

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.06.2026 17:04:45

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

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2026 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Имитационное моделирование сетевых систем» входит в программу бакалавриата «Прикладная информатика» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» и изучается в 7 семестре 4 курса. Дисциплину реализует Кафедра теории вероятностей и кибербезопасности. Дисциплина состоит из 3 разделов и 8 тем и направлена на изучение основных понятий беспроводных сетей последующего поколения и освоение учащимися навыков моделирования беспроводных сетей 5G New Radio (5G NR).

Целью освоения дисциплины является формирование устойчивых навыков решения задач математического моделирования и постановки модельного компьютерного эксперимента.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Имитационное моделирование сетевых систем» 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 естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования; ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования; ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности;
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования; ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий; ОПК-6.3 Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий;
ПК-7	Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-7.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		ПК-7.2 Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в собственной научно-исследовательской деятельности; ПК-7.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Имитационное моделирование сетевых систем» 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 «Имитационное моделирование сетевых систем».

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	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Философия; Машинное обучение в телекоммуникациях; Технологии искусственного интеллекта; Интеллектуальные методы разделения сетевых ресурсов; Введение в обучение с подкреплением; Имитационное моделирование; Методы искусственного интеллекта; Основы теории систем; Введение в специальность; Интеллектуальные системы;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Дискретная математика и математическая логика; Теория вероятностей и математическая статистика; Имитационное моделирование; Парадигмы программирования;	
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и	Символьные методы математического анализа; Алгебра и аналитическая геометрия; Дискретная математика и математическая логика;	

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	экспериментального исследования в профессиональной деятельности	<p>Теория вероятностей и математическая статистика; Теория конечных графов; Символьные и численные методы интегрирования дифференциальных уравнений; Имитационное моделирование; Парадигмы программирования; Физика; Химия и экология окружающей среды; Линейное и нелинейное программирование; MicroPython для устройств умного дома; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);</p>	
ПК-7	Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	<p>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); <i>Computer Skills for Scientific Writing**</i>; Машинное обучение в телекоммуникациях; Интеллектуальные методы разделения сетевых ресурсов; Теория автоматизации и управления; Методы обучения и адаптации больших языковых моделей; Методы искусственного интеллекта; Основы теории систем; <i>Иностранный язык в профессиональной деятельности**</i>; <i>Русский язык (как иностранный) в профессиональной деятельности**</i>; Основы теории массового обслуживания; Имитационное моделирование;</p>	<p>Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;</p>

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Имитационное моделирование сетевых систем» составляет «3» 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)
			7
<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>	0		0
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

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	Архитектура сетей доступа 5G NR. Модели компонентов сетей связи 5G NR и методология оценки базовых характеристик систем 5G NR.	1.1	Гетерогенность, требования к обслуживанию, основные услуги, стандартизация беспроводных сетей.	Рассматривается, как гетерогенная структура, разнородные требования к качеству обслуживания (QoS), ключевые услуги (eMBB, URLLC, mMTC) и процессы стандартизации определяют архитектуру и функциональные возможности современных беспроводных сетей 5G NR.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Модели компонентов сетей связи 5G NR и методология оценки базовых характеристик систем 5G NR.	2.1	Двухмерные и трехмерные сценарии применения антенн.	Объясняются различия между двухмерными (2D) и трёхмерными (3D) сценариями использования антенных решёток, а также влияние учёта вертикальной плоскости на пространственные характеристики сигнала.	ЛК, СЗ
		2.2	Модели компонентов: размещения пользователей, распространения сигнала, антенн, блокировки в двух и трехмерных сценариях.	Показывается, как строятся модели случайного размещения абонентов, распространения радиоволн (с учётом затухания и многолучёвости), направленных свойств антенн и эффектов блокировки (затенения) для 2D и 3D сценариев сетей 5G NR.	ЛК, СЗ
		2.3	Интерференция, функциональные преобразования случайных величин, прямое взаимодействие устройств.	Рассматриваются статистические модели межканальной интерференции, методы функционального преобразования случайных величин для анализа помех, а также особенности имитационного моделирования прямого взаимодействия между устройствами (D2D) в сетях 5G NR.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Архитектура сетей доступа 5G NR.	3.1	Общая модель на основе случайных полей, статическая модель блокировки.	Объясняется применение теории случайных полей для построения обобщённой модели сети доступа, а также вводится статическая модель блокировки (Line-of-Sight / Non-Line-of-Sight) для оценки связности.	ЛК, СЗ
		3.2	Вероятность экспозиции, вероятность экспозиции совместно с вероятностью блокировки.	Показывается, как вычисляется вероятность экспозиции (вероятность того, что сигнал превышает порог) и как она сочетается с вероятностью блокировки для оценки зоны покрытия в условиях препятствий.	ЛК, СЗ
		3.3	Формула Кэмпбелла для оценки интерференции.	Рассматривается применение формулы Кэмпбелла для статистической оценки суммарной интерференции от случайно расположенных источников в сетях 5G NR.	ЛК, СЗ
		3.4	Анализ интерференции для разных типов антенн, формула Шеннона, спектральная эффективность.	Объясняется, как проводится анализ интерференции для различных конфигураций антенн (направленных, адаптивных), и показывается использование формулы Шеннона для расчёта	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*
			спектральной эффективности системы с учётом помех.	

* - 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, MS Teams.
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ____ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	ОС Windows или ОС Linux, офисный пакет MS Office или LibreOffice, ПО для просмотра pdf (например, acrobat reader или evince), интерпретатор Python версии 3.5 и старше, компилятор языка C/C++ gcc, редактор app-editors/jedit или аналог. Дополнительное ПО: OBS Studio
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.	ОС Windows или ОС Linux, офисный пакет MS Office или LibreOffice, ПО для просмотра pdf (например, acrobat reader или evince), интерпретатор Python версии 3.5 и старше, компилятор языка C/C++ gcc, редактор app-editors/jedit. Дополнительное ПО: OBS Studio.

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Молчанов Д.А., Бегишев В. О., Самуйлов К. Е., Кучерявый Е. А. Сети 5G/6G: архитектура, технологии, методы анализа и расчета: монография /. – Москва: РУДН, 2022. – 516 с.: ил.

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

3. Молчанов Д.А, Бегишев В.О., Сопин Э.С., Самуйлов А.К., Гайдамака Ю.В.// Построение моделей и анализ производительности беспроводных сетей радиодоступа 5G «Новое Радио»: учебное пособие / – Москва : РУДН, 2021. – 95 с.: ил.

4. Левин, Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники / Левин, Б. Р. – Советское радио, 1976.

5. Бочаров, П.П. Теория вероятностей. Математическая статистика / П.П. Бочаров, А.В. Печинкин. – 2-е изд. – Москва : Физматлит, 2005. – 296 с.

Дополнительная литература:

1. Бегишев В.О., Сопин Э.С., Молчанов Д.А., Самуйлов А.К., Гайдамака Ю.В., Самуйлов К.Е.// статья: Оценка эффективности механизма резервирования полосы пропускания для технологии mmWave в сетях связи пятого поколения, изд-во: Информационно-управляющие системы, № 5 (102), 2019 г., стр. 51 - 63

2. Молчанов Д.А. Оценка характеристик интерференции при взаимодействии беспроводных устройств в смежных помещениях прямоугольной формы. / Ю.В. Гайдамака, А.К. Самуйлов, В.О. Бегишев и др. //Т-Comm. Связь. — 2015, — Т. 10, № 11, — С. 41–45. — 0,58 / 0,33 п.л.

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

<https://mega.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 «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>

- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>

- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>

- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Имитационное моделирование сетевых систем».

2. Задания для практических работ.

* - 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

Бегишев Вячеслав
Олегович

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
математического
моделирования и
искусственного интеллекта

Должность, БУП

Подпись

Малых Михаил
Дмитриевич

Фамилия И.О.