

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 25.05.2026 17:20:25
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

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

(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 «Моделирование сетей передачи данных» 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 2 разделов и 8 тем и направлена на изучение и применение для исследований специализированных средств моделирования сетей передачи данных.

Целью освоения дисциплины является введение учащихся в предметную область моделирования сетей передачи данных. В процессе преподавания дисциплины решаются следующие задачи: изучение и применение для исследований специализированных средств моделирования сетей передачи данных.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Моделирование сетей передачи данных» 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;
ПК-6	Администрирование сетевой подсистемы инфокоммуникационной системы организации	ПК-6.1 Знает основы архитектуры, устройства и функционирования сетевых подсистем инфокоммуникационной системы организации; методику настройки и администрирования сетевых подсистем инфокоммуникационной системы организации;
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; ПК-7.2 Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в собственной научно-исследовательской деятельности;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Моделирование сетей передачи данных» 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 «Моделирование сетей передачи данных».

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;
ПК-6	Администрирование сетевой подсистемы инфокоммуникационной системы организации	Основы администрирования операционных систем; Сетевые технологии; Администрирование сетевых подсистем; Администрирование локальных сетей; Основы информационной безопасности;	
ПК-7	Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Машинное обучение в телекоммуникациях; Интеллектуальные методы разделения сетевых ресурсов; Теория автоматизации и управления; Имитационное моделирование; Основы теории массового обслуживания; Методы обучения и адаптации больших языковых моделей; Методы искусственного интеллекта; Основы теории систем; <i>Computer Skills for Scientific Writing**</i> ; <i>Иностранный язык в профессиональной деятельности**</i> ; <i>Русский язык (как иностранный) в профессиональной деятельности**</i> ;	Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование сетей передачи данных» 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)
			7
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	36		36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<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	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Введение в моделирование сетей передачи данных	1.1	Генерация трафика	Методы создания искусственного сетевого трафика, приближенного к реальному. Рассматриваются классические модели источников: постоянный битрейт (CBR), переменный битрейт (VBR) и самоподобный трафик (на основе распределений Парето или дробного броуновского движения). Обсуждаются статистические характеристики: интервалы между пакетами, размеры пакетов, пуассоновский и взрывной (on/off) режимы. Демонстрируются утилиты и фреймворки для генерации трафика (Iperf, D-ITG, TRex), а также методы калибровки параметров под реальные данные.	ЛК, ЛР
		1.2	Эмуляция сетей.	Принципы эмуляции как промежуточного звена между моделированием и натурным экспериментом. Объясняется отличие эмуляции от симуляции: реальный стек протоколов работает с виртуальными сетевыми интерфейсами и управляемыми задержками/потерями. Изучаются популярные эмуляционные среды (Mininet, GNS3, NetEm, CORE). Обсуждаются возможности внесения искажений: фиксированные и вариативные задержки, джиттер, потеря пакетов, дублирование, изменение порядка. Затрагиваются вопросы масштабируемости и интеграции эмуляторов с реальным оборудованием.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Моделирование производительности сетей передачи данных	2.1	Настройка пропускной способности сети.	Методы управления пропускной способностью в сетевых экспериментах. Обсуждаются программные и аппаратные ограничители скорости: tc (Linux traffic control), шейперы на базе HTB, TBF, полицеры на основе RED/token bucket. Рассматривается настройка полосы на маршрутизаторах и коммутаторах с использованием ACL, QoS классов, CBWFQ. Демонстрируется измерение реальной пропускной способности с помощью iperf и netperf, учёт протокольных накладных расходов (Ethernet, IP, TCP). Обсуждается влияние конкурирующих потоков на эффективную пропускную способность.	ЛК, ЛР
		2.2	Управление перегрузкой TCP.	Анализ механизмов управления перегрузкой TCP (congestion	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				control) как ключевой элемент стабильности Интернета. Рассматриваются классические алгоритмы: Tahoe (Slow Start, Congestion Avoidance, Fast Retransmit), Reno (Fast Recovery), NewReno. Изучаются фазы медленного старта и избегания перегрузки, переменные cwnd (окно перегрузки) и ssthresh. Демонстрируется реакция TCP на потерю пакетов (тайм-аут, тройной ACK). Обсуждаются современные алгоритмы: Cubic (по умолчанию в Linux), BBR (модель на основе измерений полосы и RTT).	
		2.3	Задержки и размер буфера TCP.	Связь задержки в сети (RTT) и размера буферов маршрутизаторов с производительностью TCP. Обсуждается формула «правило полосы задержки» (bandwidth-delay product, BDP) для определения необходимого размера окна. Анализируется проблема Bufferbloat --- чрезмерное буферизация, приводящее к высоким задержкам (RTT) при невысокой потере пакетов. Рассматриваются алгоритмы активного управления очередью (AQM), такие как CoDel и PIE, которые ограничивают задержку. Экспериментально демонстрируется влияние размера буфера на пропускную способность и время отклика.	ЛК, ЛР
		2.4	Повышение пропускной способности TCP.	Изучаются методы увеличения эффективной пропускной способности TCP в высокоскоростных и длиннотяжёлых сетях (большое BDP). Рассматриваются модификации: TCP Window Scaling (опция масштабирования окна), Selective Acknowledgment (SACK) для выборочного подтверждения, TCP Timestamps (защита от обёртки номера последовательности). Обсуждаются высокоскоростные алгоритмы: H-TCP, Scalable TCP, FAST TCP, а также проблема честности (fairness) при совместной работе с классическими реализациями. Анализируется влияние аппаратного ускорения (checksum offload, TSO, LRO) на пропускную способность.	ЛК, ЛР
		2.5	Очередь в маршрутизаторе	Дисциплины обслуживания очередей (queuing disciplines) в маршрутизаторах и коммутаторах. Рассматриваются простейшие схемы: FIFO (первым пришёл --- первым обслужен), приоритетная очередь (PQ), взвешенное справедливое обслуживание (WFQ). Изучаются механизмы	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				предотвращения переполнения очереди: RED (Random Early Detection) и его варианты (WRED, ARED). Анализируются параметры RED (min_th, max_th, max_p) и влияние на поведение TCP. Демонстрируется настройка очередей в Linux (tc) и Cisco. Обсуждается измерение длины очереди и задержки в реальном времени.	
		2.6	Контроль скорости TCP.	Методы внешнего управления скоростью передачи TCP-потоков, помимо встроенного механизма перегрузки. Рассматриваются шейперы на отправителе (через изменение cwnd с помощью BPF-программ или библиотеки libtcp), прокси-серверы (TCP Splitting), применение AQM с ECN (явное уведомление о перегрузке) для передачи сигнала о снижении скорости. Обсуждается протокол TCP BBR (Bottleneck Bandwidth and RTT) как альтернативный подход, моделирующий оптимальную точку работы на графике полоса-задержка. Затрагивается контроль скорости на стороне приложения (адаптивное видео, racing) и его взаимодействие с сетевыми механизмами.	ЛК, ЛР

* - 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 20 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	ОС Linux, Mininet, Система управления версиями Git. Дополнительное ПО: офисный пакет MS Office или LibreOffice, OBS Studio.
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. ОС Linux, Mininet, Система управления версиями Git. Дополнительное ПО: офисный пакет MS Office или LibreOffice, OBS Studio

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Сети и телекоммуникации : учебник и практикум для вузов / под редакцией К. Е. Самуйлова, И. А. Шалимова, Д. С. Кулябова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 464 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17315-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583116>

2. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы/ В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. — СПб.: Питер, 2020. — 1010с.

Дополнительная литература:

1. Mininet Walkthrough. <http://mininet.org/walkthrough/>
2. Mininet Python API Reference Manual. <http://mininet.org/api/annotated.html>
3. Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети : учебник и практикум для вузов / К. Е. Самуйлов, И. А. Шалимов, Н. Н. Васин, В. В. Васильев, Д. С. Кулябов, А. В. Королькова. — М.: Издательство Юрайт, 2016, 2022. — 363 с. — Серия : Бакалавр. Академический курс. ISBN 978-5-9916-7198-9

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 «Моделирование сетей передачи данных».

2. Лабораторный практикум по дисциплине «Моделирование сетей передачи данных».

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор кафедры теории
вероятностей и
кибербезопасности

Должность, БУП

Подпись

Кулябов Дмитрий
Сергеевич

Фамилия И.О.

Доцент кафедры теории
вероятностей и
кибербезопасности

Должность, БУП

Подпись

Королькова Анна
Владиславовна

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.