

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования и первый  
проректор

подпись \_\_\_\_\_  
« 27 » \_\_\_\_\_ 2018 г.  


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***Б1.В.ДВ.04.01 ТЕХНОЛОГИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО  
МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЯ В ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ***

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки / специальность

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Оптические системы локации, связи и обработки информации

*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Программа подготовки академическая

*(академическая /прикладная)*

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация (степень) выпускника магистр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.04.01 «Технология спектрального мультиплексирования в оптической связи» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, направленность «Оптические системы локации, связи и обработки информации»

Программу составил:

М.М. Векшин, канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры оптоэлектроники



---

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.04.01 «Технология спектрального мультиплексирования в оптической связи» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 12.04.2018 г.

/Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.



---

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 02.04.2018 г.

Председатель УМК ФТФ

д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



---

подпись

Рецензенты:

Куксенко Б.А., главный инженер АО «КБ «Селена»,

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий.

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 1.1 Цели дисциплины

Учебная дисциплина «Технология спектрального мультиплексирования в оптической связи» ставит своей целью изучение студентами волоконно-оптических систем связи со спектральным уплотнением каналов (WDM) и связанных с ней новых технологий построения когерентных оптических систем связи и оптического временного уплотнения OTDM. Изучение проводится на уровне общих принципов построения систем WDM, физических основ функционирования и методов технической реализации элементов и узлов WDM, процедур обработки и передачи информации в сетях различных топологий, описания современных образцов промышленной аппаратуры.

## 1.2 Задачи дисциплины

Основной задачей данной дисциплины является изучение физических основ функционирования и методов реализации элементов и узлов WDM, получение знаний по описанию современных образцов промышленной аппаратуры, используемую в системах связи со спектральным уплотнением каналов WDM.

## 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 "Технология спектрального мультиплексирования в оптической связи" по направлению подготовки 11.04.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (квалификация (степень) "магистр") относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Материал курса базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего профессионального образования по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 - "Инфокоммуникационные технологии и системы связи".

## 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций: ПК-6, ПК-9.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-6	Способностью разрабатывать прогрессивные методы технической эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств	принципы построения, международные рекомендации ИТУ, технические характеристики оптических систем связи;	проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи; организовать доведение услуг до пользователей услугами связи.	навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи.
2.	ПК-9	Способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы	элементную базу волоконно-оптических систем связи;	осуществлять эксплуатацию оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи; выполнять научные исследования в группе, ставить задачи исследования	навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи, в том числе навыками управления потоками трафика на сети.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 72 часа (2 зачетных единицы), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			В
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>30,2</b>	<b>30,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>			
Занятия лекционного типа		10	10
Лабораторные занятия		10	10
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		10	10
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>41,8</b>	<b>41,8</b>
Проработка учебного (теоретического) материала		13	13
Подготовка к текущему контролю		28,8	28,8
<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену		-	-
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>30,2</b>	<b>30,2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Примечание: КСР – контроль самостоятельной работы, ИКР – промежуточная аттестация.

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Оптические лазерные приемопередатчики (транспондеры).	12,8	2	2	2	6,8
2	Технологии оптического мультиплексирования по длине волны.	9	2	2	-	5

3.	Конфигурируемые оптические мультиплексоры ввода-вывода (ROADM).	14	2	2	-	10
4	Когерентные волоконно-оптические системы связи	10	2	2	-	6
5	Технология оптического временного уплотнения сигналов (OTDM).	10	2	-	2	6
6	Современные промышленные системы CWDM и DWDM: устройство, особенности, применение.	16	-	2	6	8
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Итого	72	10	10	10	41,8

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

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Оптические лазерные приемопередатчики (транспондеры).	Распределенная обратная связь. Лазеры на основе брэгговского отражения. Перестраиваемые лазеры. VCSEL-лазеры с вертикальным резонатором – физический принцип генерации и техническая реализация. Ширина линии излучения. Уплотнение оптических сигналов по длине волны. Уплотнение оптических сигналов по поляризации.	КВ
2.	Технологии оптического мультиплексирования по длине волны.	Технология на основе интерференционных фильтров.. Мультиплексирование на основе фазированной решетки микроволноводов (AWG).	КВ
3.	Конфигурируемые оптические мультиплексоры ввода-вывода (ROADM).	Принцип работы, компонентная база и техническая реализация конфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода (ROADM). Параметры серийно выпускаемых ROADM.	КВ
4	Когерентные волоконно-	Принцип работы, компонентная база и техническая реализация когерентных	КВ

	оптические системы связи	волоконно-оптических систем связи. Гетеродинный и гомодинный прием оптических сигналов (часть 1).	
5	Технология оптического временного уплотнения сигналов (OTDM).	Физические и схемотехнические принципы оптического временного мультиплексирования и демультимплексирования информационных сигналов.	КВ

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Оптические лазерные приемопередатчики (транспондеры).	Прямая и внешняя модуляция лазерного излучения. Эффект чирпинга. Многопозиционная модуляция и демодуляция. Техническая реализация многопозиционной модуляции и демодуляции. Оптические многоканальные модуляторы. Интегрально-оптические модуляторы и их практическое применение.	КВ
2.	Технологии оптического мультиплексирования по длине волны.	Мультиплексирование на основе эффекта угловой дисперсии. Мультиплексоры на вогнутой дифракционной решетке. Трехмерное оптическое мультиплексирование. Акустооптические фильтры. Мультиплексоры ввода-вывода (Add-Drop Filters). Фильтры на основе волоконно-оптических брэгговских дифракционных решеток.	КВ
3.	Конфигурируемые оптические мультиплексоры ввода-вывода (ROADM)	Применение ROADM в оптических сетях связи.	КВ
4.	Когерентные волоконно-оптические системы связи	Принцип работы, компонентная база и техническая реализация когерентных волоконно-оптических систем связи. Гетеродинный и гомодинный прием оптических сигналов (часть 2).	КВ
5.	Современные промышленные системы CWDM и DWDM: устройство, особенности, применение.	Сравнительный анализ промышленных WDM-систем связи различных производителей.	КВ

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Оптические лазерные приемопередатчики (транспондеры).	Приемы работы с оптическим анализатором спектра	отчёт по заданию в лабораторной работе
2.	Технология оптического временного уплотнения сигналов (OTDM).	Исследование характеристик оптического модулятора.	отчёт по заданию в лабораторной работе
3.	Современные промышленные системы CWDM и DWDM: устройство, особенности, применение.	Исследование характеристик CWDM- и DWDM-транспондеров	отчёт по заданию в лабораторной работе
		Исследование характеристик CWDM и DWDM-мультиплексоров.	
		Исследование характеристик оптического полосового фильтра.	

Лабораторные работы выполняются в специализированной учебной лаборатории № 137с. Прилагаются методические указания для проведения лабораторных работ.

В результате выполнения лабораторных работ у магистрантов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.04.02 "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	Подготовка к практическим занятиям	Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов для бакалавров направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и магистров направления подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
2	Подготовка к выполнению	



	лабораторных работ	
3	Проработка учебного (теоретического материала)	

**Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины  
по темам программы для проработки теоретического материала**

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Оптические лазерные приемопередатчики (транспондеры).	— 368 с. — <u>Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a></u> Э. Л. Портнов Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи. М. : Горячая линия-Телеком, 2007. 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. — <u>Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5122">https://e.lanbook.com/book/5122</a></u> .
2.	Технологии оптического мультиплексирования по длине волны.	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. Э. Л. Портнов Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи. М. : Горячая линия-Телеком, 2007. 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.
3.	Конфигурируемые оптические мультиплексоры ввода-вывода (ROADM).	Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — <u>Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a></u> Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.
4.	Когерентные волоконно-оптические системы связи	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. Телекоммуникационные системы и сети: В 3 томах. Том 3. - Мультисервисные сети [Электронный ресурс] : учеб.

		<p>пособие / В.В. Величко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. — 592 с.</p> <p>Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.</p>
5.	Технология оптического временного уплотнения сигналов (OTDM).	<p>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.</p> <p>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. — <u>Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5122">https://e.lanbook.com/book/5122</a></u>.</p>
6.	Современные промышленные системы CWDM и DWDM: устройство, особенности, применение.	<p>Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — <u>Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a></u></p> <p>Э. Л. Портнов Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи. М. : Горячая линия-Телеком, 2007.</p>

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;
- опрос;
- практические задания;
- 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 зачету).

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 аудиторские 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.

#### Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

Семестр	Вид занятия(Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
В	Л	Интерактивная лекция с мультимедийной системой	10
В	ПЗ	Индивидуальное выполнение практических заданий	10
В	ЛР	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий	10
Итого:			30

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия.

#### 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 ответам на контрольные вопросы формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, компетенции ПК-6, ПК-9.

##### Ниже приводятся примеры контрольных вопросов рабочей программы.

1. Назовите основные компоненты оптических приемопередающих транспондеров.
2. Объясните принципы действия модуляторов Маха-Цендера и электроабсорбционных модуляторов. Какие требования предъявляются к управляющим электродам модуляторов?
3. Объясните многопозиционный режим работы оптического модулятора Маха-Цендера.
4. Назовите методы соединения лазерных передатчиков с одномодовыми и многомодовыми волкнами.
5. Назовите физические принципы функционирования мультиплексоров на основе тонкопленочных фильтров и их конструктивные ограничения.
6. Приведите оптическую схему и объясните принцип действия оптического циркулятора.

7. Приведите оптическую схему и объясните принцип действия конфигурируемого мультиплексора ввода/вывода.
8. Приведите оптическую схему когерентной линии волоконно-оптической связи, поясните принцип действия и ее структурные компоненты.
9. Почему чувствительность когерентных приемников оптических сигналов выше чем традиционный способ их детектирования?
10. Объясните принцип действия демультимплексирования оптических сигналов, уплотненных по методу OTDMA.

**Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:**

ПК-6 – способностью разрабатывать прогрессивные методы технической эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств: знать принципы построения, международные рекомендации ITU, технические характеристики оптических систем связи.

**Критерии оценивания ответов студентов:**

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практической занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный (письменный) опрос по выполненным заданиям предыдущей темы. Критерии оценки: – правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

**4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации содержит контрольные вопросы, выносимые для оценивания окончательных результатов обучения по дисциплине.

**Вопросы и примеры типовых практических заданий, выносимые на зачет в семестре В по дисциплине «Технология спектрального мультиплексирования в оптической связи»** для направления подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы локации, связи и обработки информации" (промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам успешного выполнения заданий лабораторных работ с учетом активности студента на практических занятиях).

1. Оптические лазерные приемопередатчики (транспондеры).
2. Технологии оптического мультиплексирования по длине волны.

3. Конфигурируемые оптические мультиплексоры ввода-вывода (ROADM).
4. Когерентные волоконно-оптические системы связи
5. Технология оптического временного уплотнения сигналов (OTDM).
6. Современные промышленные системы CWDM и DWDM: устройство, особенности, применение.

**Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:**

ПК-6 – способностью разрабатывать прогрессивные методы технической эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств: знать принципы построения, международные рекомендации ИТУ, технические характеристики оптических систем связи; уметь проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи; организовать доведение услуг до пользователей услугами связи; владеть навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи. ПК-9 способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы: знать элементную базу волоконно-оптических систем связи; уметь осуществлять эксплуатацию оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи; выполнять научные исследования в группе, ставить задачи исследования; владеть навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи, в том числе навыками управления потоками трафика на сети.

**Критерии оценки знаний магистрантов 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.

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. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **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. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. — Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.
3. Складов, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76830>.
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. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94623>. — Загл. с экрана.
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>.

### **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. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64092>. — Загл. с экрана.
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. Портнов Э. Л. Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи. М. : Горячая линия-Телеком, 2007.

### **5.3. Периодические издания:**

1. Автометрия

2. Вестник связи
3. Квантовая электроника
4. Оптический журнал
5. Сети и системы связи
6. Технологии и средства связи
7. Труды ин-та инж. по электрон. и радиоэлектронике (ТИИЭР)
8. Фотоника
9. Фотон-экспресс
10. Сводный реферативный журнал «Связь»
11. РЖ «Физика»
12. Журнал технической физики
13. Зарубежная радиоэлектроника

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

1. Электронная библиотека ЮРАЙТ: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.04.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи, отводится 41,8 часа с.р.с. от общей трудоемкости дисциплины (72 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 «».??????

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:

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

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



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.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены индивидуальные консультации, так как большое значение имеет консультации. 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

Рекомендуется следующий график самостоятельной работы студентов по учебным неделям каждого семестра:

**Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в семестре В по дисциплине «Технология спектрального мультиплексирования в оптической связи»**

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СР)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
1	Оптические лазерные приемопередатчики (транспондеры). Технологии оптического мультиплексирования по длине волны.	подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	1-2, 10	ПЗ/зачет	письменная работа устный опрос
		Подготовка к ЛР	4,8	1-2	ЛР/зачет	устный опрос
2	Конфигурируемые оптические мультиплексоры ввода-вывода (ROADM).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	5	2-3, 9, 10	ПЗ/зачет	письменная работа устный опрос
3	Когерентные волоконно-оптические системы связи	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	10	3-4, 9	ПЗ/зачет	письменная работа устный опрос
4	Технология оптического временного уплотнения сигналов (OTDM).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	6	4-5,8	ПЗ/зачет	письменная работа устный опрос
5	Современные промышленные системы CWDM и DWDM: устройство, особенности, применение.  Оптические лазерные приемопередатчики (транспондеры).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	5-6,10	/ПЗ/зачет	устный опрос
		Подготовка к ЛР	4	7,9	ЛР/зачет	устный опрос
6	Технологии оптического мультиплексирования по длине волны.	подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	7-8,10	/ПЗ/зачет	письменная работа
		Подготовка к ЛР	6	8-9	ЛР/зачет	устный опрос
7		Итого:	41,8			

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

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

- Консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций на сайте Moodle КубГУ.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Операционная система MS Windows.
2. Офисный пакет приложений MS Office.

### **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/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/)

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

Успешная реализация преподавания дисциплины «Технология спектрального мультиплексирования в оптической связи» предполагает наличие минимально необходимого для реализации магистерской программы перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет)
- специализированная учебная лаборатория № 137с для проведения лабораторных работ, оснащенная необходимым измерительным оборудованием и учебно-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	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ – ауд. 137а корп. С (ул. Ставропольская, 149)
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
5.	Промежуточная аттестация, текущий контроль	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
6.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)