

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.Н. Живицкая  
23.12.2016

Регистрационный № УД-6-641/р

**«Цифровая коммутация каналов и пакетов»**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине  
для направлений специальности:

- 1-45 01 01-01 «Инфокоммуникационные технологии  
(системы телекоммуникаций)»,  
1-45 01 01-03 «Инфокоммуникационные технологии  
(системы телекоммуникаций специального назначения)»

Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций

Всего часов по  
дисциплине                      126

Зачетных единиц                3,5

2016 г.

Учебная программа учреждения высшего образования составлена на основе образовательных стандартов ОСВО 1-45 01 01-01-2013, ОСВО 1-45 01 01-03-2013 и учебных планов направлений специальности 1-45 01 01- 01 «Инфокоммуникационные технологии (системы телекоммуникаций)», 1-45 01 01-03 «Инфокоммуникационные технологии (системы телекоммуникаций специального назначения)».

Составители:

С.М. Лапшин, старший преподаватель кафедры сетей и устройств телекоммуникаций учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

В.Ю. Цветков, заведующий кафедрой систем телекоммуникаций учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, профессор.

Рецензенты:

Кафедра защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 2 от 07.09.2016);

Кафедра последиplomного образования учреждения образования «Белорусская государственная академия связи» (протокол № 2 от 24.11.2016).

Рассмотрена и рекомендована к утверждению:

Кафедрой сетей и устройств телекоммуникаций учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 2 от 19.09.2016);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 3 от 21.12.2016).

СОГЛАСОВАНО

Эксперт-нормоконтролер

Библиотека \_\_\_\_\_ Г.В. Майорова

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## План учебной дисциплины в дневной форме обучения:

Код специальности (направления специальности)	Название специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Академ. часов на курс. работу (проект)	Типовой расчет	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары			
1-45 01 01-01	«Инфокоммуникационные технологии (системы телекоммуникаций)»									
1-45 01 01-03	«Инфокоммуникационные технологии (системы телекоммуникаций специального назначения)»	4	7	64	48	16	-	-	-	зачет

## План учебной дисциплины в заочной форме обучения:

Код специальности (направления специальности)	Название специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Академ. часов на курс. работу (проект)	Контрольные работы	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары			
1-45 01 01-01	«Инфокоммуникационные технологии (системы телекоммуникаций)»	5	10	16	10	4	2	-	1	зачет

Место учебной дисциплины.

Системы коммутации каналов и пакетов широко используются в современных инфокоммуникационных системах и сетях, являются основой построения эффективных систем передачи, обработки, хранения и распределения информации.

Учебная дисциплина отражает учебный материал по теоретическим и прикладным аспектам построения современных телекоммуникационных сетей и систем и является основой для изучения мультисервисных телекоммуникационных сетей нового поколения.

Цель преподавания учебной дисциплины: сформировать у студентов представление о современных технологиях распределения информации, принципах построения цифровых систем коммутации и телекоммуникационных сетей с коммутацией каналов и пакетов.

Задачи изучения учебной дисциплины:

- теоретическая и практическая подготовка студентов в области построения современных цифровых систем коммутации и сетей телекоммуникаций;
- формирование базовых знаний, необходимых как для последующего изучения специальных дисциплин, так и для работы на производстве.

В результате изучения учебной дисциплины «Цифровая коммутация каналов и пакетов» формируются следующие компетенции:

*академические:*

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Уметь работать самостоятельно.
- Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
- Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.
- Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники.
- Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.
- На научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности.

*социально-личностные:*

- Обладать качествами гражданственности.
- Быть способным к социальному взаимодействию.
- Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- Владеть навыками здоровьесбережения.
- Быть способным к критике и самокритике.
- Уметь работать в команде.

*профессиональные:*

- Осуществлять техническое обслуживание оборудования систем инфокоммуникаций.
- Производить приемку и освоение вводимого оборудования систем телекоммуникаций.
- Производить наладку, настройку, регулировку и испытание оборудования, тестирование, настройку и обслуживание аппаратно-программных средств.
- Совершенствовать, модернизировать и улучшать технико-экономические показатели систем телекоммуникаций.
- Осуществлять контроль качества функционирования систем инфокоммуникаций.
- Проводить все виды измерений параметров оборудования и сквозных каналов и трактов, сертификационные испытания.
- Составлять инструкции по эксплуатации инфокоммуникационного оборудования и программы испытаний.
- Организовывать мероприятия по охране труда и технике безопасности в процессе ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и ремонта инфокоммуникационного оборудования.
- Разрабатывать аппаратное и программное обеспечение систем по направлению специальности.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

*знать:*

- принципы построения и функционирования сетей телекоммуникаций;
- структуры и принципы функционирования узлов коммутации каналов и пакетов;
- принципы построения коммутационных систем, портов доступа;
- принципы построения и функционирования управляющих систем узлов коммутации;
- структуру программного обеспечения узлов коммутации, особенности алгоритмической реализации процессов обработки вызовов;

*уметь:*

- анализировать и составлять функциональные схемы узлов коммутации;
- разрабатывать коммутационные системы и системы управления узлов коммутации;
- разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение узлов коммутации;

*владеть:*

- навыками проектирования систем коммутации.

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

№ п.п.	Название учебной дисциплины	Раздел, темы
1	Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей	Тема «Методы коммутации в инфокоммуникационных сетях»

## 1. Содержание учебной дисциплины

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
1	Введение	Содержание курса (модель системы коммутации), его задачи, связь с другими дисциплинами. Основные направления развития систем коммутации (коммутация каналов, пакетов, сообщений: технологии и сети). Эволюция техники коммутации каналов: телефонные сети (ручные и полуавтоматические коммутаторы, АТС-ДШ, АТСК, АТСКЭ, АТСЭ; функции, характеристики и конструктивное исполнение).
Раздел 1. Способы коммутации каналов и коммутационные системы		
2	Терминальные устройства и телефонные тракты.	Формирование звуков речи и слуховое восприятие; характеристики речевого сигнала. Электроакустические преобразователи, телефонные аппараты и построение телефонных трактов.
3	Способы коммутации	Временное разделение каналов, временная, пространственная и пространственно-временная коммутация каналов
4	Системы коммутации каналов	Характеристики систем коммутации каналов Однозвенные коммутаторы: способы построения и характеристики. Многозвенные коммутаторы: способы построения и характеристики, блокировки и методы их уменьшения
5	Телекоммуникационные сети с коммутацией каналов	Принципы построения местных, междугородных и международных сетей, системы нумерации. Сигнализация на телефонных сетях. Понятие телефонного трафика, методы расчета трафика. Сети и технологии абонентского доступа.
6	Цифровые системы коммутации каналов	Принципы кодирования речи. Кодирование формы сигнала. Основной цифровой канал, временное группообразование. Пространственная, временная и пространственно-временная коммутация цифровых каналов. Цифровые коммутационные станции. Абонентский стык цифровых АТС.
7	Интерфейсы управляющих систем узлов коммутации	Периферийные управляющие интерфейсы абонентских комплектов. Периферийные управляющие интерфейсы комплектов соединительных линий. Периферийные управляющие интерфейсы цифровых коммутационных полей. Способы построения системного интерфейса управляющих систем
Раздел 2. Системы коммутации пакетов		
8	Технологии коммутации пакетов	Технологии коммутации и модель OSI. Технологии и протоколы передачи данных в сетях с коммутацией пакетов. Форматы пакетов.
9	Особенности построения пакетных коммутаторов	Однозвенные коммутаторы на основе мультиплексоров. Однозвенные коммутаторы на основе регистра сдвига (кольцевые коммутаторы). Однозвенные коммутаторы на основе общей шины (памяти). Структура узла коммутации пакетов с централизованным управлением коммутационной системой
10	Самомаршрутизирующие коммутационные системы	Структура узла коммутации пакетов с децентрализованным распределенным управлением коммутационной системой. Системы быстрой коммутации пакетов с децентрализованным управлением (дельта-системы).

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
11	Телекоммуникационные сети с коммутацией пакетов	Топология сетей; алгоритмы маршрутизации в сетях с коммутацией пакетов.
12	Особенности организации передачи речи в сетях с коммутацией пакетов.	Кодирование речи в сетях IP-телефонии. Формирование речевых кадров. Сети IP телефонии, сигнализация и процессы установления соединения.
13	Качество обслуживания в сетях IP телефонии.	Понятие качества обслуживания. Методы обеспечения качества обслуживания: модели DiffServ, IntServ, организация и обслуживание очередей.
14	Телекоммуникационные сети нового поколения.	Переход к сетям нового поколения. Структура сетей NGN. Технологии Softswitch и IMS.
15	Особенности мультимедийного трафика.	Различия между мультимедийным и телефонным трафиком. Понятие самоподобия трафика. Модели самоподобного трафика, анализ характеристик трафика.

## 2. Информационно-методический раздел

### 2.1 Литература

#### 2.1.1 Основная

1. Автоматическая коммутация : учебник для вузов / О. Н. Иванова [и др.] ; под ред. О. Н. Ивановой. – М.: Радио и связь, 1988. – 624с.
2. Сети и телекоммуникации. Учебник и практикум для академического бакалавриата/под ред. К.Е. Самуйлова, И.А. Шалимова, Д.С. Кулябова. -М.: Издательство: Юрайт. 2016. – 363 с. Серия бакалавр. Академический курс.
3. Гольдштейн, Б.С. Системы коммутации . -СПб.: БЧВ-Санкт-Петербург, 2003.- 318 с.
4. Безир, Х. Цифровая коммутация / Х. Безир, П. Хойнер, Г. Кетлер; пер. с нем. – М. : Радио и связь, 1984. – 264 с.
5. Баркун, М. А. Цифровые системы синхронной коммутации / М. А. Баркун, О. Р. Ходасевич. – М. : Эко-Трендз, 2001. – 188 с.
6. Беллами, Дж. Цифровая телефония / Дж. Беллами. – М. : Радио и связь, 1986. – 544 с.
7. Ершов, В. А. Мультисервисные телекоммуникационные сети / В. А. Ершов, Н. А. Кузнецов. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 432 с.
8. Шварц, М. Сети связи : протоколы, моделирование и анализ. Ч. 2 / М. Шварц. – М. : Наука, 1992. – 272 с.
9. Олифер, В. Г. Компьютерные сети : принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для студентов вузов [рек. МО РФ] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 5-е изд. - СПб. : Питер, 2016. - 992 с. : ил. - (Учебник для ВУЗов).

## 2.1.2 Дополнительная

10. Бологов, И. Ф. Электронно-цифровые системы коммутации : учеб. пособие для вузов / И. Ф. Бологов, Т. И. Гуан. – М. : Радио и связь, 1985. – 144 с.
11. Цифровые системы передачи : учебник для техникумов / Ю. В. Скалин [и др.]. – М. : Радио и связь, 1988. – 272 с.
12. 1. Гольдштейн Б. С. Протоколы сети доступа. Т. 2 / Б. С. Гольдштейн. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2005. - 288 с. : ил.
13. 2. Гольдштейн Б. С. Протоколы AAA: RADIUS и Diameter. Кн. 9 / Б. С. Гольдштейн, В. С. Елагин, Ю. Л. Снеченко. - СПб. : БХВ-Санкт-Петербург, 2011. - 352 с. : ил. - (Телекоммуникационные протоколы ЕСЕ РФ).
14. Аппаратные и программные компоненты абонентского модуля цифровой АТС: Учеб.-метод. пособие по курсам «Системы коммутации», «Цифровые системы передачи» для студ. спец. «Сети телекоммуникаций» всех форм обуч. / М.Ю. Хоменок, В.Ю. Цветков – Мн.: БГУИР, 2004. – 96 с.: ил.
15. Проектирование цифровых коммутационных полей. Методические указания к лабораторной работе/ С.М. Лапшин – Мн.: БГУИР, 2007. -36 с.
16. Исследование пакетных коммутаторов с самомаршрутизацией. Методическое пособие к лабораторной работе. С.М. Лапшин, В.Ю. Цветков. -Мн. БГУИР, 2009.- 24 с.

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

1. Программное обеспечение абонентского модуля цифровой АТС.
2. Программа Multisim 2012.
3. Программа MathCad 14
4. Программа имитационного моделирования GPSS World
5. Программа Riverbed Modeler (Opnet Modeler)
6. Демонстрационная программа «Установление соединения в цифровой АТС SI-2000»
7. Автоматическая телефонная станция «АТС-Ф 50/1000».
8. Учрежденческая производственная автоматическая телефонная станция «AL-CATEL Omni PCX Enterprise».
9. Учебная мультисервисная сеть кафедры.

## 2.3. Перечень тем практических занятий, их название

Целью практических занятий является закрепление теоретического курса, приобретение навыков решения задач, активизация самостоятельной работы студентов.

№ темы по п.1	Название практического занятия	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
6	Проектирование структуры, расчет параметров и моделирование узлов	Расчет параметров и моделирование узла коммутации каналов. Расчет параметров и моделирование уз-	4

№ темы по п.1	Название практического занятия	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
	коммутации.	ла коммутации пакетов.	

#### 2.4. Перечень тем лабораторных занятий, их название

Основная цель проведения лабораторных занятий 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
4	Исследование характеристик коммутационных блоков	Исследование характеристик однозвенных и многозвенных коммутационных блоков	2,3,4
6	Система коммутации АТС-Ф.	Цифровое коммутационное поле цифровой АТС Ф 50/1000. Абонентский комплект цифровой АТС Ф 50/1000. Диагностика цифровой АТС Ф 50/1000. Управляющая система цифровой АТС Ф 50/1000.	7
11	Начальная настройка коммутатора D-Link серии DES	Подключение к коммутатору. Начальная конфигурация коммутатора. Подключение к Web-интерфейсу управления коммутатора. Загрузка нового программного обеспечения в коммутатор.	9
11	Конфигурирование коммутаторов Cisco	Основы конфигурирования устройств Cisco. Применения базовой конфигурации Cisco IOS	9
13	Моделирование и исследование сетей с коммутацией пакетов	Построение и исследование характеристик различных топологий сетей с использованием различных способов маршрутизации	5

#### 2.5 Контрольная работа

*(для студентов заочной формы обучения)*

№ темы по п.1	Наименование контрольной работы	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
1	2	3	4
3-15	Контрольная работа по учебной дисциплине «Цифровая коммутация каналов и пакетов»	Для выполнения предлагается одна из тем, приведенного ниже списка тем контрольной работы	1-5

## Список тем контрольной работы:

1. Проектирование городской телефонной сети;
2. Расчет нагрузки и пропускной способности мультисервисной сети;
3. Построение системного интерфейса (соединение по принципу «каждый с каждым» на основе общей шины и коммутационного поля);
4. Узел коммутации пакетов с централизованным управлением коммутационной системой.
5. Коммутация и маршрутизация пакетов в мультисервисной сети;
6. Модель коммутации пакетов на основе общей памяти.
7. Системы коммутации пакетов с централизованным управлением.
8. Расчет параметров первичного цифрового потока Е1.
9. Расчет скорости передачи информации в мультисервисной сети;
10. Расчет нагрузки и пропускной способности в сетях с коммутацией пакетов.

## 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	Лаб. зан.	ПЗ		
1	Введение	2				
	Раздел 1. Способы коммутации каналов и коммутационные системы					
2	Терминальные устройства и телефонные тракты.	4			2	Текущий опрос
3	Способы коммутации	1			2	Текущий опрос
4	Системы коммутации каналов	5	2		4	Текущий опрос, защита ЛР
5	Телекоммуникационные сети с коммутацией каналов	2			2	Текущий опрос
6	Цифровые системы коммутации каналов	4	2		4	Текущий опрос, защита ЛР
7	Интерфейсы управляющих систем узлов коммутации	2			2	Текущий опрос
	Раздел 2. Системы коммутации пакетов					
8	Технологии коммутации пакетов	4			4	Текущий опрос
9	Особенности построения пакетных коммутаторов	4			4	Текущий опрос
10	Самомаршрутизирующие коммутационные системы	2			4	Текущий опрос
11	Телекоммуникационные сети с коммутацией пакетов	4	6		8	Текущий опрос, защита ЛР
12	Особенности организации передачи речи в сетях с коммутацией пакетов.	4			8	Текущий опрос
13	Качество обслуживания в сетях IP телефонии	4	6		6	Текущий опрос, защита ЛР
14	Телекоммуникационные сети нового поколения.	4			8	Текущий опрос
15	Особенности мультимедийного трафика.	2			4	Текущий опрос
	Текущая аттестация					зачет
	<b>Итого</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>62</b>	

## 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	Лаб. зан.	ПЗ		
1	Введение	1				
	Раздел 1. Способы коммутации каналов и коммутационные системы					
2	Терминальные устройства и телефонные тракты.				6	Текущий опрос
3	Способы коммутации	1			4	Текущий опрос
4	Системы коммутации каналов				4	Защита КР
5	Телекоммуникационные сети с коммутацией каналов				4	Защита КР
6	Цифровые системы коммутации каналов	1		2	12	Текущий опрос Защита КР
7	Интерфейсы управляющих систем узлов коммутации				6	Защита КР
	Раздел 2. Системы коммутации пакетов					
8	Технологии коммутации пакетов	1			12	Защита КР
9	Особенности построения пакетных коммутаторов	1			12	Защита КР
10	Самомаршрутизирующие коммутационные системы				8	Защита КР
11	Телекоммуникационные сети с коммутацией пакетов	2	2		12	защита ЛР защита КР
12	Особенности организации передачи речи в сетях с коммутацией пакетов.	2			10	Защита КР
13	Качество обслуживания в сетях IP телефонии		2		8	Защита ЛР, защита КР
14	Телекоммуникационные сети нового поколения.	1			8	Защита КР
15	Особенности мультимедийного трафика.				4	Защита КР
	Текущая аттестация					зачет
	<b>Итого</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>110</b>	

## 4. Рейтинг-план

Рейтинг-план дисциплины

«Цифровая коммутация каналов и пакетов», дневная форма обучения

Направления специальности:

1-45 01 01-01 «Инфокоммуникационные технологии

(системы телекоммуникаций)»,

1-45 01 01-03 «Инфокоммуникационные технологии

(системы телекоммуникаций специального назначения)»

курс 4, семестр 7.

Количество часов по учебному плану 126,

в т.ч. аудиторная работа 64, самостоятельная работа 62

Преподаватели: В.Ю. Цветков, к.т.н., профессор, Лапшин С.М., ст. преподаватель.

Кафедра СиУТ

Выставление отметки по текущей аттестации допускается по результатам итогового рейтинга студента.

Рекомендовано на заседании кафедры СиУТ

Протокол № 2 от «19» .09. 2016г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /В.К. Конопелько/

Преподаватели: \_\_\_\_\_ В.Ю. Цветков

\_\_\_\_\_ С.М. Лапшин

Виды учебной деятельности студентов	Модуль 1 (весовой коэффициент вк1=0.3)		Модуль 2 (весовой коэффициент вк2=0.3)		Модуль 3 (весовой коэффициент вк3=0,4)		Итоговый контроль по всем модулям
	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	Календарные сроки сдачи	Весовой коэффициент отметки	
1. Лекционные занятия		K1.1=0.3		K1.2=0.3		K1.3=0,3	
Темы 1-7	15.10.						
Темы 8-12			15.11.				
Темы 13-15					15.12		
2. Лабораторные работы		K2.1=0.7		K2.2=0.7		K2.3=0.7	
1	15.10.						
2			15.11				
3			15.11.				
4					15.12		
5					15.12		
Модульный контроль		MP1		MP2		MP3	ИР

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

Код и наименование специальности (направления специальности)	Выпускающая кафедра	Предложения об изменениях в содержании по изучаемой учебной дисциплине	Подпись заведующего выпускающей кафедрой с указанием номера протокола и даты заседания кафедры
1-45 01 01-01 «Инфокоммуникационные технологии (системы телекоммуникаций)»	Кафедра СТК	Нет	Протокол № 7 от 28.11.2016 Зав. кафедрой _____ Ю.В. Цветков
1-45 01 01-03 «Инфокоммуникационные технологии (системы телекоммуникаций специального назначения)»	Кафедра связи	Нет	Протокол № 6 от 30.11.2016 Начальник кафедры _____ Л.Л. Утин

Заведующий кафедрой СиУТ

В.К. Конопелько