

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Макуев Валентин Анатольевич

Мытищинский филиал

Должность: Заместитель директора по учебной работе

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

Дата подписания: 30.06.2024 12:54:26

Уникальный программный ключ:

образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

a0887579b7e63594c87851bc1bb030c7c4482fa1

(национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Заместитель директора

по учебной работе

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Макуев В.А.

«25» июня 2021 г.

Факультет К «Космический факультет»

Кафедра К2 «Информационно-измерительные

системы и технологии приборостроения»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Волоконно-оптическая техника**

Автор программы:

Удалов М.Е., доцент (к.н.), кандидат технических наук, [udalov@bmstu.ru](mailto:udalov@bmstu.ru)

Утверждена на заседании кафедры «Информационно-измерительные системы и технологии приборостроения»

Протокол № 10 заседания кафедры «К2» от 08.06.2021 г.

Начальник Отдела образовательных программ

Шевлякова А.А



---

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 12.04.2022 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2023/2024 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 12.04.2023 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2024/2025 учебный год.

Протокол № 8 заседания кафедры «К2» от 16.04.2024 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	6
3. Объем дисциплины .....	7
4. Содержание дисциплины, структурированное по модулям учебной дисциплины с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	8
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов .....	14
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине.....	15
7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины .....	16
8. Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины.....	19
9. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	20
10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных .....	22
11. Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины..	23

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС 3++) по направлению подготовки (уровень бакалавриата): 12.03.01 «Приборостроение»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение» (уровень бакалавриата)

<b>Код компетенции по СУОС 3++</b>	<b>Формулировка компетенции</b>
	<b>Профессиональные компетенции собственные</b>
ПКС-5 (12.03.01/31 Информационно-измерительная техника и технологии)	Способен осуществлять технический контроль и сопровождение производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

1	2	3
Компетенция: код по СУОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
<p>ПКС-5 (12.03.01/31 Информационно-измерительная техника и технологии) Способен осуществлять технический контроль и сопровождение производства приборов, включая внедрение систем менеджмента качества</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> - методы технического контроля продукции на различных этапах производства - способы снижения погрешностей, использованные в разработанных устройствах - инструкции по эксплуатации и применению в разработанных устройствах</p> <p><b>УМЕТЬ</b> - проводить оценку технических и метрологических характеристик устройств информационно-измерительной техники - проводить калибровку измерительных устройств - корректно реализовать режимы эксплуатации разработанных устройств</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b> - средствами, включая программными, технического контроля устройств информационно-измерительной техники - представлениями о разработке и внедрению систем менеджмента качества - навыками эксплуатации устройств информационно-измерительной техники</p>	<p><b>Формы обучения:</b> Фронтальная и групповая формы.</p> <p><b>Методы обучения:</b> Словесный метод обучения (Лекции) Наблюдение и Исследовательский метод (Лабораторные работы) Метод проблемного обучения(Самостоятельная работа)</p> <p><b>Активные и интерактивные методы обучения:</b> обсуждение практических примеров на лекциях</p>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата по направлению 12.03.01 «Приборостроение».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- Введение в профессиональную деятельность;
- Физика.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- Датчиковая аппаратура ИИС;
- Основы оптоэлектроники;
- Волоконно-оптические ИИС;
- Проектирование приборов и систем.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень бакалавриата): 12.03.01 Приборостроение.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часа (108 астрономических часов). В том числе: 1 семестр – 4 з.е. (144 ак.ч.).

**Таблица 2.** Объем дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.	
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины
		1
Объем дисциплины	144	144
<b>Аудиторная работа*</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Лекции (Л)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
Проработка учебного материала лекций	4.5	4.5
Подготовка к лабораторным работам	36	36
Выполнение домашнего задания	15	15
Подготовка к контрольной работе	3	3
Другие виды самостоятельной работы	13.5	13.5
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		<b>Зачёт</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 3. Содержание дисциплины**

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий*, часы				Компетенции, закрепленные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР		Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
<b>1 семестр</b>									
1	Введение в волоконную оптику. Уравнения Максвелла. Задача распространения света. Модели плоских волноводов	10	0	10	20	ПКС-5	5	Домашнее задание	8/15
								Лабораторные работы	10/15
								<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
2	Устройство оптического волокна и задача распространения света в нём. Дисперсия в световоде. Потери в оптическом волокне	12	0	12	24	ПКС-5	11	Домашнее задание	12/22
								Лабораторные работы	12/18
								<b>ИТОГО:</b>	<b>24/40</b>
3	Светодиоды. Лазеры. Фотоприёмники	14	0	14	28	ПКС-5	18	Контрольная работа	4/9
								Лабораторные работы	14/21
								<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
	<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	-	-	-	<b>60/100</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки



**Содержание дисциплины, структурированное по темам (модулям)**

№, п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
1	<b>Введение в волоконную оптику. Уравнения Максвелла. Задача распространения света. Модели плоских волноводов</b>	
	<b>Лекции</b>	10
1.1	<p><b>Введение в волоконную оптику. Уравнения Максвелла.</b>                      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.                      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
1.2	<p><b>Задача распространения света.</b>                      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
1.3	<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 линзой и линзоподобной средой (средой с квадратичным показателем преломления). Понятие моды распространения. Понятие постоянной распространения. Особенности модовых решений волновых уравнений.</p>	2
1.4	<p><b>Модели плоских волноводов.</b>                      Электромагнитные волны в неоднородной среде. Понятия Н-волны,</p>	2

	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.	
1.5	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.	2
	<b>Лабораторные работы</b>	10
ЛР1.1	Одномодовый волоконный контроллер поляризации	2
ЛР1.2- ЛР1.3	Датчик момента сил	4
ЛР1.4- ЛР-1.5	Волоконно-оптический гироскоп	4
	<b>Самостоятельная работа</b>	20
СР1.1	Проработка учебного материала лекций	1.25
СР1.2	Подготовка к лабораторным работам	10
СР1.3	Выполнение домашнего задания	6
СР1.4	Другие виды самостоятельной работы	2.75
<b>2</b>	<b>Устройство оптического волокна и задача распространения света в нём. Дисперсия в световоде. Потери в оптическом волокне</b>	
	<b>Лекции</b>	12
2.1	<b>Устройство оптического волокна и задача распространения света в нём.</b>  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.	2
2.2	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.	2
2.3	<b>Дисперсия в световоде.</b>	2

	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.	
2.4	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
2.5	<b>Потери в оптическом волокне.</b> 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.	2
2.6	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.	2
	<b>Лабораторные работы</b>	12
ЛР2.1- ЛР2.6	Передача аналоговых сигналов по волоконно-оптическим линиям связи	12
	<b>Самостоятельная работа</b>	24
СР2.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР2.2	Подготовка к лабораторным работам	12
СР2.3	Выполнение домашнего задания	9
СР2.4	Другие виды самостоятельной работы	1.5
<b>3</b>	<b>Светодиоды. Лазеры. Фотоприёмники.</b>	
	<b>Лекции</b>	14
3.1	<b>Светодиоды.</b> 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.	2
3.2	Излучательные и безызлучательные <i>p-n</i> переходы в прямозонных и в непрямоzonных полупроводниках. Определения внутренней	2

	квантовой эффективности. Определение внешней квантовой эффективности. Оптические потери в светоизлучающих диодах и их оценка.	
3.3	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
3.4	<b>Лазеры.</b> Задача распространения одномерной электромагнитной волны в оптическом резонаторе. Квантование частот. Лазерные резонаторы. Селекция частот в резонаторе Фабри-Перо. Спонтанный и вынужденный типы излучения. Понятие инверсии населённостей энергетических уровней. Понятие накачки. Интенсивность световой волны в резонаторе. Условие самовозбуждения лазера. Ширина спектральной линии излучения лазера. Различные виды уширения спектральной линии.	2
3.5	Полупроводниковый лазер как техническое решение. Преимущества полупроводникового лазера. Инверсия населённостей 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
3.6	<b>Фотоприёмники.</b> 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
3.7	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
	<b>Лабораторные работы</b>	14
ЛР3.1	Определение внешней квантовой эффективности.	2
ЛР3.2	Изучение оптического спектроанализатора с линейным датчиком изображения	2
ЛР3.3	Интенсивность световой волны в резонаторе.	2
ЛР3.4	Ширина спектральной линии излучения лазера.	2

ЛР3.5	Принцип работы фоторезистора.	2
ЛР3.6	Принцип работы фотодиода	2
ЛР3.7	Принцип работы фототранзистора	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	28
СР3.1	Проработка учебного материала лекций	1.75
СР3.2	Подготовка к лабораторным работам	14
СР3.3	Подготовка к контрольной работе	3
СР3.4	Другие виды самостоятельной работы	9.25

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов сети «Интернет», рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины].
5. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных [Раздел 10 Рабочей программы дисциплины].

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине, в соответствии с ОПОП.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной рабочей программе дисциплины.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Литература

1. Варданын, В.А. Физические основы оптики: учебное пособие / В.А. Варданын. — 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. 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.

### Дополнительные материалы:

3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Складов, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О.К. Складов. — 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.
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.
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.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт кафедры «Системы автоматического управления»: <https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k2/>.
2. Российская государственная библиотека. <http://www.rsl.ru>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. <http://www.gpntb.ru>.
4. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu.ru>.
5. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <https://bmstu-kaluga.ru/library>.
6. Научно-техническая библиотека МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <https://mf.bmstu.ru/info/library/>.
7. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
8. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
9. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>.
10. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
11. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт» <https://biblio-online.ru>.
12. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ. [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru).
13. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.
14. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание нижеследующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершенный раздел дисциплины. Дисциплина делится на три модуля.

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу методических материалов по дисциплине.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

**Лабораторные работы** предназначены для приобретения опыта практической реализации основной профессиональной образовательной программы. Методические документы к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения лабораторных работ и индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Самостоятельная работа** студентов включает следующие виды: проработка учебного материала лекций, подготовка к лабораторным работам, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекций, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

**Текущий контроль** проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:

- Домашнее задание
- Лабораторные работы
- Контрольная работа.

Освоение дисциплины и ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине проходит в форме зачета.

**Методика оценки по рейтингу**

Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

Рейтинг	Оценка на зачете
85 – 100	Зачтено
71 – 84	Зачтено

60 – 70	Зачтено
0 – 59	Не зачтено

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ**

### **Информационные технологии:**

- Электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий и служб по пересылке и получению электронных сообщений между пользователями компьютерной сети Интернет.
- Электронная почта преподавателя: <https://mail.bmstu.ru>; udalov@mgul.ac.ru
- Система BigBlueButton <https://webinar.bmstu.ru>;

### **Программное обеспечение:**

- Mathcad
- LibreOffice
- OpenOffice

### **Информационные справочные системы:**

- Информационно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>;
- Информационно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>;

### **Профессиональные базы данных:**

- Ресурс «Машиностроение» <http://www.i-mash.ru>.
- Портал машиностроения <http://www.mashportal.ru>.
- Волоконная оптика. База данных: <http://scirus.benran.ru/forc2/>
- Лазерный мир. Интернет-журнал о лазерных технологиях: <https://лазер.рф/>;
- Фотодиоды. Каталог компании "Электроника и связь": [https://eandc.ru/catalog/?SECTION\\_ID=213](https://eandc.ru/catalog/?SECTION_ID=213) ;
- Оптопары. Каталог компании "Электроника и связь": [https://eandc.ru/catalog/index.php?SECTION\\_ID=109](https://eandc.ru/catalog/index.php?SECTION_ID=109);

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№, п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1	Лекции	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
2	Лабораторные работы	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
3	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета позволяет студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

## ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

### **1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины**

Литература по дисциплине:

1. Варданян, В. А. Физические основы оптики : учебное пособие / В. А. Варданян. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2970-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169171>
2. Порфирьев Л. Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах : учебник / Порфирьев Л. Ф. - 2-е изд., стер. - СПб : Лань, 2013. - 386 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 383-384. - ISBN 978-5-8114-1512-0.

### **2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

**Программное обеспечение:**

- LibreOffice
- Mathcad

**Преподаватель кафедры:**

Удалов М.Е., доцент (к.н.), кандидат технических наук, [udalov@bmstu.ru](mailto:udalov@bmstu.ru)



### **ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ**

#### **1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины**

Литература по дисциплине:

1. Порфирьев Л. Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах : учебник / Порфирьев Л. Ф. - 2-е изд., стер. - СПб : Лань, 2013. - 386 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 383-384. - ISBN 978-5-8114-1512-0.

#### **2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

**Программное обеспечение:**

- LibreOffice
- Mathcad

**Преподаватель кафедры:**

Удалов М.Е., доцент (к.н.), кандидат технических наук, [udalov@bmstu.ru](mailto:udalov@bmstu.ru)

## **ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ**

### **1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины**

Литература по дисциплине:

1. Цуканов В. Н., Яковлев М. Я. Волоконно-оптическая техника : практическое руководство / Цуканов В. Н., Яковлев М. Я. - Инфра-Инженерия, 2022. - ISBN 978-5-9729-0932-2.
2. Порфирьев Л. Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах : учебник / Порфирьев Л. Ф. - 2-е изд., стер. - СПб : Лань, 2013. - 386 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 383-384. - ISBN 978-5-8114-1512-0.

### **2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

**Программное обеспечение:**

- LibreOffice
- Mathcad
- OpenOffice

**Преподаватель кафедры:**

Удалов М.Е., доцент (к.н.), кандидат технических наук, [udalov@bmstu.ru](mailto:udalov@bmstu.ru)