

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **«Транспортные сети и системы с волновым мультиплексированием»**
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Технологии и системы оптической связи
квалификация – бакалавр
форма обучения – очная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2019

Екатеринбург 2019

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю
Директор УрТИСИ СибГУТИ
_____ Е.А. Минина
« _____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «**Транспортные сети и системы с волновым мультиплексированием**»
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Технологии и системы оптической связи
квалификация – бакалавр
форма обучения – очная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2019

Екатеринбург 2019

Рабочая программа дисциплины «Транспортные сети и системы с волновым мультиплексированием» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и Положением об организации и осуществления в СибГУТИ образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

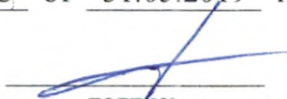
Программу составил:

<u>старший преподаватель</u> должность	 подпись	/ <u>И.И. Шестаков</u> инициалы, фамилия
/	/	/
_____	_____	_____
должность	подпись	инициалы, фамилия

Утверждена на заседании кафедры МЭС от 31.05.2019 протокол № 11

Заведующий кафедрой (разработчика)

31.05.2019 г.

 подпись	/ <u>Е.А. Субботин</u> / инициалы, фамилия
---	---

Заведующий кафедрой (выпускающей)

31.05.2019 г.

 подпись	/ <u>Е.А. Субботин</u> / инициалы, фамилия
--	---

Согласовано

Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)

31.05.2019 г.

 подпись	/ <u>Е.И. Гниломёдов</u> / инициалы, фамилия
---	---

Основная и дополнительная литература, указанная в рабочей программе, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Зав. библиотекой

 подпись	/ <u>С.Г. Торбенко</u> инициалы, фамилия
---	---

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана. Шифр дисциплины в учебном плане – *Б1.В.25*.

<i>ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	<i>Основы теории цепей, Основы теории электромагнитных полей и волн, Введение в операционную систему Unix, Пакеты прикладных программ, Языки программирования, Элементная база телекоммуникационных систем, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Физические основы квантовой оптики, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Вычислительная техника и информационные технологии, Микропроцессорная техника в системах связи, Перспективные технологии в отрасли инфокоммуникаций, Сети связи и системы коммутации, Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства, Основы нелинейной оптики, Активные оптические компоненты, Электропитание устройств и систем телекоммуникаций, Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных, Измерения в оптических сетях, Методы и средства измерений в телекоммуникационных системах, Технологическая практика</i>
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Протоколы и интерфейсы телекоммуникационных систем, Техническая эксплуатация оптических систем передач, Управление сетями связи, Оптические мультисервисные сети, Экономика отрасли инфокоммуникаций</i>
Последующие дисциплины и практики	-
<i>ПК-10 Способен к эксплуатации, монтажу, тестированию и проверки качества работы оборудования оптической связи, в том числе на участках высокой сложности</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	<i>Основы проектирования строительства и эксплуатации ВОЛС, Измерения в оптических сетях, Методы и средства измерения в телекоммуникационных системах, Технологическая (проектно-технологическая) практика</i>
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Структурированные кабельные системы, Сети и системы оптического доступа, Техническая эксплуатация оптических систем передачи</i>
Последующие дисциплины и практики	-
<i>ПК-11 Способен осуществлять предпроектную подготовку, разработку системного, технического и рабочего проектов оптических систем связи, осуществлять освидетельствование и принимать решение об эксплуатации оптической системы связи</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	<i>Основы проектирования строительства и эксплуатации ВОЛС</i>
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	<i>Синхронные транспортные сети, Преддипломная практика.</i>

Последующие дисциплины и практики	-
-----------------------------------	---

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать освоение следующих компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим разделам дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

ПК-1 Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных

знать:

- принцип действия, основные параметры и характеристики различных систем с волновым мультиплексированием;
- перспективные направления развития аппаратуры с волновым мультиплексированием.

уметь:

- производить измерения характеристик систем с волновым мультиплексированием;
- работать с технической документацией и научными работами;

владеть:

- навыками измерения характеристик систем с волновым мультиплексированием;
- навыками работать с технической документацией и научными работами.

ПК-10 Способен к эксплуатации, монтажу, тестированию и проверки качества работы оборудования оптической связи, в том числе на участках высокой сложности:

знать:

- особенности эксплуатации, монтажа, тестирования и проверки качества работы систем с волновым мультиплексированием.

уметь:

- эксплуатировать, монтировать, тестировать и проводить проверки качества работы систем с волновым мультиплексированием;

владеть:

- навыками эксплуатации, монтажа, тестирования и проверки качества работы систем с волновым мультиплексированием.

ПК-11 Способен осуществлять предпроектную подготовку, разработку системного, технического и рабочего проектов оптических систем связи, осуществлять опвидетельствование и принимать решение об эксплуатации оптической системы связи:

знать:

- теорию в области систем с волновым мультиплексированием;
- особенности построения систем с волновым мультиплексированием;
- процессы, протекаемые в системах и сетях с волновым мультиплексированием в процесс передачи информации;
- методику расчета параметров систем связи с волновым мультиплексированием;
- особенности разработки схем организации связи с волновым мультиплексированием.

уметь:

- применять теорию в области систем с волновым мультиплексированием для их проектирования, строительства и эксплуатации;
- проектировать системы и сети с волновым мультиплексированием;
- проводить математические расчеты и моделирования в рамках проектирования и строительства систем и сетей с волновым мультиплексированием;
- применять на практике знания в области процессов, протекаемых в системах и сетях с волновым мультиплексированием в процессе передачи информации.

владеть:

- навыками применения теории в области систем и сетей с волновым мультиплексированием для их проектирования, строительства и эксплуатации;
- навыками проектирования систем и сетей с волновым мультиплексированием;
- математическими расчетами и моделированием в рамках проектирования и строительства систем и сетей с волновым мультиплексированием;
- навыками применения на практике знания в области процессов, протекаемых в системах и сетях с волновым мультиплексированием в процесс передачи информации.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Очная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 4 курсе, составляет 5 зачетных единицы. По дисциплине предусмотрен *зачет, экзамен и курсовой проект.*

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курс 4	
		7 сем.	8 сем.
Аудиторная работа (всего)	78/2,16	34	44
<i>В том числе в интерактивной форме</i>	<i>16/0,44</i>	8	8
Лекции (ЛК)	36/1,00	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	24/0,66	12	12
Практические занятия (ПЗ)	16/0,44	4	12
Предэкзаменационная консультация (ПК)	2/0,05	-	2
Самостоятельная работа студентов (всего)	75/2,08	29	46
Проработка лекций	9/0,25	3	6
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	14/0,38	4	10
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	22/0,61	12	10
Выполнение курсового проекта	20/0,55	10	10
Подготовка к экзамену	10/0,27	-	10
Контроль	27/0,75	9	18
Общая трудоемкость дисциплины, часов	180/5	72	108

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

** Оставить нужное

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Содержание лекционных занятий

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах
		О
1	Модель, определения и архитектура транспортных сетей связи Общая архитектура телекоммуникаций ТСС. Структура и модели телекоммуникаций ТСС. Направляющие среды телекоммуникационных систем. Институты, комитеты, форумы стандартизации ТСС. Технологии ТСС, их сравнительная характеристика.	4
2	Технология WDM Рекомендации ITU-T. Разновидности сетей WDM и сравнительная характеристика. Компоненты для реализации сетей WDM. Частотный план. Принцип построения сетей WDM: структурная схема, понятие оптический канала, пролет, усилительный и регенерационный участок, линейный тракт. Компоненты WDM: оптические мультиплексоры, оптические конвертеры, компенсаторы дисперсии, оптические усилители, оптические кросс-коммутаторы – принцип работы, структурная схема, применение на практике. Расчет параметров систем WDM: расчет емкости и дальности связи в зависимости от оптических и дисперсионных потерь. Организация длиннопролетных сетей DWDM и CWDM. Спектральная эффективность систем WDM, способы улучшения. Оптическая модуляция несущей: ASK, PSK, QAM, OFDM.	22
3	Другие технологии связи работающие поверх технологии WDM Технология Ethernet стандарта 100Base-X. Компоненты. Схема построения.	6
4	Интерфейсы в системах WDM Определение. Интерфейсы систем WDM, Ethernet. Интерфейс аппаратуры для многоволнового сигнала.	2
5	Управление сетями WDM Сети TMN. Протоколы управления сетями (SNMP, CLI, Telnet) Интерфейсы управления F, X, Q. Элемент менеджер. Сетевой менеджер. Понятие агент, менеджер. Схемы реализации управления оптическими сетями.	2
ВСЕГО		36

4.2 Содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Объем в часах
			О
1	2	«Разработка схемы организации связи сети WDM»	4
2	2	«Расчет потребного числа длин волн системы DWDM»	4
3	2	«Расчет длины регенерационного участка оптических сетей»	4
4	2	«Расчет бюджета времени нарастания системы»	4
ВСЕГО			16

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах
			О
1	2	Технология грубого спектрального уплотнения CWDM	4
2	2	Исследование оптического мультиплексора AWG	6
3	2	Исследование оптического конвертера на основе ППОУ	4
4	2	Исследование сети WDM кольцевой топологии	4
5	3	Исследование особенностей организации сети связи по технологии EoCWDM	6
ВСЕГО			24

4.4 Курсовой проект

Курсовой проект на тему: «Организация транспортной сети связи DWDM»

5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ¹

Преподавание дисциплины базируется на результатах научных исследований, проводимых УрТИСИ СибГУТИ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

№ п/п	Тема	Объем в часах*	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
		О		
1	Технология WDM Компоненты для реализации сетей WDM. Частотный план. Принцип построения сетей WDM: структурная схема, понятие оптический канала, пролет, усилительный и регенерационный участок, линейный тракт. Компоненты WDM: оптические мультиплексоры, оптические конвертеры, компенсаторы дисперсии, оптические усилители, оптические кросс-коммутаторы – принцип работы, структурная схема, применение на практике. Расчет параметров систем WDM: расчет емкости и дальности связи в зависимости от оптических и дисперсионных потерь.	16	лекция	Интерактивная лекция
ВСЕГО		16		

* Не меньше интерактивных часов

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Список основной литературы

1. Фокин В.Г. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Фокин, Р.З. Ибрагимов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет

¹ Учесть развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей).

телекоммуникаций и информатики, 2016. — 156 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54790.html>

2. Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие [для вузов] / О. К. Скляр. - Изд. 2-е, стереотип.- СПб. : Лань, 2010

6.2 Список дополнительной литературы

1. Фокин В.Г. Когерентные оптические сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Фокин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 371 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40534.html>

2. Цуканов В.Н. Волоконно-оптическая техника [Электронный ресурс]: практическое руководство/ Цуканов В.Н., Яковлев М.Я.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2015.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23310>

3. Довольнов Е.А. Кузнецов В.В., Миргород В.Г., Шарангович С.Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи. — Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012 г. - 156 с. — Режим доступа: <https://ibooks.ru/reading.php?productid=27919>

4. Фокин, В. Г. Оптические системы передачи и транспортные сети : учеб. пособие для вузов / - М. : ЭКО-ТРЕНДЗ, 2008

6.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет- ресурсы).

1. Полнотекстовая база данных учебных и методических пособий СибГУТИ. http://ellib.sibsutis.ru/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?Z21ID=GUEST&C21COM=F&I21DBN=AUTHOR&P21DBN=IRBIS&Z21FLAGID=1. Доступ по логину-пароллю.

2. Научная электронная библиотека (НЭБ) elibrary <http://www.elibrary.ru> ООО «Научная Электронная библиотека» г. Москва. Лицензионное соглашение №6527 от 27.09.2010 свободный доступ (необходимо пройти регистрацию).

3. Электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>. Свободный доступ.

4 Сектор стандартизации электросвязи (МСЭ-Т), <http://www.itu.int/rec/T-REC-G>. Свободный доступ.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория №101 УК№3	Лекционные занятия	Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) используется лекционная аудитория №101 УК№3 для проведения лекционных занятий на 25 посадочных мест, оснащённая проекционным оборудованием и персональным компьютером, работающим под управлением операционной системы Windows 7, офисной мебелью, доской магнитно-маркерной
Лаборатория №301, УК№3	Лабораторная работа	Для проведения лабораторных работ используется лаборатория №301, оснащённая: офисная мебель, компьютеры – 16 рабочих мест, мультиплексоры CWDM и коммутаторы Ethernet

Лаборатория №203, УК№3	Лабораторная работа	Для проведения лабораторных работ используется лаборатория №203, оснащенная: офисная мебель, ноутбуками – 8 рабочих мест, натурная модель ВОЛС, мультиплексоры DWDM.
Кабинет для практических занятий: аудитория №101	Практические занятия	Для проведения практических занятий используется аудитория №101 оснащённая: 10 – рабочих мест, 25 – посадочных мест Ноутбук Lenovo G500 – рабочее место преподавателя. Ноутбук DELL D500 15.4 Celeron M540 1.86 Ghz/1024/120/intelX3100/DVDRW/WiFi/Bluetooth/ Win V Home Basic (10 шт.) Ноутбук Acer ExtensaEX4230-90 1g 16Mi(WXGA) (2 шт.)
Лаборатория для самостоятельной работы студентов №310 УК№3	Самостоятельная работа	Для самостоятельной работы студентов используется лаборатория для самостоятельной работы студентов №310 УК№3, оснащённая офисной мебелью, рабочими местами с персональными компьютерами, работающими под управлением операционной системы Windows 7, 10 – рабочими местами, 14 – посадочными местами, принтером Samsung ML-2241; аудитория используется для проведения самостоятельной работы студентов кафедры многоканальной электрической связи. Имеется предоставление удалённого доступа к единой научной образовательной электронной среде.

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ²

8.1 Подготовка к лекционным, практическим и лабораторным занятиям

8.1.1 Подготовка к лекциям

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Целесообразно сначала понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых при самостоятельной работе с конспектом можно сделать дополнительные записи и отметить непонятные вопросы.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

8.1.2 Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к лабораторной работе необходимо начать с ознакомления плана и подбора рекомендуемой литературы.

Целью лабораторных работ является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения

² Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В рамках этих занятий студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

8.1.3 Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к практическим занятиям следует начинать с ознакомления плана практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучении основной и дополнительной литературы. Новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

8.2 Самостоятельная работа студентов

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Подготовка к лекционным занятиям включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т. е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к практическим занятиям и лабораторным работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- изучения нормативно-правовых актов;
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т. д.;
- подготовки рефератов по заданию преподавателя;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

Важной частью для студентов является самостоятельное написание курсового проекта.

8.3 Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Освоение дисциплины предусматривает посещение лекционных занятий, выполнение и защиту лабораторных, практических работ, самостоятельной работы.

Текущий контроль достижения результатов обучения по дисциплине включает следующие процедуры:

- контрольные работы для полусеместровой аттестации;
- решение индивидуальных задач на практических занятиях;
- контроль самостоятельной работы, осуществляемый на каждом лабораторном, практическом занятии;
- защита лабораторных работ;
- защита курсового проекта.

Промежуточный контроль достижения результатов обучения по дисциплине проводится в следующих формах:

- зачет;
- экзамен.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации используются оценочные средства, описание которых представлено в Приложении 1 и на сайте (<http://www.aup.uisi.ru>).