

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

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине:	Основы технологии Wi-Fi
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Инфокоммуникационные и вычислительные системы и технологии Физтех-школа радиотехники и компьютерных технологий Кафедра проблем передачи информации и анализа данных
курс:	4
квалификация:	Бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (Осенний) - Дифференцированный зачёт

Программу составили: **А.И. Ляхов, доктор технических наук, профессор**
Е.М. Хоров, кандидат технических наук

Аннотация

Целью данной дисциплины является знакомство студентов с основами популярной технологии Wi-Fi, а также базовыми математическими методами оценки эффективности различных алгоритмов и протоколов сетей Wi-Fi. В процессе знакомства с основными алгоритмами и протоколами работы сетей Wi-Fi, студенты приходят к ответам на вопросы: зачем нужны те или иные алгоритмы и протоколы; как они работают; и почему они устроены именно так. В рамках дисциплины студенты изучают с базовые методы оценки производительности этих алгоритмов и протоколов, основанные на широком применении аппарата теории вероятностей.

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

Семестр: 7 (Осенний)

1. Архитектура современных беспроводных сетей.

Эволюция технологий беспроводной связи. Стандарты протоколов беспроводных сетей. Топология беспроводной сети. Виды управления в топологиях с центральным узлом и без центрального узла. Адресация. Самоорганизующиеся (ad hoc) и инфраструктурные (hot spot) сети. Прямые соединения (direct links) и ретрансляция (relay) в инфраструктурных сетях. Многошаговые сети (mesh and mobile ad hoc networks). Обзор деятельности комитета по стандартизации IEEE 802. Обзор стандартов и активных групп по стандартизации. Эволюция беспроводных сетей. Актуальные задачи. Текущая деятельность IEEE 802.11: новейшие активные группы и группы, ожидающие запуска.

2. Множественный доступ к каналу в сетях Wi-Fi. Моделирование случайного доступа в сетях Wi-Fi.

Базовый метод доступа в сетях Wi-Fi. Виртуальное прослушивание канала. Механизм RTS/CTS. Политики повторных передач: с обратной связью (индивидуальная передача, блочная передача) и без обратной связи (метод безусловных повторных передач). Методы Stop-and-Wait, Go-Back-N, Selective repeat. Агрегирование как способ снизить накладные расходы. Агрегирование пакетов, кадров. TXOP. Повышение надежности передачи за счет фрагментации. Сигнально-кодовые конструкции. Выбор сигнально-кодовых конструкций для передачи. Методы доступа PCF, EDCA, HCCA.

Моделирование случайного доступа в сетях Wi-Fi. Математическая модель метода случайного доступа сети Wi-Fi. Оценка вероятности передачи станции в сети IEEE 802.11 с помощью цепи Маркова (модель Бьянки) и распределения числа попыток. Формулы расчета показателей производительности сети IEEE 802.11 с идеальным каналом при известной вероятности передачи (базовый метод доступа и механизм RTS/CTS). Учет вида распределения длин пакетов.

Оценка производительности локальных беспроводных сетей с протоколом IEEE 802.11 в условиях помех. Моделирование процесса переключения сигнально-кодовых конструкций (СКК) при передаче в беспроводном канале цепью Маркова. Оценка стационарных вероятностей передачи на каждой СКК и пропускной способности сети. Протокольная модель интерференции прямых соединений в сетях с протоколом IEEE 802.11.

Случаи интерференции. Эффект от использования разных межкадровых интервалов. Синхронная и асинхронная работа станций. Преодоление коллизий. Работа в отсутствие виртуального механизма контроля несущей. Физическая модель интерференции.

3. Биконы и их функции в беспроводных сетях.

Методы синхронизации в беспроводных сетях. Служебные каналы, биконы. Рассылка биконов в децентрализованных сетях, инфраструктурных сетях, многошаговых сетях, в сетях с направленными антеннами. Обнаружение активных сетей: активное и пассивное. Присоединение к сети. Детерминированный доступ в сетях Wi-Fi. Беспроводные сети с направленными антеннами. Моделирование протоколов беспроводных сетей, основанных на синхронизации станций. Энергосбережение в беспроводных сетях. Оценка производительности сетей Wi-Fi при использовании механизмов энергосбережения.

4. Обеспечение требуемого качества обслуживания в сетях Wi-Fi.

Модель сети IEEE 802.11 с централизованным управлением: режим PCF. Классификация трафика. Качество обслуживания (QoS) и методики его оценки. Методы поддержки QoS в сетях с централизованным и распределенным управлением. Моделирование схемы дифференцированного обслуживания (EDCA) в сетях IEEE 802.11. Расчет показателей производительности и оценка вероятностей коллизий для разных категорий доступа. Методы поддержки качества обслуживания при многоадресной передаче.

Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети // Санкт-Петербург: Питер, 2012. Изд-е 5-ое. – 960 с.
2. Bertsekas, D.P. and Gallager, R.G. Data Networks // Prentice-Hall, 1987. Edition 2, 1991. – 552 с.
3. Мизин И.А., Богатырев В.А., Кулешов А.П. Сети коммутации пакетов // М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
4. Bianchi G. Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2000. Vol. 18. P. 535-548.

5. Ляхов А.И., Якимов М.Ю. Оценка производительности сети с механизмом переключения скорости ARF с учетом коллизий // Тр. Четвертой международной конференции по проблемам управления. Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 26 – 30 января 2009. М.: ИПУ РАН, 2009. С. 1712-1721.
6. Lyakhov A., Yakimov M. Analytical Study of QoS Oriented Multicast in Wireless Networks // EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking. 2011. V. 11. Article ID 307507.
7. Ляхов А.И., Пустогаров И.А., Гудиллов А.С. Проблема неравномерного распределения пропускной способности канала в сетях IEEE 802.11 // Информационные процессы, 2008. Т. 8. N 8. С. 149-167. См. также: A. Lyakhov, I. Pustogarov and A. Gudilov. Direct links in IEEE 802.11: Analytical study of unfairness problem // Automation & Remote Control, 2008. Vol. 69. N 9. P. 1630-1645.
9. Dongxia Xu, Taka Sakurai, and Hai L. Vu. An access delay model for IEEE 802.11e EDCA // IEEE Transactions on Mobile Computing, 2009. Vol.8. P. 261-275.

Дополнительная литература

1. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.Л. Широкополосные беспроводные сети передачи информации // М.: Техносфера, 2005. – 592 с.