

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.05.2026 17:36:21

Уникальный программный ключ:

ca953a01204891083f939673078ef1a989aae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Факультет физико-математических и естественных наук

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СТОХАСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

02.03.02 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2026 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Стохастический анализ беспроводных сетей» входит в программу бакалавриата «Фундаментальная информатика и информационные технологии» по направлению 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» и изучается в 6 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Кафедра теории вероятностей и кибербезопасности. Дисциплина состоит из 3 разделов и 11 тем и направлена на изучение разработку математических моделей обслуживания вызовов, исследование вероятностно-временных характеристик для математических моделей с помощью известных алгоритмов.

Целью освоения дисциплины является изучение принципов построения беспроводных сетей связи. С помощью аппарата теории массового обслуживания и математической теории телетрафика проводится анализ типовых моделей процесса обслуживания вызова в сети подвижной связи с конечным и бесконечным числом абонентов. В рамках дисциплины рассматриваются классические модели поведения трафика: потоковый бесконечный, потоковый конечный и эластичный, – а также классические дисциплины его обслуживания: FCFS и приоритетное обслуживание.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Стохастический анализ беспроводных сетей» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

| Шифр | Компетенция | Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины) |
|-------|---|--|
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач; УК-1.2 Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности; УК-1.3 Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений; |
| ОПК-1 | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.1 Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук; знает основную терминологию; ОПК-1.2 Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты; ОПК-1.3 Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности; |
| ОПК-6 | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ОПК-6.1 Знает базовые принципы цифровых технологий и методов, необходимых в профессиональной деятельности в области фундаментальной информатики и информационных технологий для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.; ОПК-6.2 Умеет применять необходимые в профессиональной деятельности цифровые технологии и методы в области фундаментальной информатики и информационных технологий для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.; ОПК-6.3 Владеет необходимыми в профессиональной |

| Шифр | Компетенция | Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины) |
|------|-------------|--|
| | | деятельности технологиями и методами в области фундаментальной информатики и информационных технологий для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.; |

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Стохастический анализ беспроводных сетей» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Стохастический анализ беспроводных сетей».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

| Шифр | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики* |
|-------|---|---|---|
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | Философия; Химия и экология окружающей среды; Введение в специальность; | Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика; Анализ больших данных; |
| ОПК-6 | Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | Алгоритмы и анализ сложности; Вычислительные методы; Введение в анализ и визуализацию данных; Компьютерная геометрия; Основы формальных методов описания бизнес-процессов; Основы машинного обучения и нейронные сети; Компьютерная алгебра; Вычислительные системы, сети и телекоммуникации; | Теория автоматов и формальных языков; Эконометрика; |
| ОПК-1 | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | Алгебра и аналитическая геометрия; Дискретная математика и математическая логика; Теория конечных графов; Символьные методы математического анализа; Символьные и численные методы интегрирования дифференциальных уравнений; Теория вероятностей и математическая статистика; Вычислительные методы; Компьютерная алгебра; Марковские процессы; Компьютерная геометрия; Физика; | Анализ больших данных; Эконометрика; |

| Шифр | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики* |
|-------------|---------------------------------|--|---|
| | | Основы машинного обучения и нейронные сети; | |

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Стохастический анализ беспроводных сетей» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

| Вид учебной работы | ВСЕГО, ак.ч. | | Семестр(-ы) |
|--|----------------|------------|-------------|
| | | | 6 |
| <i>Контактная работа, ак.ч.</i> | 54 | | 54 |
| Лекции (ЛК) | 18 | | 18 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | | 0 |
| Практические/семинарские занятия (СЗ) | 36 | | 36 |
| <i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i> | 54 | | 54 |
| <i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i> | 36 | | 36 |
| Общая трудоемкость дисциплины | ак.ч. | 144 | 144 |
| | зач.ед. | 4 | 4 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины | Наименование темы | | Содержание темы | Вид учебной работы* |
|---------------|--|-------------------|--|--|---------------------|
| Раздел 1 | Сети подвижной связи. Модели с бесконечным числом пользователей. | 1.1 | Основные определения ТМО и МТТ: СМО, заявка, входящий поток заявок, обслуживающий прибор, потери. Модель СМО с явными потерями (1-я модель Эрланга). Анализ полнодоступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями и одинаковыми интенсивностями обслуживания. Одномерный марковский процесс, пространство состояний, множество приема, множество блокировок, диаграмма интенсивностей переходов, СУГБ, СУЛБ. | Изучение основных понятий и определений из теории массового обслуживания и математической теории телетрафика: система массового обслуживания (СМО), заявка, входящий поток заявок, обслуживающий прибор, потери, – на примере классической модели СМО (1-й модели Эрланга) с двумя входящими потоками заявок, для заявок каждого из которых интенсивность обслуживания идентична. Изучение построения марковского процесса по числу заявок в системе, расчет пространства состояний процесса, множеств приема и блокировки, построения диаграммы интенсивностей переходов. Решение задачи вероятностного анализа системы: расчет стационарных вероятностей состояний системы при помощи СУГБ и СУЛБ, расчет вероятностных характеристик (среднего числа заявок в системе и вероятностей блокировок). | ЛК, СЗ |
| | | 1.2 | Приоритетное обслуживание и связанные с ним понятия: общедоступный прибор, зарезервированный прибор. Анализ неполнодоступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями и одинаковыми интенсивностями обслуживания. | Изучение понятия приоритетного обслуживания и связанных с ним понятий: общедоступный прибор, зарезервированный прибор, – на примере классической модели СМО (1-й модели Эрланга) с двумя входящими потоками заявок, для заявок каждого из которых интенсивность обслуживания идентична, а приоритетному входящему потоку выделяются дополнительные обслуживающие приборы. Изучение построения и анализа марковского процесса, описывающего систему, и решение задачи вероятностного анализа системы. | ЛК, СЗ |
| | | 1.3 | Двумерный марковский процесс. Анализ полнодоступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями и разными интенсивностями обслуживания. Обратимость процесса. Критерий Колмогорова обратимости процесса. | Изучение алгоритма построения и анализа двумерного марковского процесса на примере полнодоступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями и разными интенсивностями обслуживания. Изучение понятия обратимости процесса и критерия обратимости процесса имени Колмогорова. Решение задачи вероятностного анализа рассматриваемой системы. | ЛК, СЗ |
| | | 1.4 | Матричные методы в теории массового обслуживания: матрица интенсивностей переходов, инфинитезимальная матрица, | Изучение основных видов матриц, которые описывают марковский процесс: трехдиагональные и блочные. Построение матриц интенсивностей переходов в виде трехдиагональных | ЛК, СЗ |

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины | Наименование темы | | Содержание темы | Вид учебной работы* |
|---------------|---|-------------------|---|--|---------------------|
| | | | <p>трехдиагональная матрица, блочная матрица. Построение СУГБ при помощи матрицы интенсивностей переходов. Анализ вероятностных характеристик в модели на примере полностью доступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями и разными интенсивностями обслуживания.</p> | <p>(для одномерных марковских процессов) и блочных матриц (для двумерных марковских процессов). Изучение алгоритма перехода от матрицы интенсивностей переходов к СУГБ. Изучение алгоритма расчета вероятностных характеристик процесса через инфинитезимальную матрицу. Изучение алгоритма расчета вероятностных характеристик для двумерного марковского процесса и решение задач вероятностного анализа на примере полностью доступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями и разными интенсивностями обслуживания.</p> | |
| | | 1.5 | <p>Алгоритмы вероятностного анализа через разбиение пространства состояний на подмножества. Алгоритм Кауфмана-Робертса. Анализ вероятностных характеристик модели на примере полностью доступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями и разными интенсивностями обслуживания.</p> | <p>Изучение алгоритма перехода от двумерного марковского процесса к одномерному через анализ пространства состояний. Изучение алгоритма вероятностного анализа Кауфмана-Робертса и решение задач вероятностного анализа на примере полностью доступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями и разными интенсивностями обслуживания.</p> | ЛК, СЗ |
| | | 1.6 | <p>Требования заявки к емкости системы. Анализ полностью доступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями, разными интенсивностями обслуживания и разными требованиями.</p> | <p>Изучение влияния требований услуг к емкости системы на вероятностный анализ системы на примере полностью доступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями, разными интенсивностями обслуживания и разными требованиями.</p> | ЛК, СЗ |
| | | 1.7 | <p>Влияние дисциплины обслуживания на вероятностный анализ. Анализ недоступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями, разными интенсивностями обслуживания и различающимися дисциплинами обслуживания.</p> | <p>Изучение влияния дисциплины обслуживания при использовании приоритетного обслуживания на примере недоступной двухсервисной модели Эрланга с явными потерями, одинаковыми или отличающимися интенсивностями обслуживания и различающимися дисциплинами обслуживания.</p> | ЛК, СЗ |
| Раздел 2 | Сети подвижной связи. Модели с ограниченным числом пользователей. | 2.1 | <p>Влияние ограниченного числа пользователей в сети на поведение входящего потока. Модель Энгсета, число пользователей. Поведение входящего потока, зависящее от состояния системы. Переход между моделями Эрланга и</p> | <p>Изучение влияния ограниченного числа пользователей в сети на поведение входящего потока. Построение модели Энгсета – модели СМО с ограниченным числом пользователей, способным отправлять заявки в систему. Изучение влияния ограниченности числа пользователей на вероятностный анализ системы на примере полностью доступной двухсервисной модели</p> | ЛК, СЗ |

| Номер раздела | Наименование раздела дисциплины | Наименование темы | | Содержание темы | Вид учебной работы* |
|---------------|---|-------------------|--|---|---------------------|
| | | | Энгсета. Анализ полноступной двухсервисной модели Энгсета с разными интенсивностями обслуживания. | Энгсета с разными интенсивностями обслуживания. Изучение перехода между входящими потоками моделей Эрланга и Энгсета. | |
| | | 2.2 | Системы с разными видами входящих потоков и методы их анализа на примере анализа полнодоступной двухсервисной модели с двумя типами входящих потоков: Эрланга и Энгсета. | Изучение совместного обслуживания нескольких видов трафика и примеров реального использования моделей. Решение задач вероятностного анализа на примере полнодоступной двухсервисной модели с двумя типами входящих потоков: Эрланга и Энгсета. | ЛК, СЗ |
| Раздел 3 | Сети подвижной связи. Модели эластичного трафика. | 3.1 | Модель передачи данных. Модель эластичного трафика. Вероятностно-временной анализ моделей эластичного трафика на примере моносервисной модели эластичного трафика без минимального ограничения на скорость передачи. | Изучение модели передачи данных в виде модели эластичного трафика. Решение задач вероятностно-временного анализа на примере моносервисной модели эластичного трафика без минимального ограничения на скорость передачи. | ЛК, СЗ |
| | | 3.2 | Модель совместной передачи данных и ее вероятностно-временной анализ на примере полнодоступной двухсервисной модели эластичного трафика без минимального ограничения на скорость передачи. | Изучение модели одновременной передачи нескольких типов данных в виде двухсервисной модели эластичного трафика. Решение задач вероятностно-временного анализа на примере полнодоступной двухсервисной модели эластичного трафика без минимального ограничения на скорость передачи. | ЛК, СЗ |

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории | Оснащение аудитории | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|----------------------------|---|--|
| Лекционная | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций. | Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, Яндекс телемост |
| Семинарская | Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций. | |
| Для самостоятельной работы | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС. | Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, Яндекс телемост |

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Берлин, А.Н. Сотовые системы связи : учебное пособие / А.Н. Берлин. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2009. - 360 с. : табл., схем. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9963-0104-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232987>

2. Иверсен, В.Б. Разработка телетрафика и планирование сетей : курс / В.Б. Иверсен ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2011. - 559 с. : табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234000>

Дополнительная литература:

1. Вишневский, В.М. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G / В.М. Вишневский, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2009. - 470 с. - (Мир связи). - ISBN 978-5-94836-223-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89407>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

[http://www.elsevier.com/locate/scopus/](http://www.elsevier.com/locate/scopus)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Стохастический анализ беспроводных сетей».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры теории
вероятностей и
кибербезопасности

Должность, БУП

Подпись

Маркова Екатерина
Викторовна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой теории
вероятностей и
кибербезопасности

Должность БУП

Подпись

Самуйлов Константин
Евгеньевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой теории
вероятностей и
кибербезопасности

Должность, БУП

Подпись

Самуйлов Константин
Евгеньевич

Фамилия И.О.