

**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:	Введение в методы множественного доступа
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: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составили:

А.И. Ляхов, д-р техн. наук, профессор

Е.М. Хоров, канд. техн. наук

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

Аннотация

Курс состоит из двух частей. В первой части курса студентов знакомят с основами теории массового обслуживания, а затем с ее помощью показывается необходимость методов множественного доступа.

Во второй части курса студентов знакомят с базовыми с базовыми методами случайного доступа, отвечая на вопросы: зачем нужны те или иные алгоритмы и протоколы; как они работают; и почему они устроены именно так. Кроме того, студентов знакомят с подходами к оценке производительности этих методов.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Знакомство студентов с основными методами множественного доступа, а также базовыми математическими подходами к оценкам их эффективности.

Задачи дисциплины

- познакомить студентов с основными теории массового обслуживания, с ее помощью доказать необходимость методов множественного доступа;
- познакомить студентов с базовыми методами случайного доступа, ответив на вопросы: зачем нужны те или иные алгоритмы и протоколы; как они работают; и почему они устроены именно так;
- познакомить студентов с подходами к оценке производительности этих методов;
- оказывать консультацию 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-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	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, надежность методов и	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные методы расчета простейших систем массового обслуживания;
- основные методы множественного доступа, используемые в современных беспроводных сетях;
- основные методы борьбы с интерференцией.

уметь:

- ориентироваться в многообразии методов множественного доступа, используемых в беспроводных сетях;
- проводить оценку эффективности различных методов множественного доступа в беспроводных сетях;
- проводить сравнительный анализ различных подходов к решению задачи множественного доступа.

владеть:

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

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	Задача Эрланга и ее развитие		10		5
2	Задача множественного доступа		10		5
3	Интерференция в беспроводных сетях		10		5
Итого часов			30		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. Задача Эрланга и ее развитие

Основные понятия теории массового обслуживания. Классификация потоков событий. Пуассоновский поток. Поток Пальма. Прореживание пуассоновских потоков. Помеченный пуассоновский поток. Суперпозиция пуассоновских потоков. Дисциплины обслуживания. Формула Литтла. Задача Эрланга. Система с отказами. Система с бесконечной очередью и ожиданием. Другие простейшие СМО: М/М/1, М/Д/1, М/Г/1, Д/М/1, Д/Д/1. Необходимость множественного доступа.

2. Задача множественного доступа

Методы разделения ресурсов в беспроводном канале. Централизованное и распределенное управление множественным доступом. Задача множественного доступа. Особенности беспроводного канала. Понятие коллизии. Ресурс «время-частота-код-пространство». Пропускная способность беспроводного канала. Стоимость ресурсов беспроводного канала. Модели временного и частотного разделения в канале. Прямой и обратный каналы. Метод Aloha: с непрерывным и дискретным временем (pure и slotted Aloha). Оценка производительности Aloha. Древовидные алгоритмы повышения производительности Aloha. Метод множественного доступа с прослушиванием несущей. Настойчивый, ненастойчивый, р-настойчивый, О-настойчивый доступ. Обнаружение и избегание коллизий. (CSMA/1-persistent, persistent, p-persistent, CD. CA). Пример метода случайного доступа в сетях Wi-Fi.

3. Интерференция в беспроводных сетях

Формула Шеннона. Интерференция в беспроводных сетях и сценарии, когда они возникают. Пример передачи данных между двумя парами станций. Проблема скрытых и засвеченных станций. Методы снижения потерь от интерференции в одношаговых и многошаговых сетях: доступ по расписанию, виртуальная занятость канала, запрос на отправку/подтверждение на отправку и др. Выбор скорости передачи.

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор или плазменная панель), доской.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Компьютерные сети [Текст] = Computer Networks /Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл ; пер. с англ. А. Гребенькова, [учебник для вузов]. -СПб, Питер, 2015
 2. Вычислительные системы с очередями [Текст]/Л. Клейнрок , -М., Мир, 1979
- Фонд литературы базовой кафедры (организации):
3. Теория массового обслуживания / Л.Клейнрок – М.: Книга по требованию. 2013. – 429 с. ISBN 978-5-458-35576

Дополнительная литература

Фонд литературы базовой кафедры (организации):

1. Tobagi F., Kleinrock L. Packet Switching in Radio Channels: Part III---Polling and (Dynamic) Split-Channel Reservation Multiple Access // IEEE Transactions on Communications. August 1976. Vol. COM-24. N 8. P. 832–844.
2. Tobagi F., Kleinrock L. Packet Switching in Radio Channels: Part IV--Stability Considerations and Dynamic Control in Carrier Sense Multiple Access // IEEE Transactions on Communications. October 1977. Vol. COM-25. P. 1103–1119.
3. G. Bianchi, "Performance analysis of the IEEE 802.11 distributed coordination function," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 18, no. 3, pp. 535-547, March 2000, doi: 10.1109/49.840210.

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

<http://standards.ieee.org/about/get/>
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/standards.jsp>
<http://www.rle.mit.edu/rgallager/notes.htm>
<http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека Физтеха.
<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».

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

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

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 понятия и утверждения теории массового обслуживания, теории случайных процессов, современные направления развития теории вероятностей.

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;
- подготовка к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

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

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.И. Ляхов, д-р техн. наук, профессор

Е.М. Хоров, канд. техн. наук

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-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	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 «Введение в методы множественного доступа» обучающийся должен:

знать:

- основные методы расчета простейших систем массового обслуживания;
- основные методы множественного доступа, используемые в современных беспроводных сетях;
- основные методы борьбы с интерференцией.

уметь:

- ориентироваться в многообразии методов множественного доступа, используемых в беспроводных сетях;
- проводить оценку эффективности различных методов множественного доступа в беспроводных сетях;
- проводить сравнительный анализ различных подходов к решению задачи множественного доступа.

владеть:

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

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого семинара или в конце занятия по пройденной теме.

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

Перечень контрольных вопросов к дифференцированному зачёту:

1. Основные понятия теории массового обслуживания. Классификация потоков событий. Пуассоновский поток. Поток Пальма. Прореживание пуассоновских потоков. Помеченный пуассоновский поток. Суперпозиция пуассоновских потоков. Дисциплины обслуживания.
2. Формула Литтла.
3. Задача Эрланга. Система с отказами.
4. Задача Эрланга. Система с бесконечной очередью и ожиданием.
5. Простейшие СМО: M/M/1, M/D/1, M/G/1, D/M/1, D/D/1.
6. Нетерпеливые заявки.
7. Анализ СМО с помощью средств SimEvents.
8. Совместное использование и уплотнение (мультиплексирование) канала. Необходимость множественного доступа.
9. Методы разделения ресурсов в беспроводном канале. Централизованное и распределенное управление множественным доступом. Задача множественного доступа. Особенности беспроводного канала. Понятие коллизии. Ресурс «время-частота-код-пространство». Пропускная способность беспроводного канала. Стоимость ресурсов беспроводного канала.
10. Модели временного и частотного разделения в канале. Прямой и обратный каналы.
11. Метод Aloha: с непрерывным и дискретным временем (pure и slotted Aloha). Оценка производительности Aloha.
12. Древовидные алгоритмы повышения производительности Aloha.
13. Метод множественного доступа с прослушиванием несущей. Настойчивый, ненастойчивый, р-настойчивый, О-настойчивый доступ. Обнаружение и избегание коллизий. (CSMA/1-persistent, persistent, p-persistent, CD, CA).
14. Производительность методов доступа с прослушиванием несущей.
15. Анализ эффективности множественного доступа в среде SimEvent.
16. Интерференция в беспроводных сетях и сценарии, когда она возникает. Пример передачи данных между двумя парами станций. Проблема скрытых и засвеченных станций.
17. Методы снижения потерь от интерференции в одношаговых и многошаговых сетях: доступ по расписанию, виртуальная занятость канала, запрос на отправку/подтверждение на отправку и др.

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 40 мин.

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