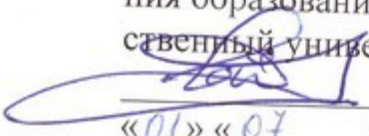


Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе учрежде-
ния образования «Белорусский государ-
ственный университет транспорта


Ю.Г. Самодум

«01» «07» 2016

Регистрационный № УД-20.26 / уч.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:

1-37 02 04 Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-37 02 04-2013 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

СОСТАВИТЕЛИ:

Е.С. Белоусова, доцент кафедры «Системы передачи информации» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», кандидат технических наук

П.М. Буй, доцент кафедры «Системы передачи информации» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Системы передачи информации» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

(протокол № 5 от 13 мая 2016 г.);

научно-методической комиссией электротехнического факультета учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

(протокол № 3 от 26 мая 2016 г.);

научно-методической комиссией заочного факультета учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

(протокол № 4 от 29 июня 2016 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

(протокол № 5 от 30 июня 2016 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

В связи с ростом требований, предъявляемых к системам железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, происходит активное внедрение волоконно-оптических технологий. Волоконно-оптические системы характеризуются возможностью передачи информации на дальние расстояния с минимальным затуханием сигнала и обладают невосприимчивостью к электромагнитным помехам, что особенно актуально для железнодорожных систем. Благодаря физическим свойствам волоконной оптики, существует возможность передавать по волоконно-оптическим линиям связи информацию с наибольшей частотой, при этом за счет мультиплексирования передача данных выполняется практически с неограниченной скоростью и идет сразу по нескольким каналам. По сравнению со всеми другими кабелями передачи данных, оптоволоконные кабели обладают меньшими массогабаритными размерами. Актуальным также является то, что волоконно-оптические системы характеризуются высоким уровнем защищенности от внешнего вторжения. Современные технологии построения волоконно-оптических сетей связи характеризуются высокой надежностью и постоянно совершенствуются. Перечисленные вопросы подробно рассмотрены в данной дисциплине.

Программа разработана на основе компетентностного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСВО 1-37 02 04-2013 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте».

Дисциплина относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, осваиваемых студентами специальности 1-37 02 04 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте».

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Волоконно-оптические системы передачи» является подготовка специалистов в области волоконно-оптической связи железнодорожного транспорта для обслуживания цифровых устройств передачи данных.

Основной задачей дисциплины является: освоение ключевых особенностей систем передачи оптических сигналов по линиям связи; принципов кодирования и модуляции; причин затухания оптических сигналов; методов мультиплексирования потоков данных; технологий построения волоконно-оптических сетей связи; типовой аппаратуры и компонентов, используемых для построения волоконно-оптических сетей.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО 1- 37 02 04-2013:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретическими 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-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течении всей жизни;

СЛК-6. Уметь работать в команде.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательными стандартами ОСВО 1-37 02 04-2013:

ПК-1. Профессионально эксплуатировать современное оборудование железнодорожной автоматики, телемеханики и связи;

ПК-19. Выявлять причины отказов систем и элементов устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, вести их учет, разрабатывать предложения по их предупреждению;

ПК-23. Анализировать перспективы и направления развития устройств и систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи;

ПК-24. Выбирать эффективные критерии оптимального развития и функционирования систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, а также осуществлять их оптимизацию;

ПК-29. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием навыков работы с компьютером как средством управления информацией.

Для приобретения профессиональных компетенций ПК-1, ПК-19, ПК-23, ПК-24 и ПК-29 в результате изучения дисциплины студент должен

знать:

основы передачи оптических сигналов по волоконно-оптическим линиям связи;

конструкцию и основные характеристики активных и пассивных компонентов волоконно-оптических систем передачи;

принцип построения и эксплуатации волоконно-оптических систем устройств, применяемых на железнодорожном транспорте, их технико-экономические показатели;

уметь:

пользоваться устройствами и системами волоконно-оптических систем передачи информации;

выбирать наиболее эффективные устройства и системы передачи оптических сигналов;

разбираться в принципах работы новых волоконно-оптических систем передачи и функциях их элементов;

владеть:

методикой преобразования цифровых сигналов в оптические и их регистрации при приеме;

методикой мультиплексирования оптических сигналов;

навыками конструирования, проектирования и эксплуатации оптических систем и устройств передачи информации;

технологиями построения оптоволоконных сетей связи.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде тем, которые характеризуются относительно самостоятельными укрупненными дидактическими единицами содержания обучения. Содержание дисциплины опирается на приобретенные ранее студентами компетенции при изучении естественнонаучных дисциплин «Высшая математика» и «Физика»; общепрофессиональных и специальных дисциплин «Линии автоматики, телемеханики и связи», «Теория передачи сигналов».

Форма получения высшего образования – дневная и заочная. По дневной форме обучения дисциплина изучается в 7 семестре.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины отведено всего 132 часа, в том числе 64 аудиторных часов, из них лекции – 34 часов, лабораторные занятия – 14 часов, практические занятия – 16 часов. Форма текущей аттестации – экзамен, расчетно-графическая работа. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий заочной формы обучения

Курс	Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Часов ауд. занятий в семестре по видам учебной работы				Количество видов отчетности				
					лекции	лабораторные занятия	практические занятия	СУРС	экзамены	зачеты	курсовые проекты	курсовые работы	контрольные работы
5	9	4		4	2		2						
5	10	128	3	8	2	4	2		1				1
Итого:		132	3	12	4	4	4						
Всего часов:													
самостоятельное изучение тем:										52			

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий заочной сокращенной формы обучения

Курс	Семестр	Всего часов	Зачетных единиц	Аудиторных часов	Часов ауд. занятий в семестре по видам учебной работы				Количество видов отчетности				
					лекции	лабораторные занятия	практические занятия	СУРС	экзамены	зачеты	курсовые проекты	курсовые работы	контрольные работы
5	9	4		4	2		2						
5	10	128	3	8	2	4		2	1				1
Итого:		132	3	12	4	4	2	2					
Всего часов:													
самостоятельное изучение тем:										52			

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Краткий исторический очерк развития оптоволоконных сетей связи. Достоинства и недостатки оптических систем. Этапы развития оптических систем передачи, их достоинства и недостатки.

Тема 2. Преобразование сигналов

Методы модуляции. Кодирование сигналов в ВОСП. Линейные коды оптических систем передачи. Требования к линейным кодам. Характеристики линейных кодов. Типы линейных кодов. Форматы кодов.

Тема 3. Оптические волокна

Классификация оптических волокон. Структура оптического волокна. Физические принципы работы оптического волокна. Числовая апертура. Окна прозрачности оптического волокна. Затухание в оптических волокнах и кабелях. Дисперсия в оптических волокнах.

Тема 4. Принципы построения приемных и передающих оптических модулей волоконно-оптических систем передачи

Структура передающего оптического модуля. Типы источников оптического излучения. Полупроводниковые лазеры, их типы. Физический механизм работы лазеров. Светодиоды. Конструкции, принцип работы, основные характеристики. Сравнительная характеристика лазеров и диодов. Структурная схема приемного оптического модуля. P-i-n фотодиоды, конструкция, основные характеристики. Лавинные фотодиоды, конструкция, основные характеристики. Оптические трансиверы.

Тема 5. Пассивные компоненты волоконно-оптических систем передачи

Типы оптических кабелей. Измерения параметров волоконно-оптического кабеля. Основные типы разъемных соединителей и их параметры. Причины возникновения потерь и их расчет для многомодовых световодов. Расчет потерь в соединителях одномодовых волоконных световодов. Волоконно-оптические ответвители и разветвители. Принцип работы. Основные характеристики. Волоконно-оптические переключатели, изоляторы и поляризаторы. Оптические фильтры. Типы базовых оптических кросс-коммутаторов. Методы прокладки кабеля.

Тема 6. Активные компоненты волоконно-оптических систем передачи

Типы регенераторов, применяемых в ВОСП, их достоинства и недостатки. Оптоэлектронный регенератор. Усилитель на волокне, легированном эрбием, принцип работы. Варианты усилителей типа EDFA. Критические рабочие параметры усилителя типа EDFA. Методы мультиплексирования потока данных. Методы оптического разделения каналов. Основы технологии WDM. Оптические мультиплексоры/демультиплексоры и их характеристики.

Тема 7. Технологии оптоволоконных сетей

Топологии оптоволоконных сетей. Методы коммутации. Режимы работы оптоволоконных сетей. Структура волоконно-оптической сети связи. Модель OSI. Локальные волоконно-оптические сети. Оптоволоконные сети на основе семейства технологий Ethernet. Технология FDDI. Технология ATM. Оптические сети на базе технологии SDH. Оптические сети на базе технологии DWDM. Семейство технологий xPON. VoIP телефония. Сети IPTV.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ И КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

В работе производятся расчеты теоретической и фактической пропускной способности для заданного оптического волокна, эффективного количества возможных уровней импульсов оптического сигнала, вероятности бинарной ошибки цифровой системы передачи. Исследуются зависимости фактической пропускной способности оптического волокна в заданном диапазоне длин волн от величины ОСШ, зависимости вероятности бинарной ошибки от соотношения для заданного

вида модуляции, изменения хроматической дисперсии оптического сигнала на протяжении волоконно-оптической линии связи. В графической части расчетно-графической и контрольной работы осуществляется составление структурной схемы расположения линейного оборудования волоконно-оптической линии связи и проектирование сети микрорайона по технологии xPON, объем графической части 2–3 страницы. Объем расчетно-графической и контрольной работы составляет 20–25 страниц.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (дневная форма обучения)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия			
1	Тема 1. Введение (2 ч)	2			Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, телевизионная замкнутая система (ТЗС)	[1,2,4]	
2	Тема 2. Преобразование сигналов (6 ч)	2	2	2	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС, класс персональных компьютеров (КПК)	[2,5,8]	отчет по лабораторным работам, защита лабораторных работ
3	Тема 3. Оптические волокна (6 ч)	2		4	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[2,3,5,6]	
4	Тема 4. Принципы построения приемных и передающих оптических модулей ВОСП (8 ч)	4	4		Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС, КПК	[3,5,6]	отчет по лабораторным работам, защита лабораторных работ
4.1	Структура передающего оптического модуля. Типы источников оптического излучения. Полупроводниковые лазеры, их типы. Физический механизм работы лазеров. Светодиоды. Конструкции, принцип работы, основные характеристики. Сравнительная характеристика лазеров и диодов	2	2				

4.2	Структурная схема приемного оптического модуля. P-i-n фотодиоды, конструкция, основные характеристики. Лавинные фотодиоды, конструкция, основные характеристики. Оптические трансиверы	2	2				
5	Тема 5 Пассивные компоненты волоконно-оптических систем передачи (10 ч)	8		2	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[3,4,5,6,7]	
5.1	Типы оптических кабелей. Измерения параметров волоконно-оптического кабеля	2					
5.2	Основные типы разъемных соединителей и их параметры. Причины возникновения потерь и их расчет для многомодовых световодов. Расчет потерь в соединителях одномодовых волоконных световодов.	2		2			
5.3	Волоконно-оптические ответвители и разветвители. Принцип работы. Основные характеристики. Волоконно-оптические переключатели, изоляторы и поляризаторы. Оптические фильтры. Типы оптических коммутаторов и маршрутизаторов.	2					
5.4	Методы прокладки кабеля	2					
6	Тема 6. Активные компоненты ВОСП (8 ч)	4		4	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[2,3,5,6]	
6.1	Типы регенераторов, применяемых в ВОСП, их достоинства и недостатки. Оптоэлектронный регенератор. Усилитель на волокне, легированном эрбием, принцип работы. Варианты усилителей типа EDFA. Критические рабочие параметры усилителя типа EDFA	2		4			
6.2	Методы мультиплексирования потока данных. Методы оптического разделения каналов. Основы технологии WDM. Оптические мультиплексоры/демультиплексоры и их характеристики	2					
7	Тема 7. Технологии оптоволоконных сетей (24 ч)	12	8	4	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС, КПК	[1,2,3,5]	отчет по лабораторным работам, защита лабораторных работ
7.1	Топологии оптоволоконных сетей. Методы коммутации. Режимы работы оптоволоконных сетей. Структура волоконно-оптической сети связи. Модель OSI	2					
7.2	Локальные волоконно-оптические сети. Оптоволоконные сети на основе семейства технологий Ethernet. Технология FDDI. Технология ATM.	4	4				

7.3	Оптические сети на базе технологии SDH	2	4			
7.4	Оптические сети на базе технологии DWDM	2				
7.5	Семейство технологии xPON	2		4		

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (заочная форма обучения)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Самостоятельное изучение материала, час	Материальное обеспечение занятия (наглядные методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия				
1	Тема 1. Введение (2 ч)				2	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, телевизионная замкнутая система (ТЗС)	[1,2,4]	
2	Тема 2. Преобразование сигналов(6 ч)	2			4	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС, класс персональных компьютеров (КПК)	[2,5,8]	
3	Тема 3. Оптические волокна (6 ч)			2	4	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[2,3,5,6]	
4	Тема 4. Принципы построения приемных и передающих оптических модулей ВОСП (8 ч)				8	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС, КПК	[3,5,6]	отчет по лабораторным работам, защита лабораторных
4.1	Структура передающего оптического модуля. Типы источников оптического излучения. Полупроводниковые лазеры, их типы. Физический механизм работы лазеров. Светодио-				4			

	ды. Конструкции, принцип работы, основные характеристики. Сравнительная характеристика лазеров и диодов								работ
4.2	Структурная схема приемного оптического модуля. Р-і-п фотодиоды, конструкция, основные характеристики. Лавинные фотодиоды, конструкция, основные характеристики. Оптические трансиверы				4				
5	Тема 5 Пассивные компоненты волоконно-оптических систем передачи (10 ч)				10	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[3,4,5,6,7]		
5.1	Типы оптических кабелей. Измерения параметров волоконно-оптического кабеля				2				
5.2	Основные типы разъемных соединителей и их параметры. Причины возникновения потерь и их расчет для многомодовых световодов. Расчет потерь в соединителях одномодовых волоконных световодов.				4				
5.3	Волоконно-оптические ответвители и разветвители. Принцип работы. Основные характеристики. Волоконно-оптические переключатели, изоляторы и поляризаторы. Оптические фильтры. Типы оптических коммутаторов и маршрутизаторов.				2				
5.4	Методы прокладки кабеля				2				
6	Тема 6. Активные компоненты ВОСП (8 ч)				8	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[2,3,5,6]		
6.1	Типы регенераторов, применяемых в ВОСП, их достоинства и недостатки. Оптоэлектронный регенератор. Усилитель на волокне, легированном эрбием, принцип работы. Варианты усилителей типа EDFA. Критические рабочие параметры усилителя типа EDFA				6				
6.2	Методы мультиплексирования потока данных. Методы оптического разделения каналов. Основы технологии WDM. Оптические мультиплексоры/демультиплексоры и их характеристики				2				
7	Тема 7. Технологии оптоволоконных сетей (24 ч)	2	4	2	16	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций,	[1,2,3,5]	отчет по лабораторным работам, защита ла-	
7.1	Топологии оптоволоконных сетей. Методы коммутации. Режимы работы оптоволоконных сетей. Структура волоконно-оптической сети связи. Модель OSI	2							

7.2	Локальные волоконно-оптические сети. Оптоволоконные сети на основе семейства технологий Ethernet. Технология FDDI. Технология ATM.		4		4	ТЗС, КПК		бораторных работ
7.3	Оптические сети на базе технологии SDH				6			
7.4	Оптические сети на базе технологии DWDM				2			
7.5	Семейство технологии xPON			2	4			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (заочная сокращенная форма обучения)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Самостоятельное изучение материала, час	Материальное обеспечение занятия (наглядные методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия	СУРС				
1	Тема 1. Введение (2 ч)					2	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, телевизионная замкнутая система (ТЗС)	[1,2,4]	
2	Тема 2. Преобразование сигналов(6 ч)	2				4	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС, класс персональных компьютеров (КПК)	[2,5,8]	
3	Тема 3. Оптические волокна (6 ч)			2		4	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[2,3,5,6]	
4	Тема 4. Принципы построения приемных и передающих оптических модулей ВОСП (8 ч)					8	Схемы, учебники, методическая ли-	[3,5,6]	отчет по лабораторным

4.1	Структура передающего оптического модуля. Типы источников оптического излучения. Полупроводниковые лазеры, их типы. Физический механизм работы лазеров. Светодиоды. Конструкции, принцип работы, основные характеристики. Сравнительная характеристика лазеров и диодов					4	тература, конспект лекций, ТЗС, КПК		работам, защита лабораторных работ
4.2	Структурная схема приемного оптического модуля. Р-і-п фотодиоды, конструкция, основные характеристики. Лавинные фотодиоды, конструкция, основные характеристики. Оптические трансиверы					4			
5	Тема 5 Пассивные компоненты волоконно-оптических систем передачи (10 ч)					10	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[3,4,5, 6,7]	
5.1	Типы оптических кабелей. Измерения параметров волоконно-оптического кабеля					2			
5.2	Основные типы разъемных соединителей и их параметры. Причины возникновения потерь и их расчет для многомодовых световодов. Расчет потерь в соединителях одномодовых волоконных световодов.					4			
5.3	Волоконно-оптические ответвители и разветвители. Принцип работы. Основные характеристики. Волоконно-оптические переключатели, изоляторы и поляризаторы. Оптические фильтры. Типы оптических коммутаторов и маршрутизаторов.					2			
5.4	Методы прокладки кабеля					2			
6	Тема 6. Активные компоненты ВОСП (8 ч)					8	Схемы, учебники, методическая литература, конспект лекций, ТЗС	[2,3,5,6]	
6.1	Типы регенераторов, применяемых в ВОСП, их достоинства и недостатки. Оптоэлектронный регенератор. Усилитель на волокне, легированном эрбием, принцип работы. Варианты усилителей типа EDFA. Критические рабочие параметры усилителя типа EDFA					6			
6.2	Методы мультиплексирования потока данных. Методы оптического разделения каналов. Основы технологии WDM. Оптические мультиплексоры/демультиплексоры и их характеристики					2			
7	Тема 7. Технологии оптоволоконных сетей (24 ч)	2	4	2		16	Схемы, учебни-	[1,2,3,5]	отчет по ла-

7.1	Топологии оптоволоконных сетей. Методы коммутации. Режимы работы оптоволоконных сетей. Структура волоконно-оптической сети связи. Модель OSI	2					ки, методическая литература, конспект лекций, ТЗС, КПК		бораторным работам, защита лабораторных работ
7.2	Локальные волоконно-оптические сети. Оптоволоконные сети на основе семейства технологий Ethernet. Технология FDDI. Технология ATM.		4			4			
7.3	Оптические сети на базе технологии SDH					6			
7.4	Оптические сети на базе технологии DWDM					2			
7.5	Семейство технологии xPON			2		4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Баллы	Показатели оценки
1 (один)	Отсутствие приращения знаний и компетентности в вопросах основ волоконно-оптических систем передачи, а также технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем, отказ от ответа.
2 (два)	Фрагментарные знания в вопросах основ волоконно-оптических систем передачи, а также технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию, наличие в ответе грубых и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в вопросах основ волоконно-оптических систем передачи, а также технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем, их функциональных узлов; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины, использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в вопросах основ волоконно-оптических систем передачи, а также технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем, их функциональных узлов; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение выбирать способы модуляции, кодирования, приема сигналов и технологий построения сети связи; оценивать эффективность систем передачи информации и их возможности обеспечения необходимой скорости и пропускной способности; работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.
5 (пять)	Достаточные знания в вопросах основ волоконно-оптических систем передачи, технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем; способов усиления и мультиплексирования сигналов; основных параметров, определяющих производительность источников и приемников оптических сигналов; оценки пропускной способности каналов; способов кодирования; основных способов модуляции; параметров оптических волокон; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение выбирать способы модуляции, кодирования, приема сигналов и технологий построения

	<p>сети связи; оценивать эффективность систем передачи информации и их возможности обеспечения необходимой скорости и пропускной способности; самостоятельно работать на практических, лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.</p>
6 (шесть)	<p>Достаточные полные и систематизированные знания в вопросах: волоконно-оптических систем передачи, технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем; способов усиления и мультиплексирования сигналов; основных параметров, определяющих производительность источников и приемников оптических сигналов; оценки пропускной способности каналов; способов кодирования; основных способов модуляции; параметров оптических волокон; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение выбирать способы модуляции, кодирования, приема сигналов и технологий построения сети связи; оценивать эффективность систем передачи информации и их возможности обеспечения необходимой скорости и пропускной способности передачи и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточно высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
7 (семь)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по вопросам волоконно-оптических систем передачи и их активным и пассивным компонентам, технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем; способов усиления и мультиплексирования сигналов; основных параметров, определяющих производительность источников и приемников оптических сигналов; оценки пропускной способности каналов; способов кодирования; основных способов модуляции; параметров оптических волокон; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение выбирать типа кабелей, способы модуляции, кодирования, приема сигналов и технологий построения волоконно-оптических сетей; оценивать эффективность систем передачи информации и их возможности обеспечения необходимой скорости и пропускной способности и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
8 (восемь)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам по волоконно-оптических систем передачи и их активным и пассивным компонентам, технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем; способов усиления и мультиплексирования сигналов; основных параметров, определяющих производительность источников и приемников оптических сигналов; оценки пропускной способности каналов; способов кодирования; основных способов модуляции; параметров оптических волокон; использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины (в</p>

	<p>том числе техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение выбирать типы кабелей, источников и приемников оптического излучения, способов модуляции, кодирования и технологий построения волоконно-оптических; оценивать эффективность технологий волоконно-оптических систем передачи информации и их возможности обеспечения необходимой скорости передачи и давать им аналитическую оценку; знать способы построения передатчиков и приемников оптического излучения, мультиплексоров, маршрутизаторов, коммутаторов и другой волоконно-оптической аппаратуры, направления развития и совершенствования волоконно-оптических систем передачи информации на транспорте; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
9 (девять)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам по основам волоконно-оптических систем передачи и их активным и пассивным компонентам, технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем; способов усиления и мультиплексирования сигналов; основных параметров, определяющих производительность источников и приемников оптических сигналов; оценки пропускной способности каналов; способов кодирования; основных способов модуляции; параметров оптических волокон; точное использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение выбирать типы кабелей, источников и приемников оптического излучения, способов модуляции, кодирования и технологий построения волоконно-оптических; оценивать эффективность технологий волоконно-оптических систем передачи информации и их возможности обеспечения необходимой скорости передачи и давать им аналитическую оценку; знать способы построения передатчиков и приемников оптического излучения, мультиплексоров, маршрутизаторов, коммутаторов и другой волоконно-оптической аппаратуры, направления развития и совершенствования волоконно-оптических систем передачи информации на транспорте; систематическая активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
10 (десять)	<p>Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам по основам волоконно-оптических систем передачи и их активным и пассивным компонентам, технологий построения и работы сетей связи на основе волоконно-оптических систем; способов усиления и мультиплексирования сигналов; основных параметров, определяющих производительность источников и приемников оптических сигналов; оценки пропускной способности каналов; способов кодирования; основных способов модуляции; параметров оптических волокон, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; точное использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески</p>

	<p>решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы по изучаемой учебной дисциплине; умение выбирать типы кабелей, источников и приемников оптического излучения, способов модуляции, кодирования и технологий построения волоконно-оптических; оценивать эффективность технологий волоконно-оптических систем передачи информации и их возможности обеспечения необходимой скорости передачи и давать им аналитическую оценку; знать способы построения передатчиков и приемников оптического излучения, мультиплексоров, маршрутизаторов, коммутаторов и другой волоконно-оптической аппаратуры, направления развития и совершенствования волоконно-оптических систем передачи информации на транспорте; использовать научные достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий, творческая самостоятельная работа по подготовке научных статей, сообщений, рефератов.</p>
--	--

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями), отвечающие целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые при проведении всех видов учебных занятий по дисциплине;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных работах и при самостоятельной работе.

Организация самостоятельной работы

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных исследовательских задач в аудитории во время проведения лабораторных работ под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа по подготовке к лабораторным работам.

Диагностика компетенций студента

Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

Для оценки достижений студентов используются следующие формы:

- устные доклады на научно-технических конференциях (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-7, АК-9, СЛК-6, ПК-1, ПК-19, ПК-23, ПК-24);
- тесты и контрольные опросы по отдельным темам (АК-1, АК-2, АК-4, АК-7, АК-9, ПК-23, ПК-24);
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой (АК-1, АК-2, АК-3, АК-4, АК-7, АК-9, СЛК-6, ПК-1, ПК-19, ПК-24, ПК-29);
- защита расчетно-графической, контрольной работы и проведение экзамена по дисциплине в устной форме (АК-1, АК-2, АК-4, ПК-1, ПК-19, ПК-23, ПК-24).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 **Дмитриева, С.А.** Волоконно-оптическая техника: Современное состояние и перспективы. / С.А. Дмитриева, Н.Н. Слепов – М.: ООО «Волоконно-оптическая техника», 2005. – 576 с.

2 **Слепов, Н. Н.** Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Н. Слепов. – М. : Радио и связь, 2003. – 468 с.

3 **Убайдуллаев, Р. Р.** Волоконно-оптические сети / Р. Р. Убайдуллаев. – М. : ЭКО-ТРЕНДЗ, 2000. – 266 с.

4 **Буй, П. М.** Волоконно-оптические системы передачи : практикум / П. М. Буй, Е. С. Белоусова, С. С. Татур ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 126 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5 **Семенюта, Н. Ф.** Волоконно-оптические линии связи и телекоммуникационные системы передачи на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие по дисциплине «Многоканальные системы передачи информации» / Н. Ф. Семенюта, П. М. Буй ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 205 с.

6 **Цаплин, А.И.** Методы измерений в волоконной оптике: учеб. пособие / А.И. Цаплин, М.Е. Лихачев; под общ. ред. д-ра техн. наук., проф. А.И. Цаплина. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 227 с.

7 **Дмитриев, А. Л.** Оптические системы передачи информации / А. Л. Дмитриев – СПб : СПбГУИТМО, 2007. – 96 с.

8 **Семенов, А. Б.** Волоконно-оптические подсистемы современных СКС / Семенов А. Б. – М. : ДМК Пресс, 2006. – 632 с.



ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

- 1 Изучение линейного кодирования в волоконно-оптических системах передачи;
- 2 Изучение источников оптического излучения;
- 3 Изучение приемников оптического излучения;
- 4 Исследование локальных волоконно-оптических сетей передачи данных;
- 5 Исследование сетей на основе технологии SDH;

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

- 1 Анализ пропускной способности оптических волокон;
- 2 Расчет вероятности битовой ошибки в волоконно-оптических системах передачи;
- 3 Расчет потерь оптического сигнала в разъемных соединителях оптических волокон;
- 4 Расчет каскада оптических усилителей EDFA;
- 5 Построение структурной схемы расположения линейного оборудования волоконно-оптической линии связи;
- 6 Расчет дисперсии оптического сигнала;
- 7 Расчет волоконно-оптической сети связи xPON;
- 8 Расчет оптического бюджета волоконно-оптической линии xPON.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ»
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Мультисервисные телекоммуникационные сети	Системы передачи информации		Протокол №5 от 13.06.16
2. Цифровые телекоммуникационные сети	Системы передачи информации		Протокол №5 от 13.06.16