

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Лабораторный практикум по основам систем связи
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра проблем передачи информации и анализа данных
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 15 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составили:

А.Н. Красилов, канд. техн. наук

А.А. Белогаев, ассистент

Программа обсуждена на заседании кафедры проблем передачи информации и анализа данных 20.04.2020

Аннотация

Целью данной дисциплины является овладение студентами основными инструментами, применяемыми для оценки производительности современных сетей передачи данных, их протоколов и компонент. В рамках курса предусмотрены: (1) лекции по основам имитационного моделирования и прототипирования систем связи, а также современным инструментам моделирования (Network Simulator 3, MATLAB, LabVIEW), (6) лабораторные работы, в рамках которых студенты применяют полученные знания и инструменты для исследования различных протоколов и алгоритмов, применяемых в современных системах связи.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Овладение студентами основными инструментами, применяемыми для оценки производительности современных сетей передачи данных, их протоколов и компонент.

Задачи дисциплины

- изучение основных подходов к формализации работы современных телекоммуникационных сетей, их протоколов и компонент;
- освоение современных систем имитационного моделирования сетей передачи данных;
- обучение студентов основам проектирования прототипов беспроводных устройств на основе программно-конфигурируемого радио;
- оказание консультаций студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований телекоммуникационных сетей и систем.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основные подходы к формализации работы современных телекоммуникационных сетей, их протоколов и компонент;
- основные понятия и утверждения, используемые для оценки производительности телекоммуникационных сетей;
- основные системы имитационного моделирования сетей передачи данных.

уметь:

- с помощью современных систем имитационного моделирования разрабатывать модели функционирования телекоммуникационных сетей, их протоколов и компонент;
- применять современные системы имитационного моделирования телекоммуникационных сетей, их протоколов и компонент для анализа их производительности, и надежности;
- разрабатывать прототипы беспроводных устройств на основе программно-конфигурируемого радио.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и имитационного моделирования процессов и явлений в области телекоммуникационных сетей.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Моделирование сложных систем: основные понятия и системы моделирования.		3	5	3
2	Основы создания прототипов беспроводных устройств на основе программно-конфигурируемого радио.		4	2	4
3	Основы создания имитационных моделей в среде Network Simulator 3.		4	4	4
4	Основы моделирования сигнально-кодовых конструкций.		4	4	4
Итого часов			15	15	15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 6 (Весенний)

1. Моделирование сложных систем: основные понятия и системы моделирования.

Задачи моделирования. Системы, модели и моделирование. Аналитическое и имитационное моделирование. Валидация, верификация и подготовка входных данных. Основы дискретно-событийного моделирования. Планирование экспериментов. Анализ выходных данных. Создание дискретно-событийной имитационной модели системы массового обслуживания G/G/1, постановка экспериментов, анализ численных результатов, сравнение с результатами аналитического моделирования.

2. Основы создания прототипов беспроводных устройств на основе программно-конфигурируемого радио.

Основы программирования в среде LabVIEW и проектирования прототипов беспроводных устройств с помощью систем программно-конфигурируемого радио (SDR). Установка среды LabVIEW. Написание программ в среде LabVIEW, исполняемых на процессоре. Методы отладки кода в среде LabVIEW, пробы и стоп-сигналы. Основы программирования FPGA с помощью среды LabVIEW. Сдача лабораторных работ.

3. Основы создания имитационных моделей в среде Network Simulator 3.

Основы создания имитационных моделей в среде Network Simulator 3 (NS-3). Установка среды NS-3. Реализация имитационной модели системы массового обслуживания G/G/1 в NS-3 и проведение экспериментов. Реализация модели методов доступа к каналу ALOHA и CSMA в NS-3 и проведение экспериментов. Сдача лабораторных работ.

4. Основы моделирования сигнально-кодовых конструкций.

Моделирование двоичного канала с ошибками и стираниями. Построение кривых вероятности ошибки на блок и на бит в зависимости от входной вероятности ошибки/стирания на бит для различных длин блоков. Декодирование коротких произвольных кодов, заданных своей порождающей матрицей по максимуму правдоподобия. Синдромное декодирование коротких линейных кодов Хэмминга и расширенного Хэмминга. Декодирование кодов Хэмминга по решетке. Сравнение результатов моделирования для различных видов декодера. Сдача лабораторных работ.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор или плазменная панель), доской, ноутбуком. Компьютерный класс с установленной средой имитационного моделирования Network Simulator 3.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Фонд литературы базовой кафедры (организации):

2. NS-3 Documentation. Электронный ресурс: <https://www.nsnam.org/documentation/>

Дополнительная литература

1. Компьютерные сети [Текст] = Computer Networks /Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл ; пер. с англ. А. Гребенькова, [учебник для вузов]. -СПб, Питер, 2015
2. Введение в алгебраические коды [Текст], учеб. пособие для вузов /Ю. Л. Сагалович ; М-во образования и науки РФ, Ин-т проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН. -М., ИППИ РАН, 2014

Фонд литературы базовой кафедры (организации):

4. Wehrle K., Günes M., Gross J. Modeling and Tools for Network Simulation: Springer, 2010.
5. Kleinrock L. Queueing Systems: Volume 1: Theory, 1975 //A Wiley-Interscience Publication. – 1975.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. NS-3 Documentation. Электронный ресурс: <https://www.nsnam.org/documentation/>
2. Учебный курс LabVIEW. Электронный ресурс: <http://e-lib.kemtipp.ru/uploads/25/eteo156.pdf>
3. <https://www.nsnam.org/>
4. <https://www.python.org/>
5. <http://www.ni.com/documentation/en/labview-comms/latest/manual/labview-comms-manual/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

На лабораторных занятиях используются персональные компьютеры и специализированное программное обеспечение.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общими понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, подходы к формализации работы телекоммуникационных сетей, основные системы имитационного моделирования.

Успешное освоение курса требует напряженной самостоятельной работы студента. В программе курса отведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам занятий, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения, решение задач;
- выполнение дополнительных заданий по лабораторным работам;
- подготовка к дифференцированному зачёту.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций, сдачи лабораторных работ и домашних заданий.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов следует обращаться за консультациями к преподавателю.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра проблем передачи информации и анализа данных
курс:	3
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

А.Н. Красилов, канд. техн. наук

А.А. Белогаев, ассистент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Лабораторный практикум по основам систем связи» обучающийся должен:

знать:

- основные подходы к формализации работы современных телекоммуникационных сетей, их протоколов и компонент;
- основные понятия и утверждения, используемые для оценки производительности телекоммуникационных сетей;
- основные системы имитационного моделирования сетей передачи данных.

уметь:

- с помощью современных систем имитационного моделирования разрабатывать модели функционирования телекоммуникационных сетей, их протоколов и компонент;
- применять современные системы имитационного моделирования телекоммуникационных сетей, их протоколов и компонент для анализа их производительности, и надежности;
- разрабатывать прототипы беспроводных устройств на основе программно-конфигурируемого радио.

владеть:

- навыком освоения большого объема информации;
- навыками постановки научно-исследовательских задач и имитационного моделирования процессов и явлений в области телекоммуникационных сетей.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

В рамках курса предусмотрено выполнение следующих лабораторных работ.

1. Имплементация имитационной модели системы массового обслуживания G/G/1 на языке программирования C++.

2. Имплементация имитационной модели системы массового обслуживания G/G/1 в среде NS-3.
3. Имплементация методов доступа к каналу ALOHA и CSMA в среде NS-3.
4. Имплементация скользящего среднего в среде LabView.
5. Имплементация генератора псевдослучайных чисел на FPGA.
6. Моделирование канала с ошибками и стираниями.
7. Моделирование простых линейных кодов коррекции ошибок.
8. Моделирование кодов-произведений.

По каждой лабораторной работе студенты получают дополнительные задания для домашней работы. Результаты выполненных домашних заданий обсуждаются с преподавателем. За каждую лабораторную работу выставляется оценка по десятибалльной шкале. По результатам сдачи всех лабораторных работ студенту выставляется итоговая оценка.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Задачи моделирования.
2. Системы, модели и моделирование.
3. Аналитическое и имитационное моделирование.
4. Валидация, верификация и подготовка входных данных.
5. Основы дискретно-событийного моделирования.
6. Основы создания имитационных моделей в среде Network Simulator 3 (NS-3).
7. Моделирование двоичного канала с ошибками и стираниями.
8. Построение кривых вероятности ошибки на блок и на бит в зависимости от входной вероятности ошибки/стирания на бит для различных длин блоков.
9. Декодирование коротких произвольных кодов, заданных своей порождающей матрицей по максимуму правдоподобия.
10. Синдромное декодирование коротких линейных кодов Хэмминга и расширенного Хэмминга.
11. Декодирование кодов Хэмминга по решетке.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на дифференцированном зачете не должен превышать 45 мин.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой и проч.