

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  Небольсин В.А.
«30» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

« Волоконно-оптические системы связи »

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль Микроэлектроника и твердотельная электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы



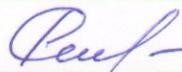
/ Т.В. Свистова /

Заведующий кафедрой
Полупроводниковой
электроники и
нанoeлектроники



/ С. И Рембеза /

Руководитель ОПОП



/ С.И Рембеза /

Воронеж 2017

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: получение знаний по основам построения волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение физических процессов в оптических волокнах, классификации, видов, конструкции, основных параметров оптических кабелей; видов, устройства и параметров активных и пассивных компонентов ВОЛС;

- изучение методов монтажа пассивных компонентов ВОЛС, принципов построения двухсторонних линейных трактов ВОЛС, принципов построения, классификации и основных параметров волоконно-оптических систем передачи со спектральным уплотнением, методов измерения параметров ВОЛС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Волоконно-оптические системы связи» относится к вариативной части блока Б1 учебного плана. Индекс дисциплины Б1.В.ДВ.9.2.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Волоконно-оптические системы связи» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1: способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

ПКВ-2: готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники;

ПКВ-3: способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать принципы построения сети связи общего пользования, структуру и компонентный состав линейного тракта волоконно-оптических линий передачи; основы передачи информации по волоконно-оптическим линиям связи, основные методы расчета параметров оптических волокон и кабелей;
	уметь применять на практике положения по проектированию волоконно-оптических линий связи на сетях связи различного назначения; - осуществлять грамотный выбор вида оптического волокна и конструкции оптического кабеля в зависимости от типа проектируемой сети и

	условий прокладки;
	владеть навыками проектирования волоконно-оптических линий связи, прокладываемых на сетях различного назначения;
ПКВ-2	знать основные положения по проектированию ВОЛС на междугородних, зонавых, местных и локальных сетях связи; классификацию, конструкции и типы оптических кабелей связи по назначению, конструктивным особенностям и условиям прокладки;
	уметь осуществлять грамотный выбор технологии прокладки оптических кабелей, необходимых механизмов и приспособлений для различных участков ВОЛС; осуществлять грамотный выбор технологии и методов монтажа оптических волокон и кабелей на различных этапах строительства волоконно-оптических линий связи;
	владеть навыками работы с оптическими кварцевыми волокнами и кабелями, а также с набором специального инструмента для их разделки и монтажа;
ПКВ-3	знать: основные технологии строительных работ при прокладке ВОЛС различными способами и в различных условиях; методы измерений и измеряемые параметры на ВОЛС, методы обнаружения подземных трасс волоконно-оптических линий связи;
	уметь применять на практике методы измерения параметров волоконно-оптических линий связи и определения места и характера повреждения ВОЛС; пользоваться научно-технической и справочной литературой по проектированию, строительству и эксплуатации ВОЛС;
	владеть навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой и сварочным оборудованием.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Волоконно-оптические системы связи» составляет 6 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Курсовая работа	9	9
Вид промежуточной аттестации - экзамен	27	27
Общая трудоемкость	час	216
	зач. ед.	6
		216
		6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Оптоэлектроника, интегральная и волоконная оптика	Введение. Интегральная оптика. Волоконная оптика. Оптоэлектроника. Перспективы развития.	2	-	-	4	6
2	Истории развития оптической связи ее состояние и перспективы.	Истории развития оптической связи. Современная оптическая связь и перспективы ее развития. Обобщенная структурная схема волоконно-оптической системы передачи.	2	-	-	4	6
3	Характеристики, параметры и классификация оптических волокон	Физические процессы в оптических волокнах (ОВ), технология изготовления, конструкция, типы, основные конструктивные параметры. Затухание оптических волокон (ОВ) – составляющие затухания, зависимость величины затухания от длины волны, окна прозрачности, их параметры. Межмодовая дисперсия сигналов в многомодовых оптических волокнах (МОВ), причины и параметры дисперсии, способы ее компенсации. Хроматическая дисперсия сигналов в одномодовых оптических волокнах (ООВ) – составляющие, причины, параметры дисперсии, классификация ООВ по виду дисперсионной зависимости – SMF, DSF, NZDSF, DCF. Двойное лучепреломление в оптических средах. Поляризационная модовая дисперсия (ПМД) сигналов в ОВ – причины и параметры дисперсии, способы ее компенсации.	10	8	4	20	42
4	Характеристики, параметры и классификация оптических кабелей (ОК).	Классификация ОК, виды конструкций, назначение элементов конструкций, основные параметры, маркировка, основные производители ОК	2	-	-	20	22
5	Активные компоненты волоконно-оптических линий связи	Источники оптического излучения – светоизлучающие диоды, полупроводниковые лазеры (лазерные диоды), принципы работы. Селекция мод в лазерах. Принципы работы оптических модуляторов. Приемники оптического излучения – фотодиоды и фототранзисторы, принципы работы. Принципы построения приемников оптического излучения. Регенерация оптических сигналов – принципы работы и способы реализации регенераторов оптических сигналов на электрическом уровне. Оптические квантовые усилители (ОКУ) волоконно-оптических систем передачи – классификация, принципы работы, область применения.	8	6	14	20	48
6	Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи.	Разъемные соединители ВОЛС – виды, назначение. Неразъемные соединения ОВ – склеивание, сварка. Подготовка ОВ к сращиванию, юстировка, основные этапы технологии сварки, защита мест сращивания ОВ. Оптические разветвители, чувствительные и нечувствительные к длине волны - сплиттеры, мультиплексоры и демультимплексоры, оптические фильтры и их реализация с использованием дифракционных решеток, тонкопленочных фильтров и решеток Брэгга. Применение решеток Брэгга в других активных и пассивных устройствах ВОЛС – в эрбиевых ОКУ, мультиплексорах ввода-вывода, в оптических переключателях. Оптические устройства, работающие на основе эффекта Фарадея – оптические изоляторы и циркуляторы (Y- и X - типов), вращательная дисперсия. Параметры и область применения изоляторов и циркуляторов. Методы построения компенсаторов дисперсии сигналов на оптическом уровне. Оптические муфты – классификация, виды конструкций, назначение элементов конструкций, основные параметры, маркировка, основные производители муфт. Способы терминирования оптических волокон линей-	10	2	-	20	32

		ных оптических кабелей. Оптические распределительные устройства – распределительные коробки, панели и шкафы. Назначение и элементы конструкций. Оптические кроссы – назначение, виды и элементы конструкций.					
7	Принципы построения линейных трактов ВОЛС	Основные принципы построения двухсторонних линейных трактов волоконно-оптических систем передачи. Принципы построения волоконно-оптических систем передачи со спектральным уплотнением (WDM-систем). Принципы подразделения WDM-систем на простые («грубые») CWDM-системы, системы с плотным (DWDM) и сверхплотным (HDWDM) спектральным уплотнением. их основные параметры – число спектральных каналов и разнос частот оптических несущих.	2	2	-	20	24
Контроль							36
Итого			36	18	18	108	180

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Определение параметров одномодового опто-волокна (LabVIEW)
2. Исследование параметров и характеристик излучателей (светодиод, лазерный диод)
3. Измерение параметров и характеристик фотоприемников (фоторезистор, фототиристор)
4. Исследование спектральных характеристик
5. *p-i-n*-фотодиодов (LabVIEW)

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины «Волоконно-оптические системы связи» предусматривает выполнение курсовой работы в 7 семестре.

Курсовая работа по дисциплине «Волоконно-оптические системы связи» предусматривает расчет параметров ВОЛС по известным параметрам волокна, источника излучения и приемника.

При выполнении курсовой работы студент должен: научиться самостоятельно работать с технической и научной литературой; проработать вопросы теории и конструирования устройств ВОЛС; обоснованно подходить к выбору технических решений при расчете ВОЛС; критически оценивать результаты, полученные при расчете ВОЛС, ее параметров и характеристик; уметь четко и грамотно излагать свои мысли и наглядно представлять результаты расчетов.

Каждый студент получает индивидуальное задание на курсовую работу В задании приводится наименование темы и исходные данные для расчета параметров ВОЛС.

Примерная формулировка темы курсовой работы:

1. Расчет параметров ВОЛС.

Рассчитать параметры ВОЛС по параметрам волокна (диаметр сердцевинны; тип волокна; коэффициент преломления сердцевинны; диаметр оболочки; коэффициент преломления оболочки; тангенс потерь сердцевинны; дополнительный коэффициент поглощения; коэффициент материальной дисперсии), параметрам источника излучения (длина волны; ширина спектральной линии;

мощность излучения; скорость передачи информации; расходимость) по параметрам приемника излучения (спектральная пороговая чувствительность; расходимость), заданной длине линии, специальным требованиям к ВОЛС.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Учебным планом по дисциплине «Функциональная электроника» не предусмотрено выполнение контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать принципы построения сети связи общего пользования, структуру и компонентный состав линейного тракта волоконно-оптических линий передачи; основы передачи информации по волоконно-оптическим линиям связи, основные методы расчета параметров оптических волокон и кабелей;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
	уметь применять на практике положения по проектированию волоконно-оптических линий связи на сетях связи различного назначения; - осуществлять грамотный выбор вида оптического волокна и конструкции оптического кабеля в зависимости от типа проектируемой сети и условий прокладки;	Соблюдение правил техники безопасности при выполнении лабораторных работ; учет погрешности измерений. Обработка результатов измерений, анализ полученных данных	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками проектирования волоконно-оптических линий связи, прокладываемых на сетях различного назначения;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
ПКВ-2	знать основные положения по проектированию ВОЛС на междугородних, зонавых,	Тест	Выполнение теста на 40 - 100%	В тесте менее 40 % правильных ответов

	местных и локальных сетях связи; классификацию, конструкции и типы оптических кабелей связи по назначению, конструктивным особенностям и условиям прокладки;	Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	Решено менее 3 заданий из 5
	уметь осуществлять грамотный выбор технологии прокладки оптических кабелей, необходимых механизмов и приспособлений для различных участков ВОЛС; осуществлять грамотный выбор технологии и методов монтажа оптических волокон и кабелей на различных этапах строительства волоконно-оптических линий связи;	Соблюдение правил техники безопасности при выполнении лабораторных работ; учет погрешности измерений. Обработка результатов измерений, анализ полученных данных	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками работы с оптическими кварцевыми волокнами и кабелями, а также с набором специального инструмента для их разделки и монтажа;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
ПКВ-3	знать: основные технологии строительных работ при прокладке ВОЛС различными способами и в различных условиях; методы измерений и измеряемые параметры на ВОЛС, методы обнаружения подземных трасс волоконно-оптических линий связи;	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5
	уметь применять на практике методы измерения параметров волоконно-оптических линий связи и определения места и характера повреждения ВОЛС; пользоваться научно-технической и справочной литературой по проектированию, строительству и эксплуатации ВОЛС;	Соблюдение правил техники безопасности при выполнении лабораторных работ; учет погрешности измерений. Обработка результатов измерений, анализ полученных данных	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой и сварочным оборудованием.	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ	Выполнение теста на 40 - 100% Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40 % правильных ответов Решено менее 3 заданий из 5

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-1	знать принципы построения сети связи общего пользования, структуру и компонентный состав линейного тракта волоконно-оптических линий передачи; основы передачи информации по волоконно-оптическим линиям связи, основные методы расчета параметров оптических волокон и кабелей;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь применять на практике положения по проектированию волоконно-оптических линий связи на сетях связи различного назначения; - осуществлять грамотный выбор вида оптического волокна и конструкции оптического кабеля в зависимости от типа проектируемой сети и условий прокладки;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	владеть навыками проектирования волоконно-оптических линий связи, прокладываемых на сетях различного назначения;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
ПКВ-2	знать основные положения по проектированию ВОЛС на межгородских, зонавых, местных и локальных сетях связи; классификацию, конструкции и типы оптических кабелей связи по назначению, конструктивным особенностям и условиям прокладки;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь осуществлять грамотный выбор технологии прокладки оптических кабелей, необходимых механизмов и приспособлений для различных участков ВОЛС; осуществлять грамотный выбор технологии и методов монтажа оптических волокон и кабелей на различных этапах строительства волоконно-оптических линий связи;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	владеть навыками работы с оптическими кварцевыми волокнами и кабелями, а также с набором специального инструмента для их разделки и монтажа;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
ПКВ-3	знать: основные технологии строительных работ при прокладке ВОЛС различными способами и в различных условиях; методы измерений и измеряемые параметры на ВОЛС, методы обнаружения подземных трасс волоконно-оптических линий связи;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь применять на практике методы измерения параметров волоконно-оптических линий связи и определения места и характера повреждения ВОЛС; пользоваться научно-технической и справочной	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов

	литературой по проектированию, строительству и эксплуатации ВОЛС;					
	владеть навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой и сварочным оборудованием.	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1	Свет это один из видов: <ol style="list-style-type: none"> 1. электромагнитной энергии 2. электрической энергии 3. химической энергии 4. ядерной энергии
2	Основными элементами волокна являются: <ol style="list-style-type: none"> 1. сердечник и броня 2. сердцевина и оболочка 3. сердечник и оболочка 4. сердцевина и защитный покров
3	Скорость распространения света в сердцевине волокна: <ol style="list-style-type: none"> 1. равняется скорости распространения в оболочке 2. больше в 2,7 раза, чем в оболочке 3. меньше, чем в оболочке 4. больше, чем в оболочке
4	Показатель преломления сердцевины и оболочки обозначают как n_1 и n_2 , тогда: <ol style="list-style-type: none"> 1. $n_2 = n_1$ 2. $n_2 < n_1$ 3. $n_1 < n_2$ 4. $n_2 = n_1 + n_1$
5	Свет в волокне распространяется по закону: <ol style="list-style-type: none"> 1. рассеивания 2. полного внутреннего отражения 3. преломления 4. поглощения
6	В волокне распространяется одна мода, когда диаметр сердцевины (d): <ol style="list-style-type: none"> 1. меньше, чем диаметр оболочки 2. больше, чем длина волны λ 3. меньше, чем длина волны λ 4. больше, чем диаметр оболочки
7	Типичный размер многомодового градиентного волокна (серцевина/оболочка): <ol style="list-style-type: none"> 1. 200/240 мкм

	<ol style="list-style-type: none"> 2. 8...10/125 мкм 3. 50/125 мкм 4. 100/140 мкм
8	<p>В градиентных оптических волокнах, скорость распространения лучей ближе к центральной оси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. меняется в зависимости от скорости распространения у границы сердцевина-оболочка 2. больше, чем у границы сердцевина-оболочка 3. меньше, чем у границы сердцевина-оболочка 4. равна скорости распространения у границы сердцевина-оболочка
9	<p>Угол падения, при котором преломленный луч идет вдоль границы раздела двух сред, не переходя в другую среду, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. критический угол 2. горизонтальный угол 3. апертурный угол 4. осевой угол
10	<p>Часть света, которая при вводе в волокно отражается в начальную среду, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. рэлеевское отражение 2. френелевское отражение 3. френелевское преломление 4. рэлеевское рассеивание

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1	Перечислите стандартную последовательность технологического процесса производства одномодовых оптических волокон.
2	Перечислите основные типы источников оптического излучения, применяемые в ВОЛС.
3	Перечислите основные типы светоизлучающих диодов (СИД), применяемых в ВОЛП.
4	Назовите достоинства, недостатки и область применения светоизлучающих диодов (СИД).
5	Перечислите основные типы лазерных диодов (ЛД), применяемых в ВОЛП.
6	Назовите достоинства, недостатки и область применения лазерных диодов (ЛД).
7	Изобразите структурную схему приемника оптического излучения и поясните принцип его работы.
8	Изобразите структурную схему оптического регенератора и поясните принцип его работы.
9	Перечислите основные типы оптических квантовых усилителей, применяемых в волоконно-оптических линиях передачи.
10	Изобразите функциональную схему эрбиевого оптического квантового усилителя (EDFA) и поясните принцип его работы.
11	Перечислите основные типы неразъемных соединений оптических волокон.
12	Перечислите основные этапы технологии сварки оптических волокон.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1	Назовите основные методы юстировки оптических волокон, перечислите их достоинства и недостатки.
2	Перечислите основные этапы технологии соединения оптических волокон с помощью механических соединителей.
3	Назовите основные достоинства и недостатки технологии соединения оптических волокон с помощью механических соединителей.
4	Перечислите основные типы оптических разветвителей, их параметры и область применения.
5	Перечислите основные типы мультиплексоров и демультиплексоров, их параметры и область применения.
6	Перечислите методы построения компенсаторов дисперсии сигналов на оптическом уровне. В чем состоят достоинства и недостатки метода применения компенсаторов на основе волокон DCF?
7	Перечислите виды оптических муфт, их конструкции, назначение элементов конструкций, основные параметры, маркировку, основных производителей муфт.
8	Опишите основные способы терминирования оптических волокон линейных оптических кабелей.
9	Перечислите виды оптических распределительных устройств.
10	Назовите основные типы оптических кроссов, их назначение и элементы конструкций.
11	Назовите основные принципы построения двухсторонних линейных трактов волоконно-оптических систем передачи.
12	Опишите принципы подразделения WDM-систем на простые («грубые») CWDM-системы, системы с плотным (DWDM) и сверхплотным (HDWDM) спектральным уплотнением. Перечислите их основные параметры – число спектральных каналов и разнос частот оптических несущих.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Интегральная оптика.
2. Волоконная оптика.
3. Оптоэлектроника.
4. Истории развития оптической связи.
5. Современная оптическая связь и перспективы ее развития.
6. Обобщенная структурная схема волоконно-оптической системы передачи.
7. Физические процессы в оптических волокнах (ОВ), технология изготовления, конструкция, типы, основные конструктивные параметры.
8. Затухание оптических волокон (ОВ).
9. Межмодовая дисперсия сигналов в многомодовых оптических волокнах (МОВ), причины и параметры дисперсии, способы ее компенсации
10. Хроматическая дисперсия сигналов в одномодовых оптических волокнах (ООВ) – составляющие, причины, параметры дисперсии, классификация ООВ по виду дисперсионной зависимости – SMF, DSF, NZDSF, DCF.

11. Двойное лучепреломление в оптических средах. Поляризационная модовая дисперсия (ПМД) сигналов в ОВ – причины и параметры дисперсии, способы ее компенсации
12. Причины появления материальной дисперсии.
13. Причины появления волноводной дисперсии.
14. В каких одномодовых ОВ и при каких скоростях передачи необходимо компенсировать дисперсию?
15. Как классифицируются оптические кабели связи?
16. Типы и конструкции оптических модулей?
17. Для какой цели ОК заполняются гидрофобной массой?
18. Каково назначение и конструкции силовых элементов?
19. Какие оболочки и бронепокровы используются в конструкциях ОК?
20. Принцип маркировки ОК?
21. Какие конструкции ОК применяются для прокладки в грунт?
22. Какие конструкции ОК применяются для пневмозадувки?
23. Какие конструкции ОК применяются для подвески на опорах?
24. Какие конструктивные особенности подводных ОК?
25. Какие конструкции ОК применяются для прокладки внутри зданий?
26. В чем заключается принцип действия резонатора Фабри-Перо?
27. Что такое «селекция мод» в ЛД?
28. В чем состоят принципы работы фотодиодов и фототранзисторов?
29. В чем состоит принцип работы оптических фильтров, построенных с использованием дифракционных решеток, тонкопленочных фильтров и решеток Брэгга.
30. Расскажите о применении решеток Брэгга в эрбиевых оптических квантовых усилителях, мультиплексорах ввода-вывода, в оптических переключателях.
31. Опишите работу оптических устройств, работающих на основе эффекта Фарадея – оптических изоляторов и циркуляторов (Y- и X- типов).
32. Что такое «вращательная дисперсия» и как она ограничивает область применения оптических изоляторов.
33. Расскажите о принципах построения волоконно-оптических систем передачи со спектральным уплотнением (WDM-систем).

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Оптоэлектроника, интегральная и волоконная оптика	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
2	Истории развития оптической связи ее состояние и перспективы.	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
3	Характеристики, параметры и классификация оптических волокон	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
4	Характеристики, параметры и классификация оптических кабелей (ОК).	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
5	Активные компоненты волоконно-оптических линий связи	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
6	Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи.	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе
7	Принципы построения линейных трактов ВОЛС	ОПК-1, ПКВ-2, ПКВ-3	Тест, опрос, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста преподавателем и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач преподавателем и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач преподавателем и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
Основная литература				
1	Игнатов А. Н.	Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие. - СПб.: Лань, 2011. - 544 с.	2011, учеб. пособ.	0,9
2	Свистова, Т.В.	Квантовая и оптическая электроника: учеб. пособие. - Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 252 с.	2009, учеб. пособ.	1,2
3	Киселев Г.Л.	Квантовая и оптическая электроника. – [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2011. - 314 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=627	2011. Электронный ресурс	1,0
4	Скляр, О.К.	Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2010. - 266 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=682	2010. Электронный ресурс	1,0
Дополнительная литература				
1	Щука А.А.	Электроника: учеб. пособие / под ред. проф. А.С. Сигова. - СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.	2005. Печат.	0,28
2	Пихтин А.Н.	Оптическая и квантовая электроника : учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 2001. - 573 с.	2001. Печат.	0,29
3	Ермаков, О. Н.	Прикладная оптоэлектроника.- М.: Техносфера, 2004. - 416 с. (Мир электроники).	2004. Печат.	1,0
Методические разработки				
1	Свистова Т.В.	23-2011 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника» - Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 48 с.	2011. Печат.	0,45

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: <http://cchgeu.ru/>

Системные программные средства: Microsoft Windows, Microsoft Vista.

Прикладные программные средства: Microsoft Office 2010 Pro, Fire-Fox, LabVIEW, Elektronik Workbench.

Интернет-ресурсы

Электронная версия «Журнал Технической Физики» www.ioffe.ru/jtf.

Электронная версия «Успехи физических наук» www.ufn.ru.

Научная электронная библиотека www.elibrary.ru.

Электронная версия «Journal Nuclear of Science and Technology» www.aesj.or.jp.

Электронная версия «Indian Journal of Science and Technology» www.indjst.org.

Cornell University Library <http://xxx.lanl.gov>.

Journal of International Scientific Publications www.science-journals.eu.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

2. Учебное, научное и технологическое оборудование кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Волоконно-оптические системы связи» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета устройств функциональной электроники. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проектирования студенты должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины осуществляется тестированием и защитой курсовой работы. Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции, при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных, для подготовки к ним необходимо: разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1		31.08.2018	
2		31.08.2019	
3		31.08.2020	