

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

 О.И. Чуприс


Регистрационный № УД-5814 /уч.

СОВРЕМЕННЫЕ СЕТИ ЦИФРОВОЙ РАДИОСВЯЗИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности**

**1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям)
Направление специальности 1-31 03 07-02 Прикладная информатика
(информационные технологии телекоммуникационных систем)**

2018 г.

Учебная программа составлена на основании ОСВО 1-31 03 07-2013 и учебного плана G31-170/уч.2013.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.И. Листопад, профессор кафедры телекоммуникаций и информационных технологий Белорусского государственного университета, доктор технических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой телекоммуникаций и информационных технологий факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 16.10.2018 г.)

Учебно-методической комиссией факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 23.10.2018 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина посвящена основам построения современных сетей цифровой радиосвязи, включая теорию информации, помехоустойчивое кодирование, модуляцию и демодуляцию сигналов.

При изучении учебной дисциплины рассматриваются такие темы, как модели каналов цифровой радиосвязи, теория информации и эффективность систем цифровой радиосвязи, кодирование источника и помехоустойчивое кодирование, современные системы и сети беспроводного широкополосного радиодоступа.

Целью изучения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка студентов по современным методам анализа и синтеза современных сетей связи, формирование знаний и умений о цифровых системах радиосвязи, а также получение навыков и умений по проектированию беспроводных сетей.

Задачи изучения учебной дисциплины: формирование знаний, принципов и методов построения современных сетей цифровой радиосвязи, изучение отдельных стандартов и протоколов передачи данных, основных направлений развития мобильных сетей нового поколения, подготовка обучающихся к дальнейшему изучению дисциплин специальности и специализаций.

Для успешного усвоения учебной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Математика», «Телекоммуникационные технологии и системы», «Основы информационной безопасности». Знания, полученные в рамках учебной дисциплины «Современные сети цифровой радиосвязи» дают базу, необходимую для успешного изучения учебной дисциплины «Моделирование телекоммуникационных систем».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные виды современных сетей цифровой радиосвязи;
- основы теории информации;
- модели взаимодействия открытых систем;
- системы беспроводного радиодоступа;
- системы и сети беспроводного широкополосного радиодоступа;
- методы обеспечения качества обслуживания в сетях телекоммуникаций.

уметь:

- проектировать аппаратно-программные комплексы цифровой радиосвязи, включая сети широкополосного радиодоступа;
- осуществлять техническую поддержку сетей цифровой радиосвязи;
- администрировать сети цифровой радиосвязи;
- обеспечивать сервисное обслуживание современных сетей цифровой радиосвязи;

владеть:

- методами проектирования современных сетей цифровой радиосвязи;

- способами технической поддержки сетей цифровой радиосвязи;
- технологиями сервисного обслуживания аппаратно-программных комплексов цифровой радиосвязи.

Состав компетенций специалиста

Требования к академическим компетенциям специалиста:

- АК-1- уметь применять базовые научно - теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- АК-2- владеть системным и сравнительным анализом;
- АК-3- владеть исследовательскими навыками;
- АК-4- уметь работать самостоятельно;
- АК-5- быть способным вырабатывать новые идеи (креативность);
- АК-6- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- АК-7- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- АК-8- обладать навыками устной и письменной коммуникации;
- АК-9- уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста:

- СЛК-1- обладать качествами гражданственности;
- СЛК-2- быть способным к социальному взаимодействию;
- СЛК-3- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- СЛК-4- владеть навыками здоровьесбережения;
- СЛК-5- быть способным к критике и самокритике;
- СЛК-6- уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста:

- ПК-1- проектировать, разрабатывать и тестировать техническое обеспечение компьютерных и телекоммуникационных систем различных видов;
- ПК-2- разрабатывать технические задания на проектируемый объект телекоммуникационной сети с учетом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- ПК-3- применять профессиональные знания и навыки для проведения научных исследований в области прикладной информатики;
- ПК-4- разрабатывать и совершенствовать методы исследований в области информационных и телекоммуникационных систем;
- ПК-5- работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий;
- ПК-6- формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы;
- ПК-7- пользоваться глобальными информационными ресурсами;

ПК-8- на основе технической документации выполнять внедрение и сопровождение программного обеспечения, в том числе разработанного сторонними организациями;

ПК-9- на основе технической документации выполнять внедрение и сопровождение технического обеспечения компьютерных и телекоммуникационных систем, в том числе разработанного сторонними организациями;

ПК-10- оказывать консультации по вопросам работы технических средств компьютерных и телекоммуникационных систем, в том числе разработанных сторонними организациями;

ПК-11- проводить обучение специалистов, занимающихся эксплуатацией технических средств компьютерных и телекоммуникационных систем;

ПК-12- обеспечивать обучение персонала правилам безопасности и осуществлять своевременную проверку знаний;

ПК-13- осваивать и реализовывать управленческие инновации в профессиональной деятельности;

ПК-14- организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей;

ПК-15- взаимодействовать со специалистами смежных профилей;

ПК-16- вести переговоры, разрабатывать контракты с другими заинтересованными участниками;

ПК-17- готовить доклады и материалы к презентациям;

ПК-18- работать с юридической литературой и трудовым законодательством;

ПК-19- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;

ПК-20- определять цели инноваций и способы их достижения.

На изучение дисциплины в 8 семестре отводится всего 120 часов, из них аудиторные - 62 часа: 34 часа – лекции, 28 часов – лабораторные работы. Число зачетных единиц – 3,5.

Форма текущей аттестации – экзамен в восьмом семестре.

Форма получения образования – очная.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Понятие систем цифровой радиосвязи.

Обзор средств передачи данных. Прием и излучение электромагнитных волн. Цифровые представления сигналов. Методы цифровой модуляции. Уровни эталонной модели OSI. Протоколы уровней. Эталонная модель TCP/IP. Виртуальные каналы ATM. Структура ячейки ATM. Эталонная модель ATM. Сети на основе соединений X.25, ретрансляции кадров (FR). Структурная схема цифровой радиосвязи.

Тема 2. Модели каналов цифровой радиосвязи.

Классификация каналов по характеру распространения электромагнитных волн. Характеристики каналов связи. Искажения сигналов в радиоканале. Паразитные эффекты при приеме и обработке сигналов в системах цифровой радиосвязи. Математическая модель канала с замираниями. Примеры математических моделей каналов. Характеристики многолучевого канала в условиях прямой видимости. Модели ошибок в каналах цифровой радиосвязи.

Тема 3. Теория информации и эффективность систем цифровой радиосвязи.

Мера информации. Производительность источника информации. Основная теорема для каналов без шумов. Информация при недетерминированных преобразованиях. Канал связи с шумами. Пропускная способность типового канала связи. Достижимые показатели эффективности систем цифровой радиосвязи.

Тема 4. Дискретизация и квантование сигналов.

Дискретизация по времени. Представление аналоговых сигналов в дискретной форме. Теорема В.А.Котельникова. Дискретизация сигналов в реальных системах. Квантование по уровню. Место квантования сигнала в процедуре преобразования аналоговых сигналов в цифровые. Величина шума квантования. Техническая реализация схем квантования по уровню.

Тема 5. Кодирование источника.

Понятие префиксного кода. Неравенство Крафта. Алгоритм Хаффмана. Алгоритм Лемпея-Зива-Велча. Алгоритм голосового кодирования.

Тема 6. Помехоустойчивое кодирование в системах цифровой радиосвязи.

Необходимость канального кодирования. Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования. Классификация помехоустойчивых кодов. Блочное линейное кодирование. Древовидные коды. Кодирование методом укрупнения алфавита. Циклические коды. Мажоритарно декодируемые коды. Декодирование циклических кодов. Сверточные коды. Основные принципы каскадного кодирования. Сверточные турбокоды. Блочные турбокоды. Перемежение данных. Блочное перемежение.

Тема 7. Модуляция в основной полосе частот.

Основные принципы модуляции. Коды линий. Код без возвращения к нулю. Манчестерский код. Код с возвращением к нулю. Код с чередующейся инверсией. Биполярный код высокой плотности порядка n .

Тема 8. Полосовая модуляция/демодуляция.

Основные принципы полосовой модуляции. Краткий обзор методов цифровой модуляции. Представление сигнала в комплексном виде (аналитический сигнал). Помехоустойчивость процесса демодуляции. Основные методы дискретной модуляции. Спектральные характеристики излучения при дискретной полосовой модуляции. Сигнально-кодовые конструкции.

Тема 9. Методы обеспечения качества обслуживания в сетях телекоммуникаций.

Основные требования. Методы обеспечения заданного качества обслуживания. Интегральное обслуживание. Дифференциальное обслуживание. Коммутация меток и MPLS.

Тема 10. Современные системы и сети беспроводного широкополосного радиодоступа.

Общая характеристика сетей и систем беспроводного радиодоступа. Сети связи на основе технологии Bluetooth. Спецификация стандарта Bluetooth. Особенности организации пикосетей. Службы (Profile) Bluetooth. Сети сотовой связи. Сети 3G. Сети 4G. Технология беспроводного доступа Wi-Fi. Технология беспроводного доступа Wi-Max.

Тема 11. Спутниковые системы связи.

Типы орбит и их основные характеристики. Классификация систем мобильной спутниковой связи. Система спутниковой подвижной связи INMARSAT. Система связи GLOBALSTAR. Спутники против волокна.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (составляется в соответствии с содержанием)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4		5	6	8	9
1	Понятие систем цифровой радиосвязи	4			4			отчет по лабораторной работе
	1.1 Обзор средств передачи данных. Цифровые представления сигналов.	2						
	1.2. Уровни эталонной модели OSI. Виртуальные каналы ATM. Сети на основе соединений X.25 и ретрансляции кадров (FR).	2						
2	Модели каналов цифровой радиосвязи	2			4			отчет по лабораторной работе
3	Теория информации и эффективность систем цифровой радиосвязи.	4			4			отчет по лабораторной работе
	3.1. Мера информации. Основная теорема для каналов без шумов.	2						
	3.2. Канал связи с шумами. Пропускная способность типового канала связи.	2						
4	Дискретизация и квантование сигналов	4			4			отчет по лабораторной работе

	4.1. Дискретизация по времени. Теорема В.А.Котельникова.	2					
	4.2. Дискретизация сигналов в реальных системах. Место кантования сигнала в процедуре преобразования аналоговых сигналов в цифровые	2					
5	Кодирование источника	2					
6	Помехоустойчивое кодирование в системах цифровой радиосвязи.	4			4		отчет по лабораторной работе
	6.1. Необходимость канального кодирования. Общие принципы помехоустойчивого кодирования и декодирования.	2					
	6.2. Классификация помехоустойчивых кодов. Перемежение данных.	2					
7	Модуляция в основной полосе частот	2					
8	Полосовая модуляция/демодуляция	4			4		отчет по лабораторной работе
	8.1. Основные принципы полосовой модуляции. Краткий обзор методов цифровой модуляции.	2					
	8.2. Основные методы дискретной модуляции. Сигнально-кодовые конструкции.	2					
9	Методы обеспечения качества обслуживания в сетях телекоммуникаций	2					
10	Современные системы и сети беспроводного широкополосного радиодоступа	4			4		отчет по лабораторной работе
	10.1. Общая характеристика сетей и систем беспроводного радиодоступа. Сети связи на основе технологии Bluetooth.	2					
	10.2. Сети сотовой связи. Технологии беспроводного доступа Wi-Fi и Wi-Max.	2					
11	Спутниковые системы связи	2					
	Итого	34			28		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень литературы:

Основная

1. Теоретические основы цифровой радиосвязи: учебное пособие / Н.И.Листопад [и др.] – Минск : БГУИР, 2013. – 330 с.
2. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2015. – 394 с.:ил.

Дополнительная

3. Системы и сети цифровой радиосвязи: учебное пособие / Н.И.Листопад [др.]. – Минск : «Изд-во Гревцова», 2009. – 200 с.: ил.
4. Основы системного подхода и системного анализа: методические указания к практическим занятиям / С. В. Куркина. – Ульяновск : УлГТУ, 2014. – 30 с.
5. Прокис, Дж. Цифровая связь: пер. с англ.; под ред. Д.Д.Кловского /М.: Радио и связь. 2000. – 800с.
6. Таненбаум, Э. Компьютерные сети. – 4-е изд./ СПб.: Питер, 2010. – 992с.

Перечень используемых средств диагностики

Для контроля качества обучения используются следующие средства диагностики:

- отчет по лабораторной работе.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в БГУ (Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД;
3. Критериев оценки знаний студентов (письмо Министерства образования от 22.12.2003 г.)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
«Моделирование телекоммуникационных систем»	кафедра телекоммуникаций и информационных технологий	нет	изменений не требуется протокол № 3 от 16.10.2018г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на _____ / _____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № _____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(ученая степень, звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)