	Раздел 3 Марковские процессы	ОР-1.1.3 умеет исследовать марковские процессы с дискретным и непрерывным временем ОР-1.2.1 – способен использовать основные понятия, факты, принципы случайных процессов для решения прикладных задач ОР-1.2.2 – способен применять на практике математические модели, используя аппарат случайных процессов, а также компьютерные технологии для решения задач в профессиональной деятельности ОР-1.2.3 – способен применять современный математический аппарат (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем ОР-1.3.1 способен применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности, используя аппарат теории вероятностей	Теоретические вопросы Практические задания
4	Раздел 4 Полумарковские процессы	ОР-1.1.2 – имеет представление о полумарковских процессах и методах их марковизации и непрерывным временем ОР-1.2.2 – способен применять на практике математические модели, используя аппарат случайных процессов, а также компьютерные технологии для решения задач в профессиональной деятельности ОР-1.2.3 – способен применять современный математический аппарат (случайных процессов) для построения адекватных моделей реальных систем ОР-1.3.1 способен применять на практике математические модели и компьютерные технологии для решения различных задач в области профессиональной деятельности, используя аппарат теории вероятностей	Теоретические вопросы Практические задания

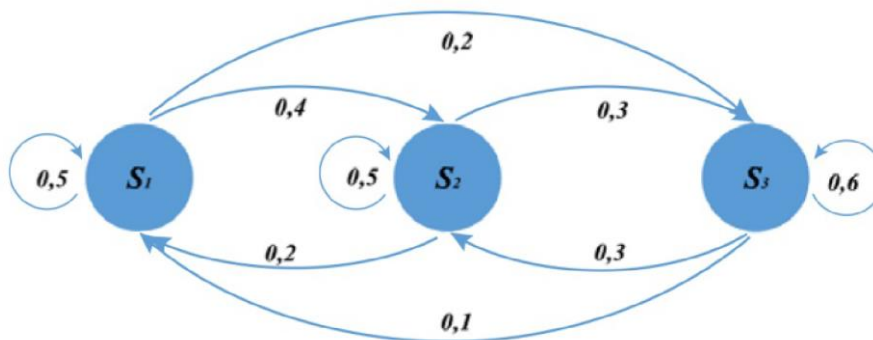
Зачет с оценкой в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Определение случайного процесса. Семейство конечномерных распределений СП.
2. Моментные функции. Корреляционная функция.
3. Стационарные и эргодические процессы.
4. Непрерывность, дифференцируемость, интегрируемость в среднем квадратическом случайных процессов.
5. Гауссовские случайные процессы. Свойства гауссовского вектора.
6. Винеровский гауссовский случайный процесс. Белый гауссовский шум.
7. Цепи Маркова с дискретным временем. Переходные вероятности.
8. Уравнение Чепмена-Колмогорова. Классификация состояний цепи Маркова.
9. Эргодические теоремы для цепей Маркова с дискретным временем.
10. Цепи Маркова с непрерывным временем. Матрица инфинитезимальных характеристик.
11. Прямая и обратная системы дифференциальных уравнений Колмогорова.
12. Полумарковские процессы. Полумарковская матрица.
13. Метод вложенных цепей Маркова.
14. Метод дополнительной переменной.

Примеры задач:

1. Пусть $\xi(t)$ является однородной цепью Маркова с двумя состояниями: $X = \{0, 1\}$. Время пребывания в состоянии 0 распределено по экспоненциальному закону с параметром λ , а время пребывания в состоянии 1 распределено по экспоненциальному закону с параметром μ . Найти безусловные вероятности $P_i(t) = P\{\xi(t) = i\}$ состояний системы в произвольный момент времени.
2. Пусть клиенты, которые хотят получить консультацию, образуют простейший поток с параметром λ . Клиентов обслуживает один работник социальной сферы, если он занят, образуется очередь. Считается, что длина очереди не ограничена. Время обслуживания одного клиента является экспоненциально распределенной случайной величиной с параметром μ . Пусть $i(t)$ – число клиентов, находящихся в системе в момент t . Найти финальные вероятности числа клиентов в системе.
3. Рассмотрим состояния банка, характеризующиеся одной из процентных ставок: 12%, 13%, 14%, которые устанавливаются в начале каждого квартала и фиксированы на всем его протяжении. Таким образом, если за систему S принять действующую процентную ставку, то она в каждый момент времени может находиться только в одном из состояний: S1 – процентная ставка 12%, S2 – процентная ставка 13%, S3 – процентная ставка 14%. Анализ работы банка в предшествующие годы показал, что изменение переходных вероятностей с течением времени пренебрежимо мало. Определить распределение вероятностей состояний системы в конце года, если в конце предыдущего года процентная ставка составила 13%, а граф вероятностей переходов имеет вид:



4. Классифицировать состояния для Марковской цепи, заданной матрицей вероятностей переходов P1, записать ее в каноническом виде и найти среднее время перехода из одного состояния в другое внутри замкнутого класса (все возможные варианты).

$$P_1 = \begin{bmatrix} 1/2 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/4 & 1/4 & 1/4 & 0 & 1/4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 1/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/4 & 0 & 1/4 & 1/2 & 0 \end{bmatrix};$$

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания текущего уровня знаний проводятся коллоквиумы и контрольные работы. В билете содержится два теоретических вопроса (коллоквиум) и две практические задачи (контрольная работа).

Оценка за коллоквиум и контрольную работу выставляются отдельно и независимо.

Обучающийся не допускается к промежуточной аттестации, если по результатам текущего контроля знаний были продемонстрированы неудовлетворительные результаты освоения раздела.

Оценка	Критерий оценивания коллоквиума
5	Обучающийся показал отличный уровень владения теоретическим материалом, полностью ответил на поставленные вопросы
4	Обучающийся показал достаточный уровень владения теоретическим материалом, но допустил несущественные ошибки или не полностью изложил материал в одном вопросе
3	Обучающийся показал недостаточный уровень владением материалом, упустил важные определения или понятия, допустил ошибки при доказательстве теорем в двух вопросах
2	Обучающийся имеет существенные пробелы теоретического материала, не способен доказать теорему, не знает определения. Не показал знание вопросов в билете.

Оценка	Критерий оценивания контрольной работы
--------	--

5	Обучающийся решил две задачи правильно, сопроводил решение объяснением с обоснованием применения тех или иных теорем и определений
4	Обучающийся решил 1 задачу правильно, 2-ю решил с несущественными ошибками, сопроводил решение объяснением с обоснованием применения тех или иных теорем и определений
3	Обучающийся решил только 1 задачу правильно, сопроводил решение объяснением с обоснованием применения тех или иных теорем и определений, 2-ю решил с существенными ошибками или не решил.
2	Обучающийся не решил ни одну задачу, или решил с грубыми ошибками.

Оценка	Критерий оценивания ответа на зачете
5 (зачтено)	Обучающийся показал отличный уровень владения всеми теоретическими вопросами, показал все требуемые умения и навыки решения практических задач
4 (зачтено)	Обучающийся овладел всеми теоретическими вопросами, частично показал основные умения и навыки при решении практических задач
3 (зачтено)	Обучающийся имеет недостаточно глубокие знания по теоретическим разделам дисциплины, показал не все основные умения и навыки при решении практических задач
2 (не зачтено)	Обучающийся имеет существенные пробелы по отдельным теоретическим разделам дисциплины и не владеет основными умениями и навыками решения практических задач

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle».

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине – контрольные вопросы и задачи.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине – темы практических занятий соответствуют темам лекционных занятий

г) 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. Самостоятельная работа студента включает чтение рекомендуемой литературы, решения задач, подготовки к промежуточному контролю.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1) Гнеденко Б.В. Элементарное введение в теорию вероятностей / Б.В. Гнеденко, А.Я. Хинчин. – Москва: ЛИБРОКОМ, 2014. – 168 с

2) Галажинская О.Н. Теория случайных процессов. Учебное пособие / О.Н. Галажинская, С.П. Моисеева. - Томск: Издательский дом ТГУ, 2015. – 128 с.

3) Гнеденко Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко И.Н. Коваленко - М.: изд-во ЛКИ, 2013. – 398 с.

б) дополнительная литература

1) Назаров А.А. Теория вероятностей и случайных процессов / А.А. Назаров, А.Ф. Терпугов - Томск: ИДО ТГУ, 2010. – 204 с.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, 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.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, 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.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Даммер Диана Дамировна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры теории вероятностей и математической статистики НИ ТГУ