

Космический факультет

Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения (К2)

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по учебной работе МФ, д. т. н.

 (Макуев В.А.)

(подпись)

« 22 » апреля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА»

Направление подготовки
12.03.01 «Приборостроение»

Направленность подготовки
«Информационно-измерительная техника и технологии»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения – очная
Срок освоения – 4 года
Курс – III
Семестры – 5

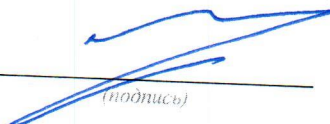
Трудоемкость дисциплины:	– 4 зачетных единицы
Всего часов	– 144 час.
Из них:	
Аудиторная работа	– 72 час.
Из них:	
Лекции	– 36 час.
Лабораторные работы	– 36 час.
Самостоятельная работа	– 72 час.
Формы промежуточной аттестации:	
Дифференцированный зачет	– 5 семестр

Мытищи, 2019 г.

Рабочая программа составлена на основании ОПОП ВО, разработанной в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом рекомендаций ПрООП ВО по данному направлению подготовки, направленностью подготовки, нормативными документами Министерства науки и высшего образования, университета и локальными актами филиала.

Автор: доцент кафедры
«Информационно-измерительные
системы и технологии
приборостроения», к.т.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)

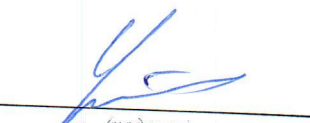

(подпись)

Удалов М.Е.

(Ф.И.О.)

Рецензент: доцент кафедры
«Системы автоматического
управления», к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)
« 6 » апреля 2019 г.

Уткин Г.С.

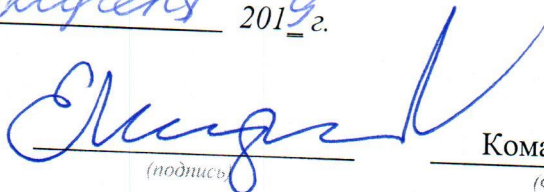
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения» (К2)

Протокол № 8 от « 9 » апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой, д. т. н.,
доцент

(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Комаров Е.Г.

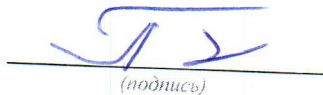
(Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена на заседании научно-методического совета Космического факультета.

Протокол № 6 от « 26 » апреля 2019 г.

Декан факультета, к.т.н.

(ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Поярков Н.Г.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа соответствует всем необходимым требованиям, электронный вариант со всеми приложениями передан в отдел образовательных программ МФ (ОП МФ)

Начальник ОП МФ, к.т.н.,
доцент

(ученая степень, ученое звание)


(подпись)
« 29 » апреля 201 г.

Шевляков А.А.

(Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ

ВЫПИСКА ИЗ ОПОП ВО	4
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
1.1. Цель освоения дисциплины	5
1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	7
2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	8
3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
3.1. Тематический план	9
3.2. Учебно-методическое обеспечение для контактной работы обучающихся с преподавателем	9
3.2.1. Содержание разделов дисциплины, объем в лекционных часах	10
3.2.2. Практические занятия и семинары	13
3.2.3. Лабораторные работы	13
3.2.4. Инновационные формы учебных занятий	13
3.3. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	14
3.3.1. Расчетно-графические работы и домашние задания	14
3.3.2. Рефераты	14
3.3.3. Контрольные работы	14
3.3.4. Рубежный контроль	14
3.3.5. Другие виды самостоятельной работы	14
3.3.6. Курсовой проект или курсовая работа	14
4. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	15
4.1. Текущий контроль успеваемости обучающихся	15
4.2. Промежуточная аттестация обучающихся	15
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
5.1. Рекомендуемая литература	17
5.1.1. Основная и дополнительная литература	17
5.1.2. Учебные и учебно-методические пособия для подготовки к контактной работе обучающихся с преподавателем и для самостоятельной работы обучающихся	17
5.1.3. Нормативные документы	17
5.1.4. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и другие электронные информационные источники.....	19
5.2. Информационные технологии и другие средства, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	20
5.3. Раздаточный материал	20
5.4. Примерный перечень вопросов по дисциплине	20
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	23
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	24
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ	27
ПРИЛОЖЕНИЯ	
График учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	

Выписка из ОПОП ВО по направлению подготовки бакалавриата 12.03.01 «Приборостроение», направленности подготовки «Информационно-измерительная техника и технологии» для учебной дисциплины «Волоконно-оптическая техника»:

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы.	Всего часов
Б1.В.05	Волоконно-оптическая техника. Введение в волоконную оптику. Уравнения Максвелла. Задача распространения света. Модели плоских волноводов. Устройство оптического волокна и задача распространения света в нём. Дисперсия в световоде. Потери в оптическом волокне. Световоды. Лазеры. Фотоприёмники.	144

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины «Волоконно-оптическая техника», входящей в часть Блок Б1, формируемую участниками образовательных отношений, состоит в освоении обучающимися теоретических знаний по всем основным разделам дисциплины и практическом применении их при решении прикладных задач для создания предпосылок успешного освоения специальных дисциплин и обеспечения всесторонней технической подготовки будущих специалистов. Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний, умений и навыков о закономерностях поведения электромагнитных полей в различных материалах под действием различных управляемых и стихийных факторов, о принципах построения и методах расчетов волоконно-оптических приборов и систем для их дальнейшего использования при проектировании, эксплуатации и обслуживании волоконно-оптических средств связи и измерительных средств.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся готовится к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

Проектно-конструкторская деятельность:

- проектирование волоконно-оптического тракта как основы измерительного устройства с использованием типовых источников и приёмников излучения, анализ такого проекта;
- составление технических условий, описаний, инструкций к измерительному устройству на основе волоконно-оптического тракта.

В соответствии с ОПОП ВО по данному направлению и профилю подготовки процесс обучения по данной дисциплине направлен на формирование следующих планируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций обучающихся и их индикаторов), установленных образовательной программой:

Код и наименование компетенции (результата освоения образовательной программы)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-2. Способность рассчитывать и проектировать элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия.	ПК-2.1. Рассчитывает различные характеристики элементов, устройств и приборов.
	ПК-2.2. Проектирует элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия.
ПК-3. Готовность проектировать и конструировать типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования.	ПК-3.1. Проектирует типовые узлы и и устройства измерительной техники с использованием средств САПР
	ПК-3.2. Конструирует типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (ЗУНов), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1. Рассчитывает различные характеристики элементов, устройств и приборов.	Знать: основные свойства волоконно-оптических приборов и систем, математический аппарат, применяемый при проектировании этих приборов.
	Уметь: выводить расчётные соотношения для определения конструктивных характеристик волоконно-оптических приборов, систем.
	Владеть: приёмами оценки эффективности схемно-конструктивных решений ВОД физических величин.
ПК-2.2. Проектирует элементы и устройства, основанные на различных физических принципах действия.	Знать: физико-технические основы проектирования ВОД физических величин, ВОИИС.
	Уметь: проводить сбор и анализ необходимой проектной информации.
	Владеть: приёмами расчёта и выбора оптических устройств и соединений.
ПК-3.1. Проектирует типовые узлы и устройства измерительной техники с использованием средств САПР.	Знать: принцип действия и типовые конструкции волоконно-оптических приборов.
	Уметь: проводить сбор и анализ необходимой проектной информации для задачи проектирования измерительных устройств.
	Владеть: навыками поиска и анализа информации о существующих типах волоконно-оптического прибора и информационно-измерительных систем, их применении в различных областях науки и техники, о современном состоянии и перспективах их развития на основе современных информационных и микро-технологий.
ПК-3.2. Конструирует типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования.	Знать: основы конструирования волоконно-оптических приборов.
	Уметь: пользоваться ГОСТами и другими нормативно-техническими документами в области волоконно-оптической техники.
	Владеть: навыками применения вычислительных пакетов программ для примерного расчёта параметров ВОЛС, ВОД, ВОИИС.

Информация о формировании и контроле результатов обучения по дисциплине, сопоставленных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций представлена в Фонде оценочных средств.

1.3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная дисциплина входит в часть Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемую участниками образовательных отношений.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дифференциального и интегрального исчисления в рамках курса математики, физики твёрдого тела и теории электромагнетизма в рамках курса физики, при изуче-

нии простых решений для измерительных приборов в рамках курса «Основы приборостроения и измерительной техники». Полученные при изучении данной дисциплины знания, умения и навыки будут использоваться при изучении следующих дисциплин: «Датчиковая аппаратура ИИС», «Основы оптосенсорики», «Волоконно-оптические ИИС», «Проектирование приборов и систем».

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Объем дисциплины: в зачетных единицах – 4 з.е., в академических часах – 144 ак.час.

Вид учебной работы	Часов		Семестр
	всего	в том числе в инновационных формах	5
Общая трудоемкость дисциплины:	144	12	144
Аудиторная работа обучающихся с преподавателем:	72	12	72
Лекции (Л)	36	6	36
Лабораторные работы (Лр)	36	6	36
Самостоятельная работа обучающихся:	72	-	72
Проработка прослушанных лекций и учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, изучение рекомендуемой литературы (Л) – 18	9	-	9
Подготовка к лабораторным работам (Лр) – 4	8	-	8
Выполнение расчётно-графических работ (РГР) или домашних заданий (Дз) - 2	21	-	21
Подготовка к контрольным работам (Кр) – 1	3	-	3
Выполнение других видов самостоятельной работы (Др)	31	-	31
Форма промежуточной аттестации	Дзач	-	Дзач

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утверждаемыми в университете ежегодно.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Разделы дисциплины	Индикаторы достижения компетенций	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа обучающегося и формы ее контроля			Текущий контроль результатов обучения и промежуточная аттестация, баллов по модулям (мин./макс.)
			Л, часов	№ Лр	№ Дз	№ Кр	Др часов	
5 семестр								
1.	Введение в волоконную оптику. Уравнения Максвелла.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4	1	1	-	31	16/30
2	Задача распространения света.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4	1, 3		-		
3	Модели плоских волноводов.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4	2		-		
4.	Устройство оптического волокна и задача распространения света в нём.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	6	4	2	-	31	24/40
5.	Дисперсия в световоде.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4			-		
6.	Потери в оптическом волокне.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4			-		
7.	Светодиоды.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4	-	-	1	31	20/30
8.	Лазеры.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4	-	-			
9.	Фотоприёмники.	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4	-	-			
Итого текущий контроль результатов обучения в 5 семестре								60/100
Промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт)								
ИТОГО								60/100

3.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ

На аудиторную работу обучающихся с преподавателем, согласно учебному плану, отводится – 72 часа.

Аудиторная работа обучающихся с преподавателем включает в себя:

- лекции – 36 часов;
- практические занятия – 0 часов;
- лабораторные работы – 36 часов.

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утверждаемыми в университете ежегодно.

3.2.1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБЪЕМ В ЛЕКЦИОННЫХ ЧАСАХ (Л) – 36 ЧАСОВ

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем, часов
1	<p>1. Введение в волоконную оптику. Уравнения Максвелла.</p> <p>Область применения волоконно-оптической техники. Основные технические решения по обеспечению передачи информации по волоконно-оптическим линиям связи и обеспечиваемые ими примерные характеристики ВОЛС. Преимущества и недостатки ВОЛС. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Понятие мощности и интенсивности волны. Понятие удельной проводимости и плотности сторонних токов. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Метод комплексных амплитуд. Понятие комплексной диэлектрической проницаемости. Понятие волнового числа. Затухание волны в среде.</p>	2
2	<p>Волновые уравнения как следствие уравнений Максвелла и плоская электромагнитная волна как решение волновых уравнений. Комплексная форма волновых уравнений. Общее решение дифференциальных уравнений для плоской волны по направлению OZ. Понятие волнового сопротивления. Волновое сопротивление вакуума. Понятие дисперсии. Физический смысл разложения Фурье для сигнала ограниченного спектра. Понятие группы волн. Понятие огибающей сигнала. Понятие групповой скорости. Понятие фазовой скорости.</p>	2
3	<p>2. Задача распространения света.</p> <p>Понятие луча в геометрической оптике. Закон отражения света. Закон преломления света. Случай нормального падения плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред. Понятие поляризации электромагнитной волны. Случай наклонного падения плоской электромагнитной волны на границу раздела двух сред. Понятие коэффициентов отражения и пропускания по амплитуде и по интенсивности для света различной поляризации. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Интенсивность падающего, отражённого и прошедшего света. Явление полного внутреннего отражения.</p>	2
4	<p>Задача распространения света в неоднородных средах. Понятие эйконала. Понятие волновой поверхности. Условие применимости геометрической оптики. Уравнение эйконала и понятие гауссова пучка. Параметры гауссова пучка: интенсивность, перетяжка, угловая расходимость. Гауссов пучок в однородной среде. Гауссов пучок в линзоподобной среде. Понятие параксиальных лучей. Решение Когельника-Ли для гауссовых пучков в среде с цилиндрической симметрией. Понятие лучевой матрицы. Описание распространения гауссова пучка с помощью лучевых матриц сред. Задача фокусировки гауссова пучка</p>	2

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем, часов
	линзой и линзоподобной средой (средой с квадратичным показателем преломления). Понятие моды распространения. Понятие постоянной распространения. Особенности модовых решений волновых уравнений.	
5	<p>3. Модели плоских волноводов.</p> <p>Электромагнитные волны в неоднородной среде. Понятия Н-волны, Е-волны, гибридной волны, поперечной волны. Принцип перестановочной двойственности уравнений Максвелла. Задача распространения плоской монохроматической волны в плоском металлическом волноводе. Понятия поперечного и продольного волновых чисел. Понятие критической частоты. Модовые решения задачи распространения. Понятие одномодового и многомодового режимов распространения.</p>	2
6	<p>Задача распространения плоской монохроматической волны в плоском диэлектрическом волноводе с достижением полного внутреннего отражения. Понятие угла полного внутреннего отражения. Понятие поверхностной волны. Модовые решения задачи распространения для плоского диэлектрического волновода. Критические частоты для диэлектрического волновода. Возможность одномодового световода.</p>	2
7	<p>4. Устройство оптического волокна и задача распространения света в нём.</p> <p>Структура оптического волокна: сердцевина и оболочка. Понятие профиля показателя преломления оптического волокна. Ступенчатый профиль показателя преломления оптического волокна. Распространение лучей направляемых, преломлённых и с утечкой. Понятие числовой апертуры оптического волокна. Градиентный профиль показателя преломления оптического волокна. Понятие локальной числовой апертуры градиентного оптического волокна. Оценка мощности, вводимой в оптическое волокно от малоразмерного диффузного источника света, и её зависимости от относительной разности показателей преломления. Траектория световых лучей в волокне.</p>	2
8	<p>Решение волнового уравнения Максвелла в комплексной форме для изотропной среды и следующее из них решение для ступенчатого волокна как совокупность мод. Классификация полученных мод применительно к критической частоте, понятие и определение нормированной частоты для одномодового режима. Количество мод в волокне в зависимости от нормированной частоты. Основные параметры оптических волокон, существующая терминология.</p>	2
9	<p>5. Дисперсия в световоде.</p> <p>Уширение импульса в многомодовом волокне и его объяснение межмодовой дисперсией. Межмодовая дисперсия в ступенчатом и градиентном волокне. Уширение импульса в одномодовом волокне и его объяснение материальной дисперсией. Физический механизм возникновения материальной дисперсии. Оценка зависимости показателя преломления от частоты с помощью Ньютоновой механики. Вывод комплексного показателя преломления.</p>	2

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем, часов
10	Задача расчёта материальной дисперсии в объёмной среде. Нахождение групповой скорости. Понятие ширины спектра источника излучения. Понятие волноводной дисперсии и её оценка. Понятие хроматической дисперсии как совокупности материальной и волноводной дисперсий. Понятие длины волны нулевой дисперсии. Понятие поляризационной модовой дисперсии, причины её возникновения и её оценка. Возможность компенсации хроматической дисперсии.	2
11	<p>6. Потери в оптическом волокне.</p> <p>Основные типы потерь в оптическом волокне и их суммарная оценка. Потери на поглощении: происхождение, влияние, минимизация. Потери на рассеянии: происхождение, влияние, минимизация. Кабельные потери: происхождение, влияние, минимизация. Основные характеристики волоконно-оптической линии связи. Окна прозрачности для оптического волокна, их условия. Волновое мультиплексирование. Градиентное многомодовое волокно: стандарты, параметры, основные технические решения на основе такого волокна. Типы одномодовых волокон: волокна со ступенчатым профилем, волокна со смещённой дисперсией, волокна с ненулевой смещённой дисперсией. Задачи построения линий связи с использованием таких волокон.</p>	2
12	<p>7. Светодиоды.</p> <p>Основные требования к источникам излучения для волоконно-оптических линий связи. Зонная диаграмма собственных беспримесных полупроводников. Понятие <i>p-n</i> перехода. Излучательные и безызлучательные <i>p-n</i> переходы. Понятие инжекционной люминесценции. Прямой зона-зонный излучательный переход. Приблизительная спектральная плотность мощности излучения.</p>	2
13	Излучательные и безызлучательные <i>p-n</i> переходы в прямозонных и в непрямозонных полупроводниках. Определения внутренней квантовой эффективности. Определение внешней квантовой эффективности. Оптические потери в светоизлучающих диодах и их оценка.	2
14	Структура светоизлучающего диода. Светодиод Барраса. Оценка квантовой эффективности системы «светодиод-волокно». Примерные конструкции согласующих устройств «светодиод-волокно». Понятие гетероструктуры светодиода. Преимущества гетероструктуры светодиода. Варианты конструкций светодиода на основе двойной гетероструктуры. Изготовители, наиболее распространённые стандарты и примерные параметры доступных потребителю светодиодов.	2
15	<p>8. Лазеры.</p> <p>Задача распространения одномерной электромагнитной волны в оптическом резонаторе. Квантование частот. Лазерные резонаторы. Селекция частот в резонаторе Фабри-Перо. Спонтанный и вынужденный типы излучения. Понятие</p>	2

№ Л	Раздел дисциплины и его содержание	Объем, часов
	инверсии населённости энергетических уровней. Понятие накачки. Интенсивность световой волны в резонаторе. Условие самовозбуждения лазера. Ширина спектральной линии излучения лазера. Различные виды уширения спектральной линии.	
16	Полупроводниковый лазер как техническое решение. Преимущества полупроводникового лазера. Инверсия населённости в p-n переходе. Понятие вырожденного полупроводника. Примерная конструкция полупроводникового лазера. Понятие порогового тока. Изготовители, наиболее распространённые стандарты и примерные параметры доступных потребителю полупроводниковых лазеров.	2
17	9. Фотоприёмники. Внешний и внутренний фотоэффекты. Понятие фотоприёмника. Основные требования к приёмникам излучения для волоконно-оптических линий связи. Основные параметры фотоприёмников: чувствительность, порог чувствительности, темновой ток. Понятия вольт-амперной, спектральной, энергетической, частотной и переходной характеристик прибора на основе фотоприёмника.	2
18	Фоторезисторы: принцип работы, примерные конструкции, основные параметры, области применения. Фотодиоды: принцип работы, фотогенераторный и фотодиодный режим работы, примерные конструкции, основные параметры, области применения. Инерционность фотодиода. Фототранзистор: присутствие усилителя фототока, примерные конструкции, основные параметры, области применения. Сравнительные преимущества и недостатки решений с использованием фотодиодов и фототранзисторов. Изготовители, наиболее распространённые стандарты и примерные параметры доступных потребителю фоторезисторов, фотодиодов и фототранзисторов.	2

3.2.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (ПЗ) – 0 ЧАСОВ

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

3.2.3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛР) – 36 ЧАСОВ

Выполняется 4 лабораторные работы по следующим темам:

№ Лр	Тема лабораторной работы	Объем, часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости
1	«Одномодовый волоконный контроллер поляризации».	9	1, 2	зЛр
2	«Волоконно-оптический гироскоп».	9	4	зЛр
3	«Датчик момента сил»	9	2	зЛр
4	«Передача аналоговых сигналов по волоконно-оптическим линиям связи»	9	4, 5, 6	зЛр

3.2.4. ИННОВАЦИОННЫЕ ФОРМЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

При изучении данной дисциплины применяются следующие инновационные формы учебных занятий:

- интерактивная лекция;
- работа в команде (в группах);

– решение ситуационных задач.

При этом предусматривается использование таких вспомогательных средств, как мультимедийный проектор, плакаты, раздаточный материал.

3.3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

На самостоятельную работу обучающихся, согласно учебному плану, отводится 72 часа.

Самостоятельная работа студентов включает в себя:

1. Проработку прослушанных лекций, учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку, изучение рекомендованной литературы – 9 часов.
2. Подготовку к лабораторным работам – 8 часов.
3. Подготовку к контрольным работам – 3 часа.
4. Выполнение домашних заданий – 21 час.
5. Выполнение других видов самостоятельной работы – 31 час.

Часы на внеаудиторные виды контактной работы обучающихся с преподавателем выделяются из самостоятельной работы обучающихся и часов, выделенных на промежуточную аттестацию, в соответствии с нормативами нагрузки преподавателей, утверждаемыми в университете ежегодно.

3.3.1. ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ (Дз) – 21 ЧАС

Выполняются 2 домашних задания по следующим темам:

№ Дз	Тема домашнего задания	Объем, часов	Раздел дисциплины	Виды контроля текущей успеваемости
1	«Задача распространения света и модели волноводов»	9	1-3	сДз
2	«Распространение света в оптическом волокне».	12	4-6	сДз

3.3.2. РЕФЕРАТЫ – 0 ЧАСОВ.

Выполнение рефератов учебным планом не предусмотрено.

3.3.3. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ (Кр) – 3 ЧАСА.

Выполняется 1 контрольная работа по следующей теме:

№ Кр	Тема контрольной работы	Объем, часов	Раздел дисциплины
1	«Расчёт функционирования элементов волоконно-оптической линии передачи».	3	7-9

3.3.4. РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ (РК) – 0 ЧАСОВ

Рубежный контроль рабочей программой не предусмотрен.

3.3.5. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (Др) – 31 ЧАС

Другие виды самостоятельной работы относятся к нерегламентированной самостоятельной работе обучающихся, связанной с углубленным изучением отдельных тем или разделов дисциплины, их творческой деятельностью, развитием личностных качеств и т.д. Конкретные формы других видов самостоятельной работы обучающийся выбирает самостоятельно или по рекомендации преподавателя в ходе изучения дисциплины.

3.3.6. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (КП) ИЛИ КУРСОВАЯ РАБОТА (КР) – 0 ЧАСОВ.

Курсовой проект или курсовая работа учебным планом не предусмотрены.

4. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные средства по всем заявленным в рабочей программе видам аудиторных занятий обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся, формам контроля текущей успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, утвержденные критерии оценки по ним и методика начисления рейтинговых баллов, а также перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций обучающихся, установленных ФГОС ВО или их элементов) и отнесенные к ним планируемые результаты обучения (знания, умения и навыки), представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине, который сформирован как отдельный документ и является приложением к рабочей программе дисциплины.

4.1. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для оценки текущей успеваемости используются следующие формы текущего контроля:

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма текущего контроля	Индикаторы достижения компетенций	Текущий контроль результатов обучения, баллов (мин./макс.)
1	1-3	Защита лабораторной работы №№ 1	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4/7
2	1-3	Защита лабораторной работы №№ 2	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4/7
3	1-3	Защита лабораторной работы №№ 3	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4/7
4	1-3	Проверка домашнего задания №1	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	4/8
5	1-3	Контроль посещаемости	-	0/1
Всего за модуль				16/30
1	4-6	Защита лабораторной работы № 4	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	12/20
2	4-6	Проверка домашнего задания №2	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	12/19
3	4-6	Контроль посещаемости	-	0/1
Всего за модуль				24/40
1	7-9	Проверка контрольной работы №1	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.2	20/29
2	7-9	Контроль посещаемости	-	0/1
Всего за модуль				20/30
Итого:				60/100

Обучающиеся, не выполнившие в полном объеме установленных требований и не набравшие суммарное количество рейтинговых баллов по текущему контролю успеваемости выше минимально установленных, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине, как не выполнившие график учебного процесса по данной дисциплине.

4.2. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для оценки результатов изучения дисциплины используются следующие формы промежуточной аттестации:

Семестр	Разделы дисциплины	Форма промежуточного контроля	Проставляется ли оценка в приложение к диплому	Промежуточная аттестация, баллов (мин./макс.)
5	1-9	Дифференцированный зачёт	да	-

Обучающийся, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания, сдавший все контрольные мероприятия по текущему контролю результатов обучения и прошедший промежуточную аттестацию, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на экзамене, дифференцированном зачете	Оценка на зачете
85 – 100	отлично	зачтено
71 – 84	хорошо	зачтено
60 – 70	удовлетворительно	зачтено
0 – 59	неудовлетворительно	не зачтено

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

5.1.1. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Варданян, В.А. Физические основы оптики: учебное пособие / В.А. Варданян. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2970-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106868> (дата обращения: 19.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Панов, М.Ф. Физические основы фотоники: учебное пособие / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 564 с. — ISBN 978-5-8114-2319-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101835> (дата обращения: 19.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г.Л. Киселев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-1114-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91904> (дата обращения: 19.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Ишанин, Г.Г. Приемники оптического излучения: учебное пособие / Г.Г. Ишанин, В.П. Челибанов ; под редакцией В. В. Коротаева. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1048-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/53675> (дата обращения: 19.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Скляр, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О.К. Скляр. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-1028-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104959> (дата обращения: 19.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Порфирьев, Л.Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах: учебник / Л.Ф. Порфирьев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1512-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/12942> (дата обращения: 19.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.1.2. УЧЕБНЫЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОНТАКТНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ И ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

7. Волоконно-оптические устройства в измерительной технике. Практикум: учеб. - методич. пособие / В.Т. Потапов, Е.Н.Базаров, Ю.К. Чаморовский и др. – авт. ред. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2014. – 74 с.

5.1.3. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

8. ГОСТ 26793-85. Компоненты волоконно-оптических систем передачи. Система условных обозначений. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200015820> - Загл. с экрана.
9. ГОСТ Р МЭК 60793-1-1-2018 Волокна оптические. Часть 1-1. Методы измерений и проведение испытаний. Общие положения и руководство. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200160703> - Загл. с экрана.

10. ГОСТ Р МЭК 60793-1-20-2012 Волокна оптические. Часть 1-20. методы измерений и проведение испытаний. Геометрия волокна. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200097336> - Загл. с экрана.
11. ГОСТ Р МЭК 60793-1-21-2012 Волокна оптические. Часть 1-21. Методы измерений и проведение испытаний. Геометрия покрытия. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200097335> - Загл. с экрана.
12. ГОСТ Р МЭК 60793-1-22-2012 Волокна оптические. Часть 1-22. Методы измерений и проведение испытаний. Измерение длины. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200102772> - Загл. с экрана.
13. ГОСТ Р МЭК 60793-1-30-2010 Волокна оптические. Часть 1-30. Методы измерений и проведение испытаний. Проверка прочности оптического волокна. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084351> - Загл. с экрана.
14. ГОСТ Р МЭК 60793-1-31-2010 Волокна оптические. Часть 1-31. Методы измерений и проведение испытаний. Прочность при разрыве. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084352> - Загл. с экрана.
15. ГОСТ Р МЭК 60793-1-32-2010 Волокна оптические. Часть 1-32. Методы измерений и проведение испытаний. Снятие защитного покрытия. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084960/> - Загл. с экрана.
16. ГОСТ Р МЭК 60793-1-33-2014 Волокна оптические. Часть 1-33. Методы измерений и проведение испытаний. Стойкость к коррозии в напряженном состоянии. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113582> - Загл. с экрана.
17. ГОСТ Р МЭК 60793-1-34-2016 Волокна оптические. Часть 1-34. Методы измерений и проведение испытаний. Собственный изгиб волокна. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200136718> - Загл. с экрана.
18. ГОСТ Р МЭК 60793-1-40-2012 Волокна оптические. Часть 1-40. Методы измерений и проведение испытаний. Затухание. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200102773> - Загл. с экрана.
19. ГОСТ Р МЭК 60793-1-41-2013 Волокна оптические. Часть 1-41. Методы измерений и проведение испытаний. Ширина полосы пропускания. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104812/> - Загл. с экрана.
20. ГОСТ Р МЭК 60793-1-42-2013 Волокна оптические. Часть 1-42. Методы измерений и проведение испытаний. Хроматическая дисперсия. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104813/> - Загл. с экрана.
21. ГОСТ Р МЭК 60793-1-43-2013 Волокна оптические. Часть 1-43. Методы измерений и проведение испытаний. Числовая апертура. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104814> - Загл. с экрана.
22. ГОСТ Р МЭК 60793-1-44-2013 Волокна оптические. Часть 1-44. Методы измерений и проведение испытаний. Длина волны отсечки. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104815/> - Загл. с экрана.
23. ГОСТ Р МЭК 60793-1-45-2013 Волокна оптические. Часть 1-45. Методы измерений и проведение испытаний. Диаметр модового поля. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200104816/> - Загл. с экрана.
24. ГОСТ Р МЭК 60793-1-46-2014 Волокна оптические. Часть 1-46. Методы измерений и проведение испытаний. Контроль изменений коэффициента оптического пропускания. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113583> - Загл. с экрана.
25. ГОСТ Р МЭК 60793-1-47-2014 Волокна оптические. Часть 1-47. Методы измерений и проведение испытаний. Потери, вызванные макроизгибами. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113584/> - Загл. с экрана.
26. ГОСТ Р МЭК 60793-1-48-2014 Волокна оптические. Часть 1-48. Методы измерений и проведение испытаний. Поляризационная модовая дисперсия. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113478> - Загл. с экрана.

27. ГОСТ Р МЭК 60793-1-49-2014 Волокна оптические. Часть 1-49. Методы измерений и проведение испытаний. Дифференциальная задержка мод. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200113479/> - Загл. с экрана.
28. ГОСТ Р МЭК 60793-1-50-2015 Волокна оптические. Часть 1-50. Методы измерений и проведение испытаний. Испытания влажным теплом (установившийся режим). Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121518> - Загл. с экрана.
29. ГОСТ Р МЭК 60793-1-51-2015 Волокна оптические. Часть 1-51. Методы измерений и проведение испытаний. Испытания сухим теплом (установившийся режим). Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121519/> - Загл. с экрана.
30. ГОСТ Р МЭК 60793-1-52-2015 Волокна оптические. Часть 1-52. Методы измерений и проведение испытаний. Испытания на воздействие смены температуры. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121520> - Загл. с экрана.
31. ГОСТ Р МЭК 60793-1-53-2015 Волокна оптические. Часть 1-53. Методы измерений и проведение испытаний. Испытания погружением в воду. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121521/> - Загл. с экрана.
32. ГОСТ Р МЭК 60793-1-54-2015 Волокна оптические. Часть 1-54. Методы измерений и проведение испытаний. Гамма-излучение. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121522/> - Загл. с экрана.
33. ГОСТ Р МЭК 60793-2-10-2018 Волокна оптические. Часть 2-10. Технические требования к изделию. Групповые технические требования к многомодовым оптическим волокнам категории А1. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200160705/> - Загл. с экрана.
34. ГОСТ Р МЭК 60793-2-2018 Волокна оптические. Часть 2. Технические требования к изделию. Общие положения. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200160704/> - Загл. с экрана.
35. ГОСТ Р МЭК 60793-2-50-2018 Волокна оптические. Часть 2-50. Технические требования к изделию. Групповые технические требования к одномодовым оптическим волокнам класса В. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200160706> - Загл. с экрана.
36. ГОСТ Р МЭК 60793-2-60-2017 Волокна оптические. Часть 2-60. Технические условия на изделие. Групповые технические условия на одномодовые волокна класса С для внутренних межсоединений. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200146994> - Загл. с экрана.

5.1.4. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» И ДРУГИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. <http://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
2. <http://bkr.mgul.ac.ru/MarcWeb/> – Электронный каталог библиотеки МГУЛ.
3. <http://www.msfu.ru/info/cdo/> – сайт СДО МГУЛ (для зарегистрированных пользователей).

Основная и дополнительная литература, учебные и учебно-методические пособия для подготовки к контактной работе обучающихся с преподавателем и для самостоятельной работы обучающихся, нормативные документы, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и другие электронные информационные источники, необходимые для освоения дисциплины, их количество и наличие в библиотеке, ЭБС, на кафедре, распределение по разделам (темам) дисциплины, всем запланированным видам аудиторной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работе обучающихся, представлены в карте обеспеченности литературой, которая сформирована как отдельный документ и является приложением к рабочей программе.

5.2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ДРУГИЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При изучении данной дисциплины используются следующие информационные технологии, программное обеспечение, электронно-библиотечные системы, электронные образовательные среды, информационные справочные системы и другие средства, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

№ п/п	Информационные технологии, включая программное обеспечение, информационные справочные системы и другие используемые средства	Раздел дисциплины	Вид контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы
1	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (электронная учебная, методическая и научная литература по тематике дисциплины)	1-9	Л, Лр, Дз, Р
2	Электронные издания Издательства МГТУ им. Н. Э. Баумана (электронная учебная, методическая и научная литература по тематике дисциплины)	1-9	Л, Лр, Дз, Р
3	Электронный каталог библиотеки МГУЛ (учебная, методическая и научная литература по тематике дисциплины)	1-9	Л, Лр, Дз, Р
4	Электронная образовательная среда МФ (для обеспечения учебно-методическими материалами, проверки знаний студентов по различным разделам дисциплины, подготовленности их к проведению и защите лабораторных работ)	1-9	Л, Лр, Дз, Р

5.3. РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

При изучении данной дисциплины раздаточный материал не используется.

5.4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При проведении промежуточной аттестации для оценки результатов изучения дисциплины вынесены следующие вопросы:

Раздел 1. Введение в волоконную оптику. Уравнения Максвелла.

1. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Мощность и интенсивность волны. Удельная проводимость и плотность сторонних токов.
2. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Метод комплексных амплитуд.
3. Понятие комплексной диэлектрической проницаемости.
4. Волновые уравнения в комплексной форме.
5. Понятие волнового сопротивления.
6. Группа волн. Групповая и фазовая скорости. Понятие амплитуды и огибающей сигнала.

Раздел 2. Задача распространения света.

7. Законы отражения и преломления в геометрической оптике. Закон Снеллиуса.
8. Нормальное падение волны на границу раздела двух сред.
9. Наклонное падение волны на границу раздела двух сред.
10. Формулы Френеля. Угол Брюстера.
11. Понятие эйконала. Уравнение эйконала.
12. Понятие гауссова пучка, интенсивности пучка, перетяжки пучка, расходимости пучка.
13. Гауссов пучок в линзоподобной среде. Лучевые матрицы.
14. Фокусировка гауссова пучка линзоподобной средой.
15. Моды гауссова пучка.

Раздел 3. Модели плоских волноводов.

16. Плоский металлический волновод. Понятия поперечного и продольного волновых чисел. Моды распространения.
17. Полное поле в плоском металлическом волноводе.
18. Плоский диэлектрический волновод. Полное отражение в плоском диэлектрическом волноводе.
19. Одномодовый режим распространения в плоском диэлектрическом световоде.

Раздел 4. Устройство оптического волокна и задача распространения света в нём.

20. Типы оптических волокон.
21. Ступенчатое волокно. Понятие числовой апертуры. Траектория световых лучей в ступенчатом волокне.
22. Градиентное волокно. Числовая апертура градиентного волокна. Траектория световых лучей в градиентном волокне.
23. Расчёт мощности, вводимой в волокно.
24. Решение волнового уравнения для ступенчатого волокна. Моды распространения в ступенчатом волокне.
25. Классификация оптических волокон.

Раздел 5. Дисперсия в световоде.

26. Межмодовая дисперсия в ступенчатом и градиентном волокне.
27. Материальная дисперсия в диэлектрике.
28. Материальная дисперсия в объёмной среде. Понятие ширины спектра излучения.
29. Понятие хроматической дисперсии. Волноводная дисперсия. Длина волны нулевой дисперсии.
30. Понятие поляризационной модовой дисперсии.

Раздел 6. Потери в оптическом волокне.

31. Классификация потерь в оптическом волокне. Понятие длины волны отсечки.
32. Волновое мультиплексирование как решение проблемы увеличения пропускной способности волокна.
33. Понятие полосы пропускания. Полоса пропускания для градиентных многомодовых и одномодовых волокон.

Раздел 7. Светодиоды.

34. Понятие полупроводника. Классификация полупроводников.
35. p-n переход.
36. Инжекционная люминесценция.
37. Спектры рекомбинационного излучения.
38. Непрямые полупроводники.
39. Понятие внутренней квантовой эффективности. Оценка внутренней квантовой эффективности.

40. Понятие внешней квантовой эффективности. Оценка внешней квантовой эффективности.
41. Конструкция светоизлучающего диода видимого диапазона и принцип её работы.
42. Конструкция светоизлучающего диода Барраса и принцип её работы.
43. Конструкторские решения по вводу излучения светодиода в волоконно-оптический световод.
44. Двойная гетероструктура в светодиоде.
45. Светодиод Барраса на основе двойной гетероструктуры.
46. Конструкция светодиода с торцевым излучением на основе двойной гетероструктуры.

Раздел 8. Лазеры.

47. Резонатор Фабри-Перо. Квантование частот в резонаторе Фабри-Перо.
48. Понятие о спонтанном и индуцированном (вынужденном) излучениях, инверсии населённости и накачке лазера.
49. Условие самовозбуждения лазера.
50. Понятие о спектральной линии лазера и факторах, её формирующих.
51. Вырожденные полупроводники как решение задачи вынужденного излучения.
52. Параметры полупроводниковых лазеров.
53. Вольт-амперные и ватт-амперные характеристики полупроводниковых лазеров.

Раздел 9. Фотоприёмники.

54. Внешний и внутренний фотоэффекты. Понятие фотоприёмника.
55. Основные параметры фотоприёмников: чувствительность, порог чувствительности, темновой ток.
56. Основные требования к приёмникам излучения для волоконно-оптической линии связи.
57. Понятия вольт-амперной, спектральной, энергетической, частотной и переходной характеристик прибора на основе фотоприёмника.
58. Фоторезисторы: принцип работы, примерные конструкции, основные параметры, области применения.
59. Фотодиоды: принцип работы, фотогенераторный и фотодиодный режим работы, примерные конструкции, основные параметры, области применения. Инерционность фотодиода.
60. Фототранзистор: присутствие усилителя фототока, примерные конструкции, основные параметры, области применения.
61. Сравнительные преимущества и недостатки решений с использованием фотодиодов и фототранзисторов.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

При изучении данной дисциплины используется следующее материально-техническое обеспечение:

№ п/п	Наименование и номера специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Раздел дисциплины	Вид контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся
1.	Лекции, лабораторные работы, ауд. 336, 332	Аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет, пакеты прикладных программ. Помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью. Мультимедийное оборудование: – мультимедийный проектор; – экран.	1-9	Л, Лр, Кр
2.	Самостоятельная работа, библиотека	Библиотека, имеющая рабочие места для студентов, читальный зал; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.	1-9	Дз

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами деятельности обучающегося являются контактная работа с преподавателем и самостоятельная работа, которая включает в себя подготовку к контактной работе обучающихся с преподавателем, проработку материалов, полученных в процессе этой работы, а также подготовку и выполнение всех видов самостоятельной работы, заявленных в рабочей программе дисциплины.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя.

По зачислении на первый курс или переводу на очередной курс следует провести подготовку к началу обучения. Эта подготовка в самом общем включает несколько необходимых положений:

- Следует убедиться в наличии рабочей программы и необходимых методических указаний по всем видам контактной и самостоятельной работы, указанных в программе дисциплины, понять требования, предъявляемые к изучению дисциплины. При необходимости надлежит получить на кафедре необходимые указания и консультации, контрольные вопросы для изучения дисциплины.
- Необходимо ознакомиться с рейтинговой бальной системой по дисциплине. Преподаватель обязан ознакомить обучающихся с порядком начисления рейтинговых баллов по всем, предусмотренным рабочей программой дисциплины, видам контактной и самостоятельной работы обучающихся.
- Необходимо создать (рационально и эмоционально) максимально высокий уровень мотивации к последовательному и планомерному изучению дисциплины.
- Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии у себя дома или в библиотеке в бумажном или электронном виде.
- Необходимо иметь «под рукой» специальные и универсальные словари и энциклопедии, для того, чтобы постоянно уточнять значения используемых терминов и понятий. Пользование словарями и справочниками необходимо сделать привычкой. Опыт показывает, что неудовлетворительное усвоение предмета зачастую коренится в неточном, смутном или неправильном понимании и употреблении понятийного аппарата учебной дисциплины.
- Желательно в самом начале периода обучения возможно тщательнее спланировать время, отводимое на контактную и самостоятельную работу по дисциплине, представить этот план в наглядной форме и в дальнейшем его придерживаться, не допуская срывов графика индивидуальной работы и аврала в предсессионный период. При этом необходимо руководствоваться Графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, который входит в состав рабочей программы. Пренебрежение этим пунктом приводит к переутомлению и резкому снижению качества усвоения учебного материала.
- Работу следует начинать с изучения рабочей программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучающихся. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем – приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
- Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал с помощью учебника. Целесообразно составить краткий конспект или

схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Затем, как показывает опыт, полезно изучить выдержки из первоисточников. При желании можно составить их краткий конспект. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Лекционные занятия посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку. Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически заверченный раздел курса.

В ходе лекционных занятий конспектировать учебный материал. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Практические и семинарские занятия проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

Лабораторные работы предназначены для приобретения опыта практической реализации полученных теоретических знаний. Методические указания к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется преподавателем перед проведением лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного курса, подготовку к практическим, семинарским занятиям и лабораторным работам, выполнение всех заявленных в рабочей программе видов самостоятельной работы (выполнение домашних заданий, расчетно-графических и расчетно-проектировочных работ, курсовых проектов и работ, подготовку к контрольным работам, написание рефератов и пр.). Результаты всех видов работ обучающихся формируются в виде их личных портфолио, которые учитываются на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации их всех возможных источников.

В ходе самостоятельной работы необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, методическими указаниями по соответствующему виду самостоятельной работы. При этом необходимо учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы. Очень полезно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной рабочей программой.

Необходимо строго следовать графика учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, который входит в состав рабочей программы.

Готовясь, по всем непонятным моментам обращаться за методической помощью к преподавателю. Своевременное и качественное подготовка и выполнение самостоятельной

работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы.

Оценивание полученных в процессе изучения дисциплины знаний, умений и навыков проводится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МФ МГТУ им. Баумана.

Утвержденные критерии оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, методика начисления рейтинговых баллов при их прохождении представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине, который сформирован как отдельный документ, является приложением к рабочей программе и структурно входит в состав учебно-методического комплекса дисциплины.

Текущий контроль проводится в процессе изучения каждого раздела или модуля дисциплины, его итоговые результаты складываются из рейтинговых баллов, полученных при прохождении всех запланированных контрольных мероприятий с учетом своевременности их прохождения, а также посещаемости аудиторных занятий.

Освоение дисциплины, ее успешное завершение на стадии промежуточного контроля возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля.

Обучающиеся, не выполнившие в полном объеме установленных требований, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине, как не выполнившие график учебного процесса по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме, установленной учебным планом, и виде, выбранном преподавателем. При этом проводится проверка освоения ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний, умений и навыков по ней.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, которые систематически в течение всего семестра работали на занятиях и показали уверенные знания по вопросам, выносившимся на групповые занятия, также выполнившие все виды контактной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, прошедшие все контрольных мероприятий и набравшие при этом количество рейтинговых баллов, превышающее установленное рабочей программой минимальное значение.

Непосредственная подготовка к промежуточной аттестации осуществляется по вопросам, представленным в фонде оценочных средств по дисциплине, которые обучающимся должен предоставить преподаватель. Необходимо тщательно изучить формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Обычно план включает в себя:

показ теоретической и практической значимости рассматриваемого вопроса;

- обзор освещения вопроса;
- определение сущности рассматриваемого предмета;
- основные элементы содержания и структуры предмета рассмотрения;
- факторы, логика и перспективы эволюции предмета;
- показ роли и значения рассматриваемого материала для практической деятельности.

План ответа желательно развернуть, приложив к нему ссылки на первоисточники с характерными цитатами.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ

При подготовке к контактной работе с обучающимися, контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся преподавателю необходимо руководствоваться рабочей программой дисциплины, а также картой обеспеченности литературой, учебно-методической картой, графиком учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, фондом оценочных средств по дисциплине, которые входят в состав рабочей программы.

На первом занятии по дисциплине преподаватель должен довести до обучающихся всю необходимую информацию по дисциплине, предоставить или дать ссылки, на рабочую программу дисциплины, а также карту обеспеченности литературой, учебно-методическую карту, график учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, фонд оценочных средств по дисциплине, все необходимые рекомендации по всем видам контактной и самостоятельной работы, заявленным в рабочей программе дисциплины.

Лекции составляют основу теоретической подготовки студентов с целью понимания ими сущности дисциплины и практической работы в бухгалтерских информационных системах.

На лекциях рассматриваются наиболее важные понятия, определяются основные направления дисциплины, дается общая характеристика поставленных вопросов, различные научные концепции, которые есть по данной теме, осмысливаются состояния и перспективы развития, даются особенности использования современных информационных технологий.

Лекции должны активизировать познавательную деятельность обучающихся, вызывать интерес к поставленным проблемам и направлениям развития в профессиональной области, формировать их профессиональный кругозор, аналитические качества, творческий подход к изучению дисциплины, определять направления дальнейшего самостоятельного изучения и практического освоения в данной области.

Изложение материала лекций должно носить проблемный, инновационный характер, способствующий формированию и развитию общекультурных и профессиональных компетенций по профилю обучаемых.

В ходе лекций следует акцентировать внимание на наиболее важных, узловых и сложных в восприятии моментах учебного материала, вовлекая к разрешению сформулированных проблем аудиторию, ставя перед студентами задачи на проведение в ходе внеаудиторной самостоятельной работы аналитических оценок и научных исследований, способствующих закреплению изучаемого материала и постижению нового. Очень важно насытить лекционный материал цифрами и различными практическими примерами, подтверждающими теоретические тезисы. Также следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Это способствует активизации мыслительной деятельности обучающихся, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию.

Преподавателю, читающему лекции по данной дисциплине, необходимо опираться на основную литературу, представленную в рабочей программе данной дисциплины, а также на учебные пособия, монографии, научные статьи и периодические издания известных специалистов в данной области.

Учебный материал следует излагать с использованием интерактивных методик и презентационных средств, раскрывая новейшие и перспективные информационно-технологические достижения. Если доступен Интернет, то обучающимся можно показать сайты по теме, актуальные страницы с ресурсами.

Определяя задачи на самостоятельную работу студентов, следует обращать внимание обучаемых на использование облачных сред и технологий, обеспечивающих доступ к информационно-технологическим ресурсам из рабочих мест вне учебной базы университета и филиала.

Контроль усвоения учебного материала, кроме традиционных форм, следует проводить с использованием тематических тестовых заданий, сформулированных в разделе

Практические занятия и семинары имеют целью закрепления знаний, полученных на лекциях. Все практические занятия дисциплины проводятся в специализированных классах университета. На первом занятии преподаватель должен напомнить студентам требования техники безопасности.

На практических занятиях студенты овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются при изучении специальных дисциплин, а также в процессе прохождения производственной практики.

Проводя практические занятия по данной дисциплине, предлагается использовать задания, указанные в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Выполнение заданий должно быть индивидуальным. При оценивании выполненных заданий следует учитывать достижение результата, правильность выбора технологии решения, время решения, индивидуальность работы. Веса указанных факторов следует выбирать в зависимости от целей проводимого занятия. Для закрепления практических навыков и умений студентам следует по каждой теме выдавать задания на самостоятельную работу, по трудоемкости сходные с задачами, решаемыми в аудитории.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются аналитические и интеллектуальные умения.

Лабораторные работы предназначены для приобретения обучающимися опыта практической реализации полученных теоретических знаний. Методические указания к лабораторным работам должны прорабатываться обучающимися во время самостоятельной подготовки. Перед проведением лабораторных работ преподаватель контролирует необходимый уровень подготовки обучающихся к их выполнению.

Самостоятельная работа обучающихся представляет собой индивидуальное выполнение всех видов, заявленных в рабочей программе дисциплины, контактной и самостоятельной работы, которые формируют у обучающегося:

- выработку навыков самостоятельной работы с имеющейся исходной информацией;
- практическую реализацию теоретических знаний с использованием инструментальных средств;
- комплексное применение компетенций, теоретических знаний, практических навыков и умений, приобретенных при изучении данной дисциплины.

При проведении контактных занятий, выдаче материалов и заданий ко всем заявленным видам контактной и самостоятельной работы обучающихся, контроле текущей успеваемости по ним, а также при промежуточной аттестации по дисциплине преподаватель обязан руководствоваться сроками, указанными в учебно-методической карте дисциплины и графике учебного процесса и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. При этом не должно возникать противоречий с утвержденным Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся МФ МГТУ им. Баумана.

При **контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся** преподаватель обязан пользоваться оценочными средствами, критериями оценки и начисления рейтинговых баллов, представленных в фонде оценочных средств по данной дисциплине.