

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ М.В. Давыдов

24.12.2019г.

Регистрационный № УД-6-1330/уч.

«МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ С РАСШИРЕНИЕМ СПЕКТРА»

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:

1-45 80 01 «Системы и сети инфокоммуникаций»

2019 г.

Учебная программа учреждения высшего образования составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-45 80 01-2019 и учебного плана специальности 1-45 80 01 «Системы и сети инфокоммуникаций».

Составитель:

В. Н. Мищенко, доцент кафедры инфокоммуникационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент.

Рецензенты:

Кафедра защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 5 от 30.10.2019г.);

С.И. Половения, заведующий кафедрой телекоммуникационных систем учреждения образования «Белорусская государственная академия связи», кандидат технических наук, доцент.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению:

Кафедрой инфокоммуникационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 1 от 30.08.2019г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 4 от 20.12.2019г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа рассчитана на 116 учебных часов (3 з.е.)

План учебной дисциплины в дневной форме обучения:

Код специальности	Название специальности	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия семинары	
1-45 80 01	Системы и сети инфокоммуникаций	1	2	58	26	8	24	экзамен

План учебной дисциплины в заочной форме обучения:

Код специальности	Название специальности	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Контрольные работы	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия ,семинары		
1-45 80 01	Системы и сети инфокоммуникаций	1	2	16	6	4	6	1	экзамен

Место учебной дисциплины.

Учебная дисциплина «Методы передачи с расширением спектра» является одной из первых, в рамках изучения которой магистранты приобретают знания об основах построения и функционирования инфокоммуникационных систем и сетей. Она находится на стыке дисциплин, обеспечивающих базовую и специальную подготовку магистрантов.

Цель преподавания учебной дисциплины: изучение основных принципов и особенностей реализации методов передачи с расширением спектра и приобретение навыков построения на их основе систем передачи информации с расширением спектра.

Задачи изучения учебной дисциплины:

- приобретение знаний в области методов передачи информации, принципов реализации методов передачи с расширением спектра, архитектуры и топологии систем с расширением спектра;
- овладение методами настройки и эксплуатации основного оборудования систем передачи с расширением спектра.

В результате изучения учебной дисциплины «Методы передачи с расширением спектра» формируются следующие компетенции:

специализированные:

- владеть теорией передачи сигналов, распространений радиоволн, модуляции и кодирования, уметь применять ее к проектированию систем и сетей инфокоммуникаций;
- владеть методами помехоустойчивого кодирования данных, уметь применять их для разработки помехоустойчивых инфокоммуникационных сетей.

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен:

знать:

- структуру и особенности построения систем передачи с расширением спектра;
- характеристики процессов и методов повышения надежности и производительности при реализации методов передачи с расширением спектра;
- способы и методы модуляции и кодирования в системах передачи с расширением спектра;
- общие принципы формирования параметров качества в системах передачи с расширением спектра;
- функции и методы обеспечения безопасности и ограничения доступа в системах передачи с расширением спектра;

уметь:

- определять и анализировать основные параметры систем передачи с расширением спектра;
- проектировать фрагменты систем передачи с расширением спектра на современном телекоммуникационном оборудовании;

владеть:

- основными методами настройки, эксплуатации и проектирования основных устройств и элементов систем передачи с расширением спектра.

**Перечень учебных дисциплин, усвоение которых необходимо
для изучения данной учебной дисциплины.**

№ п.п.	Название учебной дисциплины	Раздел, темы
1	Математика	Комплексные числа. Интегральное исчисление функций одной переменной. Числовые, функциональные и степенные ряды. Фурье-анализ. Функции комплексной переменной.
2	Теория электрической связи	Математические модели сигналов. Модуляция сигналов. Математические модели каналов связи. Основы теории передачи информации. Помехоустойчивость систем связи. Оценка эффективности систем связи.

1. Содержание учебной дисциплины

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
Раздел 1. Основные особенности функционирования и основы построения систем передачи с расширением спектра		
1	Основы построения систем передачи с расширением спектра.	Основные особенности построения систем передачи с расширением спектра. Понятия: «широкополосные сигналы», «псевдослучайные последовательности», «база сигнала», «отношение сигнал/шум». Основные процедуры генерации и обработки широкополосных сигналов.
2	Широкополосные сигналы и псевдослучайные последовательности.	Использование широкополосных сигналов и псевдослучайных последовательностей в системах радиосвязи. Методы широкополосной передачи. Последовательности Баркера, М-последовательности, коды Уолша.
3	Особенности использования широкополосных сигналов в системах телекоммуникаций	Защита от замираний. Электромагнитная совместимость. Анализ помехозащищенности при широкополосной передаче.
4	Вероятностные модели многолучевых радиоканалов	Многолучевой канал. Основные характеристики многолучевых каналов. Вероятностные модели многолучевых радиоканалов.
5	Методы обеспечения эффективной работой систем радиосвязи по многолучевым каналам	Методы когерентного приема сигналов радиосвязи. Алгоритм Витерби для приема радиосвязи. Методы ортогонального частотного разделения.
Раздел 2. Перспективные системы передачи с расширением спектра		
6	Системы беспроводного радиодоступа	Особенности построения и функционирования систем беспроводного радиодоступа с расширением спектра стандартов IEEE 802.11, ZeeBee. Особенности функционирования в составе сложных телекоммуникационных сетей.
7	Основные процедуры в сетях беспроводного до-	Управление доступом, аутентификация, ассоциация, безопасность передачи данных в сетях стандарта IEEE 802.11.

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
	ступа стандарта IEEE 802.11	
8	Системы сотовой связи третьего поколения.	Архитектура и особенности построения сетей сотовой связи третьего поколения стандарта UMTS. Особенности систем третьего поколения стандарта UMTS
9	Каналы управления в стандарте UMTS.	Логические, транспортные и физические каналы в стандарте UMTS. Мультиплексирование информации и организация множественного доступа в сетях UMTS. Управление мобильностью, идентификация и адресация абонентов и их терминального оборудования
10	Протоколы взаимодействия подсистем и управления качества передачи сигналов в сети UMTS.	Протоколы взаимодействия подсистем и управления качества передачи сигналов в сети UMTS. Услуги в сети UMTS. Качество обслуживания, подсистемы услуг.
11	Системы сотовой связи четвертого поколения	Архитектура и особенности построения сетей сотовой связи четвертого поколения стандарта LTE.
12	Особенности организации радиointерфейса в системах сотовой связи четвертого поколения стандарта LTE	Основные особенности и характеристики радиointерфейса типа OFDMA и SC-FDMA в системах сотовой связи четвертого поколения стандарта LTE
13	Логические, транспортные и физические каналы сети E-UTRAN.	Особенности организации логических, транспортных и физических каналов сети радиодоступа E-UTRAN.

2. Информационно-методический раздел

2.1 Литература

2.1.1 Основная

- Ипатов, В. П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения / В. П. Ипатов. – М.: Мир связи, 2007. – 488 с.
- Весоловский, К. Системы подвижной радиосвязи / К. Весоловский. – М.: Эко-Трендз, 2006. – 536 с.: ил.
- Тихвинский, В. О. Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев. - М.: Эко-Трендз, 2007. – 400 с.
- Крук, Б. И. Телекоммуникационные системы и сети. Т. 1: Современные технологии : учеб. пособие для высших учеб. заведений / Б. И. Крук, В. Н. Попантопуло, В. П. Шувалов. – М. : Горячая Линия – Телеком, 2003. – 648 с.
- Телекоммуникационные системы и сети. Т. 2: Радиосвязь, радиовещание, телевидение : учеб. пособие для высших учеб. заведений / Г. П. Катунин [и др.]. – М. : Горячая Линия – Телеком, 2004. – 672 с.

6. Беспроводные сети WI-FI: учебное пособие / А. В. Пролетарский [и др.]. - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 214 с

7. Волков Л.Н., Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики : учебное пособие / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. – М.: Эко-Тренз, 2005. – 392 с.

2.1.2. Дополнительная

8. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, / Б. Скляр ; пер. с англ. - 2-е изд. – М. : Вильямс, 2003. – 1104 с.

9. Технология OFDM: [учебное пособие] / М. Г. Бакулин [и др.]. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. - 352 с.

2.2 Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

1. Лабораторный макет, используемый для исследования базовой станции NOKIA FLEXI.

2. Лабораторный макет, используемый для исследования беспроводной точки доступа D-Link.

3. Мищенко В.Н. Изучение блоков и устройств для телекоммуникационных систем с помощью программы VisSim 5.0: лаб. практикум для студ. спец. 1-45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций», 1-450102 «Радиосвязь, радиовещание и телевидение». - / В. Н. Мищенко. – Минск : БГУИР, 2009. – 74 с. : ил.

4. Контрольное задание для самостоятельной работы по дисциплине «Методы передачи с расширением спектра».

5. Мищенко, В. Н. Системы подвижной радиосвязи и радиоопределения. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие / В. Н. Мищенко. – Минск : БГУИР, 2019. – 163 с. : ил. (с грифом УМО).

2.3. Перечень тем практических занятий, их название

Целью практических занятий является закрепление теоретического курса, приобретение навыков решения задач, активация самостоятельной работы магистрантов.

№ темы по п.1	Название практического занятия	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
1	Основы построения систем передачи с расширением спектра.	Анализ основных особенностей построения систем передачи с расширением спектра. Изучение понятий: «широкополосные сигналы», «псевдослучайные последовательности», «база сигнала», «отношение сигнал/шум».	п. 1-5
2	Широкополосные сигналы.	Использование широкополосных сигналов в системах радиосвязи. Методы широкополосной передачи.	п. 1-5
2	Псевдослучайные последовательности.	Характеристики и особенности последовательностей Баркера, М-последовательностей, кодов Уолша.	п.1-5
3	Особенности использования широкополосных сигналов в системах телекоммуникаций	Защита от замираний. Электромагнитная совместимость.	п.1-5
3	Обеспечение помехозащищенности в системах радиосвязи	Анализ помехозащищенности при широкополосной передаче.	п. 1-5
4	Вероятностные модели многолучевых радиоканалов	Многолучевой канал. Основные характеристики многолучевых каналов. Вероятностные модели многолучевых радиоканалов.	п. 1-5
5	Методы обеспечения эффективной работой систем радиосвязи по многолучевым каналам	Методы когерентного приема и обработки сигналов радиосвязи. Алгоритм Витерби для приема радиосвязи.	п. 1-5
5	Методы обеспечения эффективной работой систем радиосвязи по многолучевым каналам	Анализ эффективности методов ортогонального частотного разделения.	п. 1-5
6	Системы беспроводного радиодоступа	Особенности построения и функционирования систем беспроводного радиодоступа с расширением спектра. Основные параметры системы стандартов IEEE 802.11, ZeeBee.	п. 1-5
8	Системы сотовой связи третьего поколения	Изучение архитектуры и особенностей построения сетей сотовой связи третьего поколения стандарта UMTS.	п. 1-5
11	Системы сотовой связи четвертого поколения	Изучение архитектуры и особенности построения сетей сотовой связи четвертого поколения стандарта LTE.	п. 1-5

№ темы по п.1	Название практического занятия	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
12	Основные особенности и характеристики радиоинтерфейса типа OFDMA и SC-FDMA в системах сотовой связи четвертого поколения стандарта LTE	Изучение основных характеристик радиоинтерфейса типа OFDMA и SC-FDMA в системах сотовой связи четвертого поколения стандарта LTE	п. 1-5

2.4. Перечень тем лабораторных занятий, их название

Основная цель проведения лабораторных занятия состоит в закреплении теоретического материала курса, приобретении навыков выполнения эксперимента, обработки экспериментальных данных, анализа результатов, грамотного оформления отчетов.

№ темы по п.1	Наименование лабораторной работы	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
8	Изучение принципов построения и проверка работоспособности базовой станции NOKIA FLEXI	Выполняется изучение принципов построения и проверка работоспособности базовой станции NOKIA FLEXI	1
6	Исследование характеристик точки доступа D-Link для организации беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11	Выполняется исследование характеристик и настройка функционирования точки доступа D-Link для организации беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11.	2

2.5 Контрольная работа, ее характеристика

Основная цель выполнения контрольной работы состоит в самостоятельном решении индивидуальных заданий для закрепления теоретического материала дисциплины и приобретения навыков работы с учебной и научно-технической литературой.

№ темы по п.1	Наименование контрольной работы	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
8	Расчет потерь сигнала в системах сотовой связи с расширением спектра и эскизное проектирование сетей сотовой связи	Исходные данные к расчетам: количество абонентов, число каналов, тип кластера, площадь населенного пункта и другие параметры. В решении контрольной работы должны быть указаны все промежуточные расчеты. На контрольную работу определяется одна из задач по расчету параметров систем сотовой связи с расширением спектра и эскизного проектирования сетей сотовой связи.	4

2.6 Перечень рекомендуемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для диагностики результатов учебной деятельности могут применяться следующие формы:

- контрольная работа,
- контрольный опрос,
- защита лабораторной работы.

3.1 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в дневной форме обучения

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
		ЛК	ПЗ	Лаб. зан.		
Раздел 1. Основные особенности функционирования и основы построения систем передачи с расширением спектра						
1	Основы построения систем передачи с расширением спектра.	2	2	-	4	Контрольный опрос
2	Широкополосные сигналы и псевдослучайные последовательности.	2	2	-	4	Контрольный опрос
3	Особенности использования широкополосных сигналов в системах телекоммуникаций	2	4	-	4	Контрольный опрос
4	Вероятностные модели многолучевых радиоканалов	2	4	-	4	Контрольный опрос
5	Методы обеспечения эффективной работой систем радиосвязи по многолучевым каналам	2	2	-	4	Контрольный опрос
Раздел 2. Перспективные системы передачи с расширением спектра						
6	Системы беспроводного радиодоступа	2	2	4	4	Защита лабораторной работы, контрольный опрос
7	Основные процедуры в сетях беспроводного доступа стандарта IEEE 802.11	2	-	-	6	Контрольный опрос
8	Системы сотовой связи третьего поколения.	2	2	4	4	Защита лабораторной работы, контрольный опрос
9	Каналы управления в стандарте UMTS.	2	-	-	4	Контрольный опрос
10	Протоколы взаимодействия подсистем и управления качества передачи сигналов в сети UMTS.	2	-	-	6	Контрольный опрос
11	Системы сотовой связи четвертого поколения	2	2	-	4	Контрольный опрос
12	Особенности организации радиointерфейса в системах сотовой связи четвертого поколения стандарта LTE.	2	4	-	6	Контрольный опрос
13	Логические, транспортные и физические каналы сети радиодоступа E-UTRAN.	2	-	-	4	Контрольный опрос
	Текущая аттестация					Экзамен
	Итого	26	24	8	58	

3. 2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в заочной форме обучения

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний
		ЛК	ПЗ	Лаб. зан.		
Раздел 1. Основные особенности функционирования и основы построения систем передачи с расширением спектра						
1	Основы построения систем передачи с расширением спектра.	2	-	-	6	Контрольный опрос
2	Широкополосные сигналы и псевдослучайные последовательности.	-	2	-	8	Контрольный опрос
3	Особенности использования широкополосных сигналов в системах телекоммуникаций	-	-	-	8	Контрольный опрос
4	Вероятностные модели многолучевых радиоканалов	-	-	-	8	Контрольный опрос
5	Методы обеспечения эффективной работой систем радиосвязи по многолучевым каналам	-	-	-	6	Контрольный опрос
Раздел 2. Перспективные системы передачи с расширением спектра						
6	Системы беспроводного радиодоступа	2	2	-	8	Контрольный опрос
7	Основные процедуры в сетях беспроводного доступа стандарта IEEE 802.11	-	-	-	8	Контрольный опрос
8	Системы сотовой связи третьего поколения.	2	2	4	8	Защита лабораторной работы, контрольный опрос, контрольная работа
9	Каналы управления в стандарте UMTS.	-	-	-	8	Контрольный опрос
10	Протоколы взаимодействия подсистем и управления качества передачи сигналов в сети UMTS.	-	-	-	8	Контрольный опрос
11	Системы сотовой связи четвертого поколения	-	-	-	8	Контрольный опрос
12	Особенности организации радиointерфейса в системах сотовой связи четвертого поколения стандарта LTE.	-	-	-	8	Контрольный опрос
13	Логические, транспортные и физические каналы сети радиодоступа E-UTRAN.	-	-	-	8	Контрольный опрос
	Текущая аттестация					Экзамен
	Итого	6	6	4	100	

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ
УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Перечень дисциплин	Кафедра, обеспечивающая учебную дисциплину по п.1	Предложения об изменениях в содержании по изучаемой учебной дисциплине	Подпись заведующего кафедрой, обеспечивающей учебную дисциплину по п.1, с указанием номера протокола и даты заседания кафедры
1	2	3	5
«Методология проектирования систем и сетей радиосвязи»	ИКТ	Не требуется	<p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">В.Ю. Цветков</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 1 от 30.08.2019г.</p>

Заведующий кафедрой
инфокоммуникационных технологий

_____ В.Ю. Цветков