


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета факультета математики, информационных и авиационных технологий
от « 17 » 05 2022 г. протокол № 4/22
Председатель М.А. Волков
« 17 » мая 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Спектральное уплотнение в цифровых оптических системах передачи данных
Факультет	Факультет математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Телекоммуникационные технологии и сети
Курс	1

Направление (специальность) – 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) – Интеллектуальные инфокоммуникационные технологии и сети

полное наименование

Форма обучения – очная

очная, заочная, очно-заочная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2022 г.



Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 9 от 31.05 2023 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № от 20 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № от 20 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Смолева Виталий Петрович	ТТС	к.в.н., доцент

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой телекоммуникационных технологий и сетей, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой телекоммуникационных технологий и сетей
 Смагин А.А. / (Подпись) (ФИО) « 17 » мая 2022 г.	 Смагин А.А. / (Подпись) (ФИО) « 17 » мая 2022 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование профессиональных компетенций, необходимых для реализации информационно-аналитической и научно-исследовательской деятельности (см. пункт 3).

Задачами изучения дисциплины в рамках освоения практического фактического материала и предусмотренного курса практических занятий выступает приобретение знаний, умений и навыков, характеризующих определённый уровень сформированности целевых компетенций:

сформировать системное базовое представление, первичные знания, умения и навыки студентов по спектральному уплотнению в цифровых оптических системах передачи данных;

дать общие представления о теоретических основах построения оптических систем и сетей и особенности применения технологии WDM;

подготовить студентов к применению перспективных методов проектирования и моделирования оптических цифровых телекоммуникационных систем, организации и расчета параметров цифровых волоконно-оптических линейных трактов при дальнейшем обучении.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП


Дисциплина «Спектральное уплотнение в цифровых оптических системах передачи данных» относится к дисциплинам по выбору учебного плана подготовки магистра по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (Б1.В.ДВ.01.02).

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения курсов «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Цифровая обработка сигналов», «Корпоративные инфокоммуникационные системы и услуги».


Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении таких дисциплин как: «Управление сетями», «Цифровые системы коммутации».

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СОТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Наименование категории компетенции, тип задач	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1 Готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокомму-	ИД-1 _{ПК-1} Знать технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	<p>никационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем</p>	<p>ИД-2_{ПК-1} Уметь осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ в области создания и проектирования радиоэлектронных устройств и систем</p> <p>ИД-2.1_{ПК-1} Уметь разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование радиоэлектронных устройств и систем</p> <p>ИД-3_{ПК-1} Владеть навыками разработки и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и собственной интуиции; прогноза последствий, поиска компромиссных решений в условиях многокритериальности</p>
Научно-исследовательский	<p>ПК-2 Способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования</p>	<p>ИД-1_{ПК-2} Знать методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем</p> <p>ИД-2_{ПК-2} Уметь проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценку качества предоставляемых услуг</p> <p>ИД-3_{ПК-2} Владеть навыками анализа научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников</p> <p>ИД-3.1_{ПК-2} Владеть навыками проведения экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик, радиоэлектронной аппаратуры</p>
Организационно-управленческий	<p>ПК-8 Способностью и готовностью применять методы технико-экономического анализа при организации и проведении практической деятельности инфокоммуникационных предприятий, методы маркетинга</p>	<p>ИД-1_{ПК-8} Знать основы бизнес-проектирования, бухгалтерского учета, маркетинга, менеджмента продаж, деловой этики, делопроизводства, ведения деловой переписки и переговоров</p> <p>ИД-1.1_{ПК-8} Знать трудовое законодательство Российской Федерации</p> <p>ИД-2_{ПК-8} Уметь анализировать информацию, мотивировать сотрудников принимать решения, проводить повышение квалификации персонала</p> <p>ИД-2.1_{ПК-8}</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	и менеджмента в области ИКТиСС	<p>Уметь обрабатывать информацию о современных инновационных и конкурентных инфокоммуникационных системах и/или их составляющих ИД-3_{ПК-8}</p> <p>Владеть навыками составления аналитических отчетов и управления персоналом, проведения повышения квалификации сотрудников ИД-3.1_{ПК-8}</p> <p>Владеть навыками разработки стоимостных и натуральных плановых показателей ИД-3.2_{ПК-8}</p> <p>Владеть навыками составления аналитических отчетов о деятельности персонала, занимающегося продажами инфокоммуникационных систем и/или их составляющих</p>
--	--------------------------------	--

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего): 5 ЗЕТ


4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы 108 часов

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		1
1	2	
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36	36
Аудиторные занятия:	36	36
лекции		
Семинары и практические занятия	18	18
Лабораторные работы, практикумы	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)		
Курсовая работа	3	3
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен	экзамен
Всего часов по дисциплине	108	108

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего
		Аудиторные занятия					
		лекции	практические занятия,	Лабораторные работы,	Занятия в интерак-	Самостоя-	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

			семина- ры	практи- кумы	тивной форме	тель- ная ра- бота	кон- троля зна- ний
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 1. Принципы построения и структура ВОСП	6		2			4	
Тема 2. Методы уплотнения сигналов в оптическом волокне	6		2		2*	4	
Тема 3. Спектральное уплотнение. Схема WDM	26		2	8	6*	16	
Тема 4. Технологии WDM и DWDM. Частотный план. Эталонные цепи	20		4			16	
Тема 5. Активные и пассивные компоненты WDM	22		4			18	
Тема 6. Волоконно-оптические линейные тракты	28		4	10	10*	14	
Итого	108		18	18	18*	72	

*В интерактивной форме проводятся все практические занятия, семинары. Темы и содержание занятий приведены в пункте «практические занятия, семинары»). В «Итого» столбец «Занятия в интерактивной форме», соответствующий столбцу «практические занятия, семинары», не учитывается.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Данный вид работы не предусмотрен УП.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Принципы построения и структура ВОСП.

Вопросы к теме.

1. Обобщенная структурная схема ВОСП. Понятие оптического линейного тракта.
2. Функциональные модули аппаратуры ВОСП синхронной цифровой иерархии: мультиплексоры, регенераторы, коммутаторы и др.
3. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи.

Тема 2. Методы уплотнения сигналов в оптическом волокне.


Вопросы к теме.

1. Временное уплотнение (Times Division Multiplexing, TDM). Применение технологии TDM в CWDM системах передачи.
2. Пространственное уплотнение.

Тема 3. Спектральное уплотнение. Схема WDM

Вопросы к теме.

1. Принцип спектрального уплотнения.
2. Схема спектрального уплотнения рекомендованная МСЭ-Т.
3. Основные узлы схемы: транспондеры, оптические мультиплексоры, усилители.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Тема 4. Технологии WDM и DWDM. Частотный план. Эталонные цепи.

Вопросы к теме.

1. Классификация WDM. Технологии CWDM и DWDM.
2. Частотный план.
3. Эталонные цепи.

Тема 5. Активные и пассивные компоненты WDM.

Вопросы к теме.

1. Особенности применения активных и пассивных компонентов WDM.
2. Мультиплексоры и демультиплексоры. Мультиплексоры ввода/вывода. Оптические усилители. Трансиверы.
3. Транспондеры и мукспондеры.

Тема 6. Волоконно-оптические линейные тракты.

Вопросы к теме.

1. Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей.
2. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов.
3. Многоствольные линейные тракты с временным и спектральным разделением стволов.
4. Принципы регенерации цифровых оптических сигналов. Расчет длины участка регенерации ВОСП.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Лабораторная работа №1. Исследование методов уплотнения оптических сигналов.

Цели работы:

- освоить спектральное уплотнение в ВОСП,
- изучить схему WDM и порядок преобразования оптического сигнала элементами схемы. Освоить основные виды оптической модуляции.

Лабораторная работа №2. Расчет волоконно-оптических линейных трактов.


Цель работы. Освоить порядок расчета волоконно-оптических линейных трактов.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

1. Основные понятия и определения. Принципы построения и структура ВОСП.
2. История развития мнговолновых ВОСП и устройств волнового уплотнения WDM. Мировой уровень развития оптической связи с использованием WDM.
3. Методы уплотнения информационных потоков - Метод временного уплотнения (TDM). Области использования. Перспективы
4. Методы уплотнения информационных потоков -.Модовое уплотнение (MDM). Области использования, перспективы
5. Методы уплотнения информационных потоков - Мнговолновое уплотнение оптических несущих (WDM). Области использования, перспективы
6. Стандарты ITU-T на применение технологий и оборудования. Международной электротехнической комиссия ИЕС для оборудования SDH SONET оптических цифровых систем передачи. Частотный план, стандартизованный ITU-T.
7. Общая структура и параметры оптических систем волнового уплотнения.
8. Общие принципы построения, описание и структура цифровых WDM систем. Общее описание и параметры DWDM. HDWDM систем.
9. Характеристики компонент систем волнового уплотнения . Передатчики -методы

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

модуляции - внутренняя (токовая) и внешняя (интерферометры Маха-Цендера, электрооптическая).

10. Принципы интеграции передающих оптических модулей - (лазер, модулятор, полупроводниковый усилитель.. (мультилазер, мультиплексор, усилитель).

11. Принципы построения коммутаторов для устройств оптической кросс-коммутации ОХС. Волновые разветвители.

12. Волоконно-оптические -оптические фильтры на основе дифракционных решеток. Типовые параметры

13. WDM Волоконно-оптические интерференционные фильтры - реализация для много-входовых селекторов на основе трехполосного делителя (непоглощающего интерференционного фильтра),

14. Оптические усилители для WDM систем - особенности построения и характеристик.

15. Усилители на примесном волокне Общие сведения об EDFA Классификация EDFA по способам применения

16. Принцип действия EDFA Технические параметры и характеристики EDFA Основные структурные схемы EDFA.

17. Типовые характеристики EDFA Усиление волоконно-оптического усилителя. Усиление слабого сигнала Насыщенное усиление Зависимость усиления от поляризации Спектральный провал усиления.

18. Принцип действия оптических демультиплексоров на основе интерференционных фильтров Основные параметры и характеристики.

19. Оптические мультиплексоры с добавлением и отводом каналов. Конфигурация и характеристики волноводного многоканального оптического мультиплексора


20. Принципиальная схема и основные характеристики волноводной оптической системы спектрального мультиплексирования/демультиплексирования на основе матрицы сфазированных волноводов (фазар).

21. Особенности тестирования систем со спектральным уплотнением. Основные параметры сигналов и компонентов. Требования к измерительному оборудованию.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
Тема 1. Принципы построения и структура ВОСП	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	-	Текущий контроль (опрос)
Тема 2. Методы уплотнения сигналов в оптическом волокне	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	-	Текущий контроль (опрос)
Тема 3. Спектральное уплотнение. Схема WDM	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	-	Текущий контроль (опрос)
Тема 4. Технологии WDM и DWDM. Частотный план. Эталонные цепи	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	-	Опрос, защита результатов практических работ, контрольное тестирование
Тема 5. Активные и	чтение основной и дополнительной лите-	-	Текущий кон-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

пассивные компоненты WDM	ратуры, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;		троль (опрос)
Тема 6. Волоконно-оптические линейные тракты	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	-	Опрос, защита результатов практических работ, контрольное тестирование

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Винокуров, В. М. Цифровые системы передачи : учебное пособие / В. М. Винокуров. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 160 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13999.html>
2. Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / Умняшкин С. В. - Москва : Техносфера, 2019. - 550 с. - ISBN 978-5-94836-557-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365572.html>

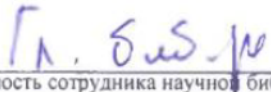


дополнительная

1. Битнер В.И., Сети нового поколения - NGN [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Битнер В.И., Михайлова Ц.Ц. - М. : Горячая линия - Телеком, 2011. - 226 с. - ISBN 978-5-9912-0149-0 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201490.html>
3. Методические рекомендации для семинарских (практических) занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Спектральное уплотнение в цифровых оптических системах передачи данных» для магистрантов направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи / В. П. Смолеха; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 312 КБ). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/9112>

учебно-методическая


1. Смолеха, Виталий Петрович. Телекоммуникационные системы и сети: учеб. пособие для вузов / Смолеха Виталий Петрович ; под ред. А. А. Смагина; УлГУ, Фак. математики и информ. технологий, Каф. телекоммуникац. технологий и сетей. - Ульяновск : УлГУ, 2009. - 103 с. : ил. - Библиогр.: с. 102. - б/п.

Согласовано:

 /  /  / 12.05.22 г.
Должность сотрудника научной библиотеки ФИО подпись дата

б) Программное обеспечение

1. Мультимедийные средства: компьютер и проектор;
2. Мультимедийные технологии. MS Office, Internet Explorer.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

3. Интерактивная система обучения СОТСБИ-NGN.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . - Электрон. дан. - Саратов, [2019]. - Режим доступа:

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

1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва , [2019]. - Режим доступа:

<https://www.biblio-online.ru>

1.3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс] : электронные журналы / ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа:

<https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /Компания «Консультант Плюс» - Электрон, дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2019].

3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс]: электронные журналы / ООО ИВИС. - Электрон, дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа:

<https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

4. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон, дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

5. **Электронная библиотека диссертаций РГБ** [Электронный ресурс]: электронная библиотека / ФГБУ РГБ. - Электрон, дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа:

<https://dvs.rsl.ru>.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Информационная система Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Режим доступа: <http://window.edu.ru>




6.2. Федеральный портал Российское образование. Режим доступа: <http://www.edu.ru>

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа : <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>

7.2. Образовательный портал УлГУ. Режим доступа : <http://edu.ulsu.ru>


Согласовано:

 |  |  12.05.22 г.
Должность сотрудника УИГИТ | ФИО | подпись | дата

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения практические занятия, семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения семинарских занятий оборудованы мультимедийным оборудованием. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса, размещенными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Разработчик


подпись

доцент кафедры ТТС

должность

Смолева В.П.

ФИО