

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.05.2023 16:31:55
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**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

МОДЕЛИ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ С ПРИОРИТЕТАМИ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

02.03.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Модели мультисервисных сетей с приоритетами» входит в программу бакалавриата «Математика и компьютерные науки» по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» и изучается в 6 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей. Дисциплина состоит из 2 разделов и 8 тем и направлена на изучение моделей мультисервисных сетей и подходов к анализу и расчету показателей эффективности приоритетного доступа с применением аппарата математической теории телетрафика и теории массового обслуживания.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов профессиональных компетенций в области построения моделей мультисервисных сетей, применения алгоритмов для анализа и расчета показателей эффективности приоритетного доступа, их программной реализации с применением аппарата математической теории телетрафика и теории массового обслуживания, а также с учетом различных типов услуг сетей связи, требований пользователей к их предоставлению, беспроводной среды современных сетей и мобильности пользователей.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Модели мультисервисных сетей с приоритетами» 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)
ОПК-1	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук; ОПК-1.2 Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности; ОПК-1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний;
ОПК-2	Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Владеет навыками подготовки научных обзоров и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и иностранном языке; ОПК-2.2 Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой; ОПК-2.3 Имеет практический опыт исследований в конкретной области профессиональной деятельности;
ОПК-3	Способен самостоятельно представлять научные результаты, составлять научные документы и отчеты	ОПК-3.1 Знает принципы построения научной работы, современные методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; ОПК-3.2 Умеет представлять научные результаты, составлять научные документы и отчеты; ОПК-3.3 Имеет практический опыт выступлений и научной

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		аргументации в профессиональной деятельности;
ОПК-8	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-8.1 Знает базовые принципы по разработке алгоритмов и компьютерных программ, необходимых в профессиональной деятельности в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.; ОПК-8.2 Умеет применять необходимые в профессиональной деятельности алгоритмы и методы в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.; ОПК-8.3 Владеет необходимыми в профессиональной деятельности технологиями и методами в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.;
ПК-4	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-4.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий; принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; ПК-4.2 Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в собственной научно-исследовательской деятельности; ПК-4.3 Владеет базовыми навыками подготовки научных обзоров и (или) публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и иностранном языке;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Модели мультисервисных сетей с приоритетами» относится к блоку по выбору блока образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Модели мультисервисных сетей с приоритетами».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных	Математический анализ; Алгебра; Аналитическая геометрия; Дискретная математика и математическая логика; Физика; Теория вероятностей и математическая статистика; Теория конечных графов; Дифференциальные уравнения; Вычислительные методы;	Экспоненциальные сети массового обслуживания; Компьютерное моделирование переходных процессов в физике и экономике; <i>Прикладной анализ данных с использованием языка Python**;</i> <i>Компьютерный практикум по статистическому</i>

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	Машинное обучение в телекоммуникациях; Математические модели в экономике; Марковские процессы; Теоретическая механика; Функциональный анализ; Компьютерная геометрия; Основы теории массового обслуживания; Компьютерная алгебра; Основы машинного обучения и нейронные сети;	<i>анализу данных**</i> ; Эконометрика; Методы оптимизации и исследование операций; Анализ больших данных; Преддипломная практика;
ОПК-2	Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	Технологии искусственного интеллекта; Математические модели в экономике; Методы искусственного интеллекта; Вычислительные системы, сети и телекоммуникации; Основы теории массового обслуживания; Машинное обучение в телекоммуникациях; Вычислительные методы;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика; Интеллектуальные обучающие системы; Компьютерное моделирование переходных процессов в физике и экономике; <i>Компьютерный практикум по интеллектуальным системам**</i> ; <i>Компьютерный практикум по статистическому анализу данных**</i> ; Экспоненциальные сети массового обслуживания; <i>Параллельное программирование**</i> ; <i>Прикладной анализ данных с использованием языка Python**</i> ;
ОПК-3	Способен самостоятельно представлять научные результаты, составлять научные документы и отчеты	Технологии искусственного интеллекта; Методы искусственного интеллекта;	Интеллектуальные обучающие системы; <i>Компьютерный практикум по интеллектуальным системам**</i> ; <i>Компьютерный практикум по статистическому анализу данных**</i> ; Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа;
ОПК-8	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Вычислительные методы; Технологии искусственного интеллекта; Введение в программирование для мобильных платформ; Интеллектуальные системы; Обработка данных и визуализация; Компьютерная алгебра; Основы машинного обучения и нейронные сети;	Технологическая (проектно-технологическая) практика; Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа; Кибербезопасность предприятия; Интеллектуальные обучающие системы; Компьютерное моделирование переходных

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		<p>Компьютерная геометрия; Машинное обучение в телекоммуникациях; Методы искусственного интеллекта; Основы формальных методов описания бизнес-процессов; Управление проектами разработки информационных систем;</p>	<p>процессов в физике и экономике; <i>Параллельное программирование**</i>; <i>Прикладной анализ данных с использованием языка Python**</i>; <i>Компьютерный практикум по интеллектуальным системам**</i>; <i>Компьютерный практикум по статистическому анализу данных**</i>; Эконометрика;</p>
ПК-4	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	<p>Вычислительные методы; Машинное обучение в телекоммуникациях; Математические модели в экономике; Основы теории массового обслуживания; <i>Практический курс профессионального перевода**</i>; <i>Практический курс профессионального перевода (русский язык как иностранный)**</i>;</p>	<p>Экспоненциальные сети массового обслуживания; Интеллектуальные обучающие системы; Компьютерное моделирование переходных процессов в физике и экономике; <i>Компьютерный практикум по интеллектуальным системам**</i>; <i>Компьютерный практикум по статистическому анализу данных**</i>; Эконометрика; Преддипломная практика; Научно-исследовательская работа;</p>

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Модели мультисервисных сетей с приоритетами» 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>	63		63
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		27
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	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Построение моделей мультисервисных сетей с приоритетным доступом	1.1	Схема исследования системы массового обслуживания. Пример системы $M M C inf$: вывод переходных вероятностей, системы уравнений Колмогорова-Чепмена, стационарного распределения. Процесс рождения и гибели	ЛК, СЗ
		1.2	Системы массового обслуживания с дисциплинами для описания потокового одноадресного, потокового многоадресного и эластичного трафика. Система массового обслуживания с прозрачными заявками: завершение сессии по первой из пришедших заявок и по последней из обслуживаемых заявок. Система массового обслуживания с дисциплиной разделения процессора: односервисная и двухсервисная модели.	ЛК, СЗ
		1.3	Системы массового обслуживания со специальными дисциплинами приоритетного доступа и обслуживания. Системы массового обслуживания с нетерпеливыми заявками, орбитами, ненадежными приборами – отказывающими группой и по отдельности. Граф и матрица интенсивностей переходов в блочном-трехдиагональном виде, алгоритм обработки случайных событий.	ЛК, СЗ
		1.4	Программная реализация алгоритмов расчета стационарного распределения систем массового обслуживания. Расчет по рекуррентным соотношениям системы уравнений локального баланса, численным решением системы уравнений равновесия для одномерного и многомерного случайного процесса	ЛК, СЗ
Раздел 2	Анализ приоритетного доступа в мультисервисных сетях	2.1	Анализ доступа к ресурсу беспроводной сети в виде ресурсной системы массового обслуживания. Структура ресурса в беспроводной сети, понятие затухания сигнала, формула Шеннона, модель затухания сигнала. Первая модель Эрланга с затуханием сигнала: условное распределение вероятностей приема заявки, стационарное распределение	ЛК, СЗ
		2.2	Анализ мобильности пользователей беспроводной сети в виде сети массового обслуживания. Замкнутая сеть массового обслуживания для постоянного числа пользователей в соте, открытая сеть массового обслуживания для переменного числа пользователей в соте	ЛК, СЗ
		2.3	Рекуррентные алгоритмы расчета показателей эффективности приоритетного доступа. Расчет стационарного распределения в скалярном и матричном виде. Расчет среднего числа пользователей с прерванным обслуживанием для системы с потоковым трафиком и ненадежным прибором. Расчет среднего времени передачи данных пользователем для системы с эластичным трафиком и ненадежным	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			прибором	
		2.4	Программная реализация алгоритмов расчета показателей эффективности приоритетного доступа. Расчет по рекуррентным соотношениям	ЛК, СЗ

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – 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, MS Teams
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.	Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, MS Teams. Дополнительное ПО: https://jupyter.org/ , https://www.anaconda.com/
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, MS Teams. Дополнительное ПО: https://jupyter.org/ , https://www.anaconda.com/

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Башарин Гелий Павлович. Лекции по математической теории телетрафика : учебное пособие / Г.П. Башарин. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : РУДН, 2010. - 346 с. URL:

https://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=327699&idb=0

2. Самуйлов Константин Евгеньевич. Мультисервисные сети связи : учебно-методический комплекс / К.Е. Самуйлов, П.О. Абаев. - Электронные текстовые данные. - М. : РУДН, 2013. - 363 с. URL:

https://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=403183&idb=0

Дополнительная литература:

1. Построение моделей и анализ производительности беспроводных сетей радиодоступа 5G "Новое Радио" : учебное пособие / Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев, Э.С. Сопин [и др.]. - Электронные текстовые данные. - Москва : РУДН, 2021. - 95 с. : ил. URL: https://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=502292&idb=0

2. Модели и методы оценки характеристик сетей связи 5G : учебно-методическое пособие / Д.А. Молчанов, В.О. Бегишев, А.К. Самуйлов, К.Е. Самуйлов. - Электронные текстовые данные. - Москва : РУДН, 2020. - 95 с. : ил. URL:

https://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=493675&idb=0

3. Наумов Валерий Арсентьевич. Мультипликативные решения конечных цепей Маркова : монография / В.А. Наумов, К.Е. Самуйлов, Ю.В. Гайдамака. - Электронные текстовые данные. - М. : РУДН, 2015. - 159 с. URL:

https://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=445040&idb=0

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.elsevierscience.ru/products/scopus/>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Модели мультисервисных сетей с приоритетами».

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

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Модели мультисервисных сетей с приоритетами» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - Ом и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры прикладной
информатики и теории
вероятностей

Должность, БУП



Подпись

И.А. Кочеткова

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой
прикладной информатики и
теории вероятностей

Должность БУП



Подпись

К.Е. Самуйлов

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой
прикладной информатики и
теории вероятностей

Должность, БУП



Подпись

К.Е. Самуйлов

Фамилия И.О.