

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ Т.А. Хагуров
подпись

«26» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.12 Системы и сети оптической связи

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление

подготовки/специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

(наименование направления подготовки/специальности)

Форма обучения _____ очная _____
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация _____ бакалавр _____

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины “Системы и сети оптической связи” составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 “Информационные технологии и системы связи”.

Программу составил:

Михаил Михайлович Векшин,
профессор кафедры оптоэлектроники физико-технического факультета КубГУ, доктор физико-математических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины “Системы и сети оптической связи” утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники КубГУ протокол № 9 «10» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники Яковенко Н.А. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета КУБГУ протокол № 10 «20» апреля 2023г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М. _____

Рецензенты:

Ильченко Геннадий Петрович, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий КубГУ

Кулиш Ольга Александровна, доцент Краснодарского высшего военного Краснознаменного училища имени генерала армии С.М.Штеменко

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цели и задачи дисциплины

Учебная дисциплина «Системы и сети оптической связи» ставит своей целью изучение студентами оптических систем и сетей связи. Изучение проводится на уровне общих принципов построения оптических сетей и систем, физических основ функционирования и методов технической реализации их элементов и узлов, процедур обработки и передачи информации в сетях различных топологий, описания современных образцов промышленной аппаратуры.

1.2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы и сети оптической связи» относится к части учебной программы профессиональных дисциплин по выбору.

Изучая эту дисциплину, кроме всего прочего, студенты получают практические навыки конфигурирования и тестирования оптических сетей связи, навыки самостоятельного принятия решений для достижения задачи функционирования эксплуатируемого оборудования в штатном режиме. Дисциплина позволяет осознать предельные возможности аппаратных средств, управляемых с применением определенного программного обеспечения.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенции и индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-2 Способен к сбору исходных данных и планированию модернизации сетевых устройств и программного обеспечения инфокоммуникационных систем.</p> <p>ИПК-2.1 Применяет основы сетевых технологий и принципы работы сетевого оборудования, правила работы с различными инфокоммуникационными системами;</p> <p>ИПК-2.2 Работает с различными инфокоммуникационными системами и базами данных, обрабатывать информацию о выполнении заявок на техподдержку оборудования с использованием современных технических средств;</p> <p>ИПК-2.3 Использует документацию, регламентирующую, взаимодействие сотрудников технической поддержки с подразделениями организации; навыками составления отчетов, анализа, систематизации данных с помощью информационной поддержки и баз данных.</p>	<p>Студент должен:</p> <p>Знать: Основы функционирования, современный уровень, основные тенденции и перспективы развития инфокоммуникационных технологий, в том числе сетевых. Основы работы с источниками научно-технической информации.</p> <p>Уметь: Проектировать волоконно-оптические системы, подсистемы и сети связи, а также их компонентную базу.</p> <p>Владеть: Первичными навыками эксплуатации техники оптической связи.</p>

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 216 часов (6 зачетных единиц), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		7	8		
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):					
Занятия лекционного типа	34	22	12		
Лабораторные занятия	34	12	22		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	22	22			
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	9	7	2		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3		
Самостоятельная работа	89,8	80,8	9		
Контроль:	26,7				
Подготовка к экзамену					
Общая трудоёмкость	час.	216			
	в том числе контактная работа	90,5			

	зач. ед	6				
--	---------	---	--	--	--	--

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

В 7-ом семестре.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Лек	Пр	Лаб	
1.	Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.		4	2	4	10
2.	Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.		4	2		10
3.	Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчики		2	2	4	10
4.	Компоненты ВОЛС: волоконно-оптические усилители		2	2	4	10
5.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры		2	4		10
6.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры ввода/вывода		2	4		10
7.	Компоненты ВОЛС: устройства оптической кросс-коммутиации		4	4		10
8.	Компоненты ВОЛС: компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.		2	2		10,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

В 8-ом семестре.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Лек	ПР	Лаб	
1	Промышленное оборудование систем оптической связи..		2		6	
2	Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM		2		6	
3	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.1.		2			
4	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.2. Технология CWDM.		2		6	
5	Оптические сети доступа. Технологии FTTB, PON.		2		4	
6	Проектирование оптических сетей связи.		2			

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		7 семестр	
1.	Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.	Блок-схема волоконно-оптической системы связи. Методы повышения скорости передачи волоконно-оптических линий связи. . Общая блок-схема волоконно-оптической системы связи WDM “точка к точке”, ее структурные компоненты и их функциональное назначение	КВ
2.	Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.	Лучевой и волновой подход к анализу распространения света в световодах. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Волноводная мода.	КВ

3.	Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчики	DFB-лазеры и DBR-лазеры: основы построения и базовые технические параметры. VCSEL-лазеры с вертикальным резонатором. Перестраиваемые лазеры – оптические схемы.	KB
4.	Компоненты ВОЛС: волоконно-оптические усилители	Оптические усилители на волоконном световоде, легированном эрбием (EDFA): физический принцип действия. Лазеры накачки и схемы накачки. Режимы работы EDFA. Шум усилителя EDFA и методы его подавления. Основные параметры усилителей EDFA.	KB
5.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры	Технология оптического мультиплексирования на основе интерференционных фильтров. Мультиплексирование на основе фазированной решетки микроволноводов (AWG).	KB
6.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры ввода/вывода	Техническая реализация ввода-вывода оптических несущих с применением волоконно-оптических брэгговских дифракционных решеток.	KB
7.	Компоненты ВОЛС: устройства оптической кросс-коммутации	Принципы построения электрооптических и термооптических пространственных переключателей оптических сигналов. Интегрально-оптические матрицы переключателей.	KB
8.	Компоненты ВОЛС: компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.	Физические основы хроматической дисперсии в волоконных световодах. Специализированные волоконные световоды для компенсации хроматической дисперсии (DCF). Типы волокон NZDSF. Компенсаторы хроматической дисперсии на основе брэгговских волоконно-оптических фильтров.	KB
8 семестр			
1	Промышленное оборудование систем оптической связи.	Промышленные системы WDM: основные параметры и сравнительный обзор (часть 1).	KB
2	Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM	Топологии оптических сетей связи. Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM. Кольцевые топологии.	KB
3	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.1.	Применение ROADM для построения оптических сетей	KB
4	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.2. Технология CWDM.	Применение технологии CWDM в городских сетях (metropolitan Area Network) (часть 1).	KB
5	Оптические сети доступа. Технологии FTTB, PON.	Общие принципы построения GPON-сетей. Протокол передачи.	KB
6	Проектирование оптических сетей связи.	Изучение типовых проектов строительства и модернизации магистральных и внутризоновых DWDM-сетей связи	KB

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы, ПЗ – выполнение практических заданий

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
7 семестр			
1.	Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.	Основные параметры систем TDM и WDM, их сравнительный анализ.	КВ
2.	Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.	Численные методы расчета и проектирования компонентов волоконной и интегральной оптики.	КВ
3.	Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчики	Оптические изоляторы и циркуляторы: принцип действия. Схемы прямой и внешней модуляции лазерного излучения. Эффект чирпинга. Физические основы работы и конструкция электроабсорбционных модуляторов и электрооптических модуляторов Маха-Цендера.	КВ
4.	Компоненты ВОЛС: волоконно-оптические усилители	Рамановские оптические усилители: принцип действия и основные характеристики. Полупроводниковые интегрально-оптические усилители: принцип действия и основные характеристики.	КВ
5.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры	Мультиплексоры на вогнутой дифракционной решетке. Перестраиваемые акустооптические фильтры: принцип действия.	КВ
6.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры ввода/вывода	Реконфигурируемые мультиплексоры ROADM. Техническая реализация.	КВ
7.	Компоненты ВОЛС: устройства оптической кросс-коммутации	Пространственная коммутация световых сигналов на основе технологии MEMS.	КВ
8.	Компоненты ВОЛС: компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.	Физические основы поляризационной модовой дисперсии и приемы ее компенсации.	КВ
8 семестр			
1	Промышленное оборудование систем оптической связи.	Промышленные системы WDM: основные параметры и сравнительный обзор (часть 2).	КВ
2	Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM	Сети DWDM типа "Broadcast-Select". Сети DWDM с оптической маршрутизацией по длине волны. Топология сети с λ -маршрутизацией.	КВ
3	Городские оптические сети (metropolitan	Применение оптической кросс-коммутации и мультиплексоров ROADM для построения городских оптических сетей связанных кольцевых	КВ

	networks). Ч.1.	топологий.	
4	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.2. Технология CWDM.	Применение технологии CWDM в городских сетях (Metropolitan Area Network) (часть 2).	КВ
5	Оптические сети доступа. Технологии FTTB, PON.	Принципы построения GPON-сетей: компонентная база. Планирование сети доступа.	КВ
6	Проектирование оптических сетей связи.	Изучение типовых проектов строительства и модернизации CWDM-сетей связи.	КВ

2.3.3 Лабораторные занятия.

№ п/п	Тема	Кол-во часов	Форма текущего контроля
7 семестр			
1	Расчет модовой структуры одномодового волоконного световода	4	Отчет по лабораторной работе
2	Исследование эрбиевого волоконно-оптического усилителя оптических сигналов EDFA	4	Отчет по лабораторной работе
3	Исследование оптических CWDM- и DWDM-мультиплексоров.	4	Отчет по лабораторной работе
8 семестр			
4	Исследование учебной CWDM-системы волоконно-оптической связи.	6	Отчет по лабораторной работе
5	Исследование учебной DWDM-системы волоконно-оптической связи.	6	Отчет по лабораторной работе
6	Исследование учебной системы волоконно-оптической связи для абонентского доступа.	6	Отчет по лабораторной работе
7	Изучение программного обеспечения системы дистанционного контроля оборудования и мониторинга сети	4	Отчет по лабораторной работе

Лабораторные работы выполняются в специализированной учебной лаборатории № 137 с, оборудованной учебными исследовательскими стендами. Прилагаются методические указания для проведения лабораторных работ.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Изучение тем дисциплины, вынесенные на СРС	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Системы и сети оптической связи»
2	Подготовка отчетов по лабораторным работам	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Системы и сети оптической связи»
3	Подготовка к экзамену	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Системы и сети оптической связи»

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- проведение практических занятий;
- домашние задания;
- опрос;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные работы;
- тестирование;
- публичная защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и экзамену).

Для проведения всех лекционных и практических (семинарских) занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Интерактивные аудиторные занятия с использованием

мультимедийных систем позволяют активно и эффективно вовлекать учащихся в учебный процесс и осуществлять обратную связь. Помимо этого, становится возможным эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину преподавателем материалами в виде **электронного комплекса сопровождения**, включающего в себя:

- электронные конспекты лекций;
- электронные планы практических (семинарских) занятий;
- электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий;
- списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса;
- разнообразную дополнительную литературу, относящуюся к изучаемой дисциплине в электронном виде (в различных текстовых форматах *.doc, *.rtf, *.htm, *.txt, *.pdf, *.djvu и графических форматах *.jpg, *.png, *.gif, *.tif).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью;
- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;
- компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;
- технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернет-тестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- использование средств мультимедиа;
- изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, использование вопросов, Сократический диалог);
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);
- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»);
- творческие задания;
- работа в малых группах;
- использование средств мультимедиа (компьютерные классы);

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Контрольные вопросы по учебной программе

В процессе подготовки и ответов на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления подготовки 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов рабочей программы.

1. Пересчитать сетку частот каналов CWDM (разнос между каналами 2500 ГГц) в соответствующие длины волн для спектрального диапазона 1270-1610 нм при условии полного его заполнения.

2. Указать количественные составляющие потерь для волоконно-оптической линии связи, включающей WDM оборудование, со следующими параметрами: волокно SMF-28, длина $L=120$ км, 2 OADM, 25 точек сварки.

3. Определить мощность сигнала на выходе оптической линии. Начальная мощность сигнала $P_0 = 20$ мВт, длина линии $L=660$ км, длина пролёта $l_{пр}=140$ км (27 точек сварки в каждом), в линии находятся три эрбиевых волоконных усилителя с коэффициентом усиления 30 дБ.

4. Определить отношение сигнал/шум на выходе оптической линии при каскадировании эрбиевых волоконных усилителей. В оптической линии находятся 2 усилителя, коэффициент усиления каждого 25 дБ, шум-фактор 5 дБ. Мощность сигнала на входе первого усилителя $P_1=0,14$ мВт, отношение сигнал/шум на входе первого усилителя 40 дБ, затухание в линии между усилителями 25,5 дБ.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Методы повышения скорости передачи волоконно-оптических линий связи. Концепция WDM. Общая блок-схема волоконно-оптической системы связи WDM "точка к точке", ее структурные компоненты и их функциональное назначение.

2. Основные параметры систем WDM. Модель взаимодействия WDM с транспортными технологиями. Разнос каналов и типы WDM-систем (CWDM, DWDM, HDWDM).

3. Дисперсионные характеристики оптических волоконных световодов различного назначения. Волоконные световоды со смещенной ненулевой смещенной дисперсией (NZDSF).

4. Нелинейно-оптические эффекты четырехволнового смешения, фазовой самомодуляции и кросс-модуляции.

5. Многочастотные линейки DFB-лазеров и DBR-лазеров: основы построения и базовые технические параметры. VCSEL-лазеры с вертикальным резонатором. Перестраиваемые лазеры – оптические схемы.

6. Оптические изоляторы и циркуляторы: принцип действия.
7. Схемы прямой и внешней модуляции лазерного излучения. Эффект чирпинга.
8. Физические основы работы и конструкция электроабсорбционных модуляторов и электрооптических модуляторов Маха-Цендера.
9. Технология оптического мультиплексирования на основе интерференционных фильтров.
10. Мультиплексирование на основе фазированной решетки микроволноводов (AWG).
11. Мультиплексоры на вогнутой дифракционной решетке.
12. Перестраиваемые акустооптические фильтры: принцип действия.
13. Мультиплексоры ввода-вывода: функциональное назначение. Техническая реализация ввода-вывода оптических несущих с применением волоконно-оптических брэгговских дифракционных решеток.
14. Мультиплексоры ROADM. Техническая реализация.
15. Устройства оптической кросс-коммутации: функциональное назначение. Принципы построения электрооптических и термооптических пространственных переключателей оптических сигналов. Интегрально-оптические матрицы переключателей. Пространственная коммутация световых сигналов на основе технологии MEMS.
16. Оптические усилители на волоконном световоде, легированном эрбием (EDFA): физический принцип действия. Лазеры накачки и схемы накачки. Режимы работы EDFA. Шум усилителя EDFA и методы его подавления. Основные параметры усилителей EDFA.
17. Рамановские оптические усилители: принцип действия и основные характеристики.
18. Полупроводниковые интегрально-оптические усилители: принцип действия и основные характеристики.
19. Физические основы хроматической дисперсии в волоконных световодах. Специализированные волоконные световоды для компенсации хроматической дисперсии (DCF). Типы волокон NZDSF.
20. Компенсаторы хроматической дисперсии на основе брэгговских волоконно-оптических фильтров.
21. Физические основы поляризационной модовой дисперсии и приемы ее компенсации.

Вопросы для подготовки к экзамену

- a. Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.
- b. Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.
- c. Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчик, волоконно-оптические усилители, оптические мультиплексоры, устройства оптической кросс-коммутации, компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.
- d. Промышленное оборудование систем оптической связи..
- e. Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM
- f. Городские оптические сети (metropolitan networks).
- g. Оптические сети доступа. Технологии FTTH, PON.
- h. Проектирование оптических сетей связи.
- i. Эксплуатация и дистанционное администрирование оптических сетей.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачета и экзамена в конце каждого из семестров, соответственно. На зачете и на экзамене бакалаврам предлагается ответить на 2

вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания бакалавра. Экзамен является окончательным итогом по дисциплине.

Критерии оценки знаний студентов на зачете.

Оценка «зачтено» – выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт. Допускаются незначительные ошибки. Обязательно выполнение, оформление и успешная защита каждой лабораторной работы.

Оценка «не зачтено» – выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопросы. Помимо этого, оценка «не зачтено» выставляется, если лабораторные работы в полном объеме не выполнены, не оформлены и не прошли защиту во время выполнения отчета;

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена. На экзамене (8-й семестр) бакалаврам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания бакалавра. Экзамен является окончательным итогом по дисциплине.

Оценка знаний бакалавру производится по следующим критериям:

- оценка «отлично» выставляется бакалавру, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

- оценка «хорошо» выставляется бакалавру, если он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и научно-исследовательских задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

- оценка «удовлетворительно» выставляется бакалавру, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется бакалавру, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические и научно-исследовательские задачи или не справляется с ними самостоятельно.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5.1 Основная литература:

1. Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5147>
2. Гордиенко, В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 396 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11830>.
3. Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. М.: Лань, 2012
4. Будылдина, Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных.

- Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 342 с.
5. Битнер, В.И. Сети нового поколения – NGN [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Битнер, Ц.Ц. Михайлова. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 226 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5122>.
 6. Э. Л. Портнов Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи. М. : Горячая линия-Телеком, 2007.
 7. Журнал «Фотон-Экспресс» – ведущее российское издание по современным телекоммуникациям, волоконной оптике и связи.
 8. У.Томаси. Электронные системы связи .Пер. с англ. Серия: Мир связи. М.:Техносфера,2007
 9. Жирар А. Руководство по технологии и тестированию систем WDM // EXFO, 2001.

5.2 Дополнительная литература:

1. Телекоммуникационные системы и сети: В 3 томах. Том 3. - Мультисервисные сети [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Величко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. — 592 с.
2. Росляков, А.В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 258 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63243>.
3. Слепов Н. Особенности, проблемы и перспективы разреженных систем WDM (CWDM) // Электроника: НТВ. 2004. № 7. С. 56-59.
4. Бурдин В.А. Основы моделирования кусочно-регулярных волоконно-оптических линий передачи сетей связи// Радио и связь, 2002.
5. Журнал «Техника Связи» — производственный технический журнал, освещает все аспекты телекоммуникаций и связи.
6. У.Томаси Электронные системы связи (Electronic Communications Systems) Серия: Мир связи Техносфера: 2007 – 1360 с.
7. Никульский И.Е. Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сетей доступа. М.: Техносфера 2006г., - 256с.
8. Крухмалёв В.В. Цифровые системы передачи М.: Горячая линия - Телеком 2007г., - 351с.
9. Дэвидсон. Основы передачи голосовых данных по сетям IP, 2-е изд М.: Издательский дом «Вильямс», 2007 – 400с.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи, отводится 92 часа с.р.с. от общей трудоемкости дисциплины (216 час.). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Системы и сети оптической связи».

Контроль осуществляется посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Системы и сети оптической связи» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям:

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
7 семестр				
1.	Расчет дисперсионной характеристики одномодового волоконного световода SMF-28.		Устный ответ, текстовый документ	
2.	Волоконные световоды со сложной формой профиля показателя преломления: дисперсионные характеристики, приемы изготовления и области применения		Текстовый документ	

3.	Типы и варианты конструктивного исполнения WDM транспондеров. Одно- и двуволоконные транспондеры.		Устный ответ, текстовый документ	
4.	Промышленные усилители EDFA (обзор).		Устный ответ, текстовый документ	
5.	Промышленные оптические мультиплексоры (обзор).		Устный ответ, текстовый документ	
6.	Промышленные оптические мультиплексоры ввода-вывода (обзор)		Устный ответ, текстовый документ	
7.	Промышленные электрооптические и MEMS коммутаторы (обзор).		Устный ответ, текстовый документ	
8.	Промышленные компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.		Устный ответ, текстовый документ	
8 семестр				
1	Трансокеанские оптические линии связи.		Устный ответ, текстовый документ	
2	Перестраиваемые сети DWDM		Устный ответ, текстовый документ	
3	Оптическая маршрутизация (обзор научных разработок)		Устный ответ, текстовый документ	
4	Полностью оптические сети (all-optical networks)		Устный ответ, текстовый документ	
5	Примеры планирования оптической сети доступа.		Устный ответ, текстовый документ	
6	Проекты модернизации городской CWDM-сети связи		Устный ответ, текстовый документ	
7	Супервизорный канал управления магистральной DWDM линии связи.		Устный ответ, текстовый документ	
Итого:				

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных

технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

- обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;
- развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;
- создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использовании средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

- техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);
- программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);
- организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в он-лайн или офф-лайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Разработчики дистанционного образования конкретизируют индивидуализацию образовательного поведения следующим образом, считая, что в дистанционном

образовании наиболее ярко проявляются черты личностно-ориентированного способа обучения: гибкость, модульность, доступность, рентабельность, мобильность, охват, технологичность, социальное равноправие, интернациональность.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

- реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;

- системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;

- построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

- базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);

- владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);

- использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веб-браузеров).

Информационные технологии могут быть использованы при обучении студентов несколькими способами. В самом простом случае реальный учебный процесс идет по обычным технологиям, а информационные технологии применяются лишь для промежуточного контроля знаний студентов в виде тестирования. Этот подход к организации образовательного процесса представляется очень перспективным ввиду того, что при его достаточно широком использовании университет может получить серьезную экономию средств из-за более низкой стоимости проведения сетевого компьютерного тестирования по сравнению с аудиторным.

Применение образовательных информационных ресурсов в качестве дополнения к традиционному учебному процессу имеет большое значение в тех случаях, когда на качественное усвоение объема учебного материала, предусмотренного ГОС, не хватает аудиторных занятий по учебному плану. Кроме того, такая форма организации учебного процесса очень важна при неодинаковой начальной подготовке обучающихся. Размещенные на сервере дистанционные курсы в большой степени способствуют качественному усвоению лекционного материала и последующей успешной сдаче экзамена.

Представляют интерес интегрированные технологии организации учебного процесса, т.е. различные сочетания аудиторных и дистанционных занятий. В этом случае лекторы и преподаватели, ведущие практические и семинарские занятия, до начала семестра составляют и размещают на сервере график учебного процесса, где детально описывают порядок изучения дисциплины в данном семестре. Основной фактический

материал, заранее подготовленный лектором и снабженный необходимым количеством иллюстраций и интерактивных элементов, размещается на сервере вместе с методическими рекомендациями по его самостоятельному изучению. Часть же занятий, качественное проведение которых с применением сетевых информационных технологий пока не представляется возможным, планируется аудиторными.

Следует особенно подчеркнуть, что при таком подходе крайне важно обеспечить интенсивный контроль степени усвоения материала. Не реже одного раза в 4-6 недель (что определяется объемом фактического материала) проводится тьюториал.

Тьюториал – это групповое практическое занятие, дополняющие самостоятельные занятия при обучении по дистанционной технологии или технологии комбинированного обучения. Тьютор выясняет возникшие при самостоятельных занятиях проблемы и даёт задания, позволяющие попрактиковаться и освоить новые знания, обменяться опытом с коллегами. На тьюториалах применяются активные методы обучения: групповые дискуссии, деловые игры, тренинги, мозговой штурм. По сути – это лёгкая форма тренинга, в которой под руководством тьютора другие участники помогают освоить полученные знания. На хорошем тьюториале можно устранить пробелы в знаниях, разобраться в непонятных темах и научиться применять полученные самостоятельно знания.

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;
- возрастает интенсивность учебного процесса;
- у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;
- доступность учебных материалов в любое время;
- возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).

2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:

<http://window.edu.ru/window>

2. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:

<http://www.rubricon.com/>

3. Сайт Росстандарта - Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

<https://www.gost.ru>

4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:

<http://www.college.ru/>

5. Каталог научных ресурсов *Scopus*:

<http://www.scopus.com/>

6. Каталог научных ресурсов *Web of Science*:

<http://www.webofknowledge.com>

7. Каталог научных ресурсов:

<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>

8. Большая научная библиотека:

<http://www.sci-lib.com/>

9. Естественно-научный образовательный портал:

<http://www.en.edu.ru/catalogue/>

10. Техническая библиотека:

<http://techlibrary.ru/>

11. Физическая энциклопедия:

<http://www.femto.com.ua/articles/>

12. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:

http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Успешная реализация преподавания дисциплины «Системы и сети оптической связи» предполагает наличие минимально необходимого для реализации магистерской программы перечня материально-технического обеспечения:

– лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для

презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет)

- специализированная учебная лаборатория № 327с для проведения лабораторных работ, оборудованная учебными исследовательскими макетами. Прилагаются методические указания для проведения лабораторных работ.

– программы онлайн-контроля знаний студентов;

– наличие необходимого лицензионного программного обеспечения (операционная система MS Windows XP; интегрированное офисное приложение MS Office);

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные и семинарские занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектором и экраном) и соответствующим программным обеспечением (ПО) - аудитория 133с
2.	Лабораторные занятия	Учебные лаборатории 133с и 137с, оборудованные лабораторными учебными стендами (137с) и парком компьютерной техники (133с) техники для проведения лабораторных работ по изучению оптических систем связи.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 133с
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 133с
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.