

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова
Департамент электронной инженерии

**Программа дисциплины
Беспроводные коммуникационные системы**

для образовательной программы «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
уровень – бакалавр

Авторы – С. Ю. Потомский, к.т.н., доцент (spotomskiy@hse.ru),
Т.М.Андреевская Т.М. , к.т.н., доцент (tandreevs@gmail.com)

Одобрена на заседании департамента электронной инженерии 22 июня 2017 г

Руководитель департамента Б.Г. Львов _____

Рекомендована Академическим советом образовательной программы
«29» июня 2017 г., № протокола 6

Утверждена «29» июня 2017 г.

Академический руководитель образовательной программы

И.В. Назаров _____

Зарегистрировано «29» июня 2017 г. № ИКТСС17-БКС

Москва, 2017

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и
другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы*



1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки бакалавра по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки бакалавра 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»;
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки бакалавра 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». (4 курс), утвержденным в 2017г.

2 Цели освоения дисциплины

Целью изучения курса «Беспроводные коммуникационные системы» является изучение принципов функционирования беспроводных сетей передачи данных, вопросы по развертыванию и эксплуатации радиосетей. вопросы безопасности, диагностики неисправностей, типовые ошибки при проектировании и установке беспроводных сетей.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоение дисциплины

В результате освоения дисциплины «Беспроводные коммуникационные системы» студент должен:

- 1.1 Знать принципы функционирования радиосетей различных технологий (wi-fi, wi-max, lte, радиорелейные сети)
- 1.2 Уметь обосновывать использование технологий при проектировании беспроводной сети в зависимости от постановки задачи.
- 1.3 Владеть базовыми средствами определения качества беспроводной связи.

В результате освоения дисциплины «Беспроводные коммуникационные системы» студент осваивает следующие компетенции:

УК-1	СК- Б1	Способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной
УК-3	СК-Б4	Способен решать проблемы в профессиональной деятельности на основе анализа и синтеза
УК-4	СК-Б5	Способен оценивать потребность в ресурсах и планировать их использование при решении задач в профессио-



УК-7	СК-Б8	Способен работать в команде
УК-9	СК-Б10	Способен критически оценивать и переосмысливать накопленный опыт (собственный и чужой), рефлексировать профессиональную и социальную деятельность
ПК-1	ИК-Б1.1_4.1_4.3_4.6.НИД_АД (ИКТСС)	Способен к поиску, сбору, анализу и систематизации отечественной и зарубежной научно-технической информации по тематике исследований в области ИКТСС на русском и иностранном языках
ПК-3	ИК-Б1.1_1.2.НИД_6.1. (ИКТСС)	Способен выполнять экспериментальные исследования объектов профессиональной деятельности в области ИКТСС по заданным методикам и обрабатывать результаты исследований с применением современных информационных технологий и технических средств
ПК-7	ИК-Б1.1_4.1_4.3_4.6.ПД8_АД (ИКТСС)	Способен искать, отбирать и анализировать информацию для формирования исходных данных проектирования, для расчета схем, устройств и приборов и решения других конкретных проектных задач
ПК-14	ИК-Б1.1_ПТД_ИКТСС5	Способен проводить диагностику и контроль технического состояния и осуществлять эксплуатационные испытания устройств и систем инфокоммуникационного оборудования
ПК-24	СЛК-Б3	Способен гибко адаптироваться к различным профессиональным ситуациям, проявлять творческий подход, инициативу и настойчивость в достижении целей профессиональной деятельности и личных

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к блоку "Приборы и устройства мобильной связи и коммуникаций" дисциплин по выбору базовой части профессионального цикла, обеспечивающих подготовку бакалавра по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Дисциплина читается на 4 курсе в 2 и 3 модулях. Зачетных единиц 6, всего часов 228, из них аудиторных 40, в том числе лекций 20, семинаров 20, Самостоятельная работа студентов 188 часов.

Текущий контроль: отсутствует

Промежуточный контроль: отсутствует

Итоговый контроль – экзамен в 3 модуле.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

Общая теория связи

Цифровые системы передачи и приема информации



5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Само- стоя- тельная работа
			Лекции	Семинары	Практич. занятия	
1	Введение. Обзор современ- ных беспроводных систем.	14	4		2	8
2	Модели передачи и приема радиосигналов в свободном пространстве	46	2		4	40
3	Пропускная способность беспроводных каналов связи	24	2		2	20
4	Характеристики цифровой модуляции в беспроводных системах передачи.	24	2		2	20
5	Многостанционный доступ. Восходящий и нисходящий каналы	48	4		4	40
6	Сотовые системы с базовой инфраструктурой	24	2		2	20
7	Примеры быстродействую- щих беспроводных широко- полосных сетей. -4 час	48	4		4	40
	Итого:	228	20		20	188

6 Формы контроля знаний студентов

Тип кон- троля	Форма контроля	4 год				Параметры
		1	2	3	4	
Итоговый	экзамен			*		

- итоговый контроль - экзамен

6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Итоговый экзамен по дисциплине проводится в конце изучения курса после 3 модуля в присутствии преподавателя. Перед началом **экзамена по дисциплине** студенту выдаётся два вопроса по пройденному материалу, как на лекциях, так и на семинарах. От-



веты на предложенные вопросы излагаются в устной форме. Время подготовки к ответу на вопросы экзамена – 45 минут. Экзамен оценивается исходя из полноты и правильности ответов на экзаменационные вопросы.

Оценки по всем формам текущего и итогового контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

7 Содержание дисциплины

1	Введение. Обзор современных беспроводных систем (БКС). – 4 час Классификация и технологии БКС. Стандартизация. Модель OSI. Методы доступа к каналам связи.
2	Модели передачи и приема радиосигналов в свободном пространстве -2 час Распространение радиоволн в свободном пространстве. Экспериментальные модели. Вероятность перерывов связи.
3	Пропускная способность беспроводных каналов связи -2 час Модель канала и системы с гауссовым шумом. Каналы с разнесенным приемом. Канал с замираниями.
4	Характеристики цифровой модуляции в беспроводных системах передачи. -2 час Отношение сигнал/шум и энергия на бит или символ. Вероятность ошибки при различных видах модуляции. Замирания. Межсимвольная интерференция.
5	Многостанционный доступ. Восходящий и нисходящий каналы - 4 час Групповой канал. Восходящий и нисходящий каналы. Частотное разделение, временное разделение, кодовое разделение. Алгоритм ALOHA/ Пропускная способ-
6	Сотовые системы с базовой инфраструктурой -2 час Повторное использование каналов. Емкость соты и отношение сигнал/помеха. Распределение ресурсов. Эффективность использования спектральной области.
7	Примеры быстродействующих беспроводных широкополосных сетей. -4 час Глобальная система GPS. ГЛОНАСС. Сети передачи данных. Сети зданий. Сети управления. Уровни протоколов.

8 Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает работу студентов на лекциях и практических занятиях. Итоговая оценка формируется как взвешенная сумма оценки, накопленной в течение курса, и оценки за экзамен.

Накопленная оценка ($O_{\text{нак}}$) (максимум 10 баллов) включает оценку за выполнение заданий на практических занятиях и активность на лекциях.

Значения накопленных оценок доводятся до студентов на последнем занятии.

Итоговый экзамен ($O_{\text{экз}}$) (максимум 10 баллов): устный экзамен

Результующая оценка ($O_{\text{рез}}$) (максимум 10 баллов) по курсу определяется с учетом накопленной оценки $O_{\text{нак}}$ (с весом 0,5) и оценки за экзамен в конце курса $O_{\text{экз}}$ (с весом 0,5) по следующей формуле:



$$O_{рез} = 0,5 O_{нак} + 0,5 \cdot O_{экз}$$

В диплом выставляется результирующая оценка.

Все округления производятся в соответствии с арифметическим способом округления:

$\geq x,5$ – оценка округляется в большую сторону ($x+1$);

$< x,5$ – оценка округляется в меньшую сторону (x).

Накопленная оценка рассчитывается в каждом модуле в виде взвешенной суммы накопленной оценки за практические занятия $O_{практ}$ и накопленной оценки за активность и посещаемость на лекциях $O_{акт}$

$$O_{нак} = 0.7O_{практ} + 0.3O_{акт},$$

причем

$$O_{практ} = 0.5 O_{практ1} + 0.5 O_{практ2}.$$

$$O_{акт} = 0.5 O_{акт1} + 0.5 O_{акт2}$$

Сами же накопленные оценки за практические занятия и активность на лекции получают в виде среднего арифметического по всем соответствующим занятиям в модулях:

$$O_{практ1,2} = \sum O_{пр,i} / N_{пр},$$

$$O_{акт1,2} = \sum O_{лекц,i} / N_{лекц}$$

где $O_{пр,i}$ – оценка за каждое практическое задание. $O_{акт}$ – оценка посещаемости и активности на каждой лекции модуля.

Все оценки выставляются по 10-балльной шкале. Накопленная оценка определяется перед началом зачётно-экзаменационной сессии.

Максимальная оценка в 10 баллов выставляется по каждой отчётной единице при условии её сдачи в установленные сроки без ошибок и хорошем оформлении.

Штрафные баллы вычитаются из максимальной оценки: 1–2 балла за небрежное оформление, 1 балл за каждую повторную сдачу на проверку после исправления (на исправление предоставляется одна неделя), 1 балл за каждую просроченную неделю.

Студент может получить возможность пересдать низкие результаты за любой из видов текущего контроля и самостоятельную работу.

На экзамене студент может получить дополнительный вопрос (дополнительную практическую задачу), ответ на который оценивается в 1 балл.

Итоговая экзаменационная оценка по итогам изучения дисциплины автоматически (без сдачи экзамена) может быть проставлена студенту по итоговой накопленной оценке, если её значение равно или превышает 8 баллов. Если накопленная оценка меньше 8 баллов, студент обязан сдавать экзамен. Студент, которого не удовлетворяет автоматическая оценка за экзамен, имеет право сдавать экзамен.

Неявка студента на экзамен не является основанием для расчета результирующей оценки. В случае неявки результирующая оценка студента не рассчитывается. Пересдача обязательна.

Оценки за курс определяются по количественной десятибалльной и качественной шкалам.

Количество набранных баллов	Оценка по десятибалльной шкале	Оценка по пятибалльной шкале
9,5-10	10	Отлично
8,5-9,4	9	Отлично



7,5-8,4	8	Отлично
6,5-7,4	7	Хорошо
5,5-6,4	6	Хорошо
4,5-5,4	5	Удовлетворительно
3,5-4,4	4	Удовлетворительно
2,5-3,4	3	Неудовлетворительно
1,5-2,4	2	Неудовлетворительно
0–1,4	1	Неудовлетворительно

9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Место беспроводной коммуникационной системы в современном мире. Основные преимущества и недостатки по сравнению с проводными и оптоволоконными системами.
2. Эталонная модель взаимодействия открытых систем OSI.
3. Диапазоны и особенности распространения в свободном пространстве электромагнитных волн.
4. Общие сведения об антеннах.
5. Беспроводные системы связи. Назначение, классификация. Основные характеристики и параметры. Помехоустойчивость.
6. Радиорелейная связь. Классификация. Принцип работы.
7. Системы подвижной связи. Многостанционный доступ.
8. Сотовые системы связи стандарта GSM
9. Транкинговая связь
10. Системы подвижной спутниковой связи.
11. Виды орбитальных группировок. Орбиты .
12. Архитектура и основные принципы работы спутниковых систем связи. Восходящий и нисходящий каналы.
13. Модели распространения радиоволн в пространстве. Потери на трассе.
14. Экспериментальные модели потерь на трассе распространения: модель Окумуры, модель Хата, кусочно-линейная модель потерь на трассе.
15. Пропускная способность беспроводного канала с гауссовым шумом, с амплитудными замираниями, разнесенным приемом.
16. Квадратурная реализация модуляторов и детекторов.
17. Вероятность ошибки при различных видах модуляции.
18. Типы модуляции для каналов с замираниями.
19. Глобальная сеть Интернет.
20. Беспроводная сеть Wi-Fi.
21. Множественный доступ с пространственным разделением
22. Множественный доступ с частотным разделением
23. Множественный доступ с временным разделением
24. Мультиплексирование с кодовым разделением
25. мультиплексирование посредством ортогональных несущих.
26. Случайный доступ (классическая схема Aloha).



10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Базовый учебник отсутствует

10.2 Основная литература

1. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации. Пер.с англ.- Техносфера, М., 2011. 904 с.
2. Гейер, Джим., Беспроводные сети. Первый шаг : Пер. с англ. — М. : Издательский дом "Вильямс", 2005. — 192 с.: ил. — Парал. тит. англ.

10.3 Дополнительная литература

1. В.Вишневский , С.Портной, И.Шахнович. ЭНЦИКЛОПЕДИЯ WiMAX ПУТЬ К 4G

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции и семинары проводится в общеинститутских аудиториях

Авторы программы: _____ / С. Ю. Потомский /

_____ / Т.М.Андреевская/