

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01.14</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 16 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 91,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>8 семестр - 17,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>8 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Дискуссия</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>8 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сапронов М.В.
	Идентификатор	Rd33df1e8-SapronovMV-9c31c84d

(подпись)

М.В. Сапронов

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение принципов работы современных лазерных измерительных систем и определение направлений измерительной техники в решении современных задач науки и техники.

### Задачи дисциплины

- Изучение принципов создания современных лазерных измерительных систем.;
- Приобретение навыка использования различных оптических материалов при проектировании отдельных компонентов измерительных систем и комплексов.;
- Формирование навыка принятия и обоснования конкретных технических решений при последующем конструировании измерительных систем и комплексов с использованием лазеров.;
- Освоение методов расчета энергетических и метрологических характеристик функциональных схем лазерных измерительных систем..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Техническое управление разработкой и выпуском проектной конструкторской документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	знать: - Общие принципы работы и проектирования лазерных измерительных систем. (КМ-1 и КМ-4).
ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Проведение технических расчетов, функциональный анализ проекта квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	уметь: - Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, проектировать схемы лазерных доплеровских анемометров, подбирая необходимые элементы. (КМ-3 и КМ-4).
ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Создание структурных и конструктивно-компоновочных схем с использованием современных систем автоматизированного проектирования квантовооптических систем	уметь: - Анализировать и применять информацию о новых технологиях проектирования и изготовления компонентов лазерных систем диагностики. (КМ-2 и КМ-4).

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

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основные источники научно-технической информации по элементам оптико-информационных систем.
- знать Принципы работы и проектирования оптико-информационных систем различного назначения.
- уметь Самостоятельно разбираться в методах расчета и применять их для решения поставленной задачи.
- уметь Осуществлять поиск информации о свойствах и характеристиках элементов оптических систем различного назначения.
- уметь Применять полученную информации при проектировании оптико-информационных систем.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общая характеристика современных лазерных измерительных систем.	6.5	8	2	0.5	1	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общая характеристика современных лазерных измерительных систем."  <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Общая характеристика современных лазерных измерительных систем." материалу.  <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Общая характеристика современных лазерных измерительных систем." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.  <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Общая характеристика современных лазерных</p>
1.1	Физические основы лазерных измерений.	6.5		2	0.5	1	-	-	-	-	-	-	3	

													измерительных систем." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общая характеристика современных лазерных измерительных систем." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 5 - 25 [5], 8 - 24
2	Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА).	34.5	8	3.5	9	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА)."
2.1	Принцип работы ЛДА.	11.5	1	1.5	3	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА)."
2.2	Модуляция зондирующего излучения.	11	3	1	3	-	-	-	-	-	4	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
2.3	Сигналы ЛДА.	12	4	1	3	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА)." <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА)." материалу. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Лазерные доплеровские анемометры



														занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Устройства обработки сигналов лазерных измерительных систем." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 3 - 8
4	Вопросы метрологии лазерных измерительных систем.	21.5	8	1.5	6	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Вопросы метрологии лазерных измерительных систем." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.	
4.1	Основы метрологического анализа структурных схем ЛИС.	11.5	4	0.5	4	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Вопросы метрологии лазерных измерительных систем." <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Вопросы метрологии лазерных измерительных систем." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Вопросы метрологии лазерных измерительных систем." <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а	
4.2	Метрологическая оценка ЛДА.	10	4	1	2	-	-	-	-	-	3	-		

													так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Вопросы метрологии лазерных измерительных систем." материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 26- 35 [3], 16 - 22 [4], 36 - 52
5	Применения лазерных измерительных систем.	16.5	3	3.5	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Применения лазерных измерительных систем." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
5.1	Лазерные интерференционные измерения	10	2	3	2	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Применения лазерных измерительных систем."
5.2	Лазерная локация и дальнометрия	6.5	1	0.5	2	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Применения лазерных измерительных систем." <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Применения лазерных измерительных систем." материалу. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Применения лазерных измерительных систем." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и

													разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 17 - 30 [4], 53 - 67
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	14	-	4	-	0.3	17.7	-	
	Всего за семестр	180.0	28	12.0	28	14	2	4	-	0.8	57.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0	28	12.0	28	16		4		0.8	91.2		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Общая характеристика современных лазерных измерительных систем.

#### 1.1. Физические основы лазерных измерений.

Характеристика современных лазерных измерительных систем.. Информационные параметра лазерного излучения..

### 2. Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА).

#### 2.1. Принцип работы ЛДА.

Эффект Доплера в лазерной анемометрии.. Основные типы оптических схем ЛДА.. Методы приема оптического излучения.. Пространственные условия согласования оптических волн при фотосмещении..

#### 2.2. Модуляция зондирующего излучения.

Амплитудная и частотная модуляция.. Методы частотной модуляции и модуляторы, применяемые в ЛДА..

#### 2.3. Сигналы ЛДА.

Многокомпонентные ЛДА.. Способы селекции сигналов.. Характеристики рассеяния света аэрогидрозолями.. Анализ структуры сигнала ЛДА на основе теории рассеяния Ми.. Рассеяние двух когерентных пучков одиночной частицей.. Энергетический расчет оптического сигнала ЛДА.. Требования к рассеивающим частицам..

### 3. Устройства обработки сигналов лазерных измерительных систем.

#### 3.1. Электронные сигналы лазерных измерительных систем (ЛИС).

Характеристики электронных сигналов и шумов ЛИС.. Сигнал ЛИС как случайный процесс.. Основы аппаратного анализа случайных процессов..

#### 3.2. Методы и средства обработки электронных сигналов ЛИС.

Спектральные методы обработки.. Использование автоматизированных панорамных спектроанализаторов, оптического спектрального анализатора со сканируемым интерферометром Фабри-Перо, дисперсионных и акустооптических анализаторов спектра.. Корреляционные и фотонкорреляционные методы обработки.. Специализированные следящие и счетно-импульсные процессоры ЛИС..

### 4. Вопросы метрологии лазерных измерительных систем.

#### 4.1. Основы метрологического анализа структурных схем ЛИС.

Анализ обобщенной структурной схемы ЛИС.. Классификация погрешностей ЛИС.. Фундаментальная система уравнений измерений и ее особенности.. Законы распределения погрешностей. Свойства оценок.. Неравенство информации. Примеры расчетов погрешностей ЛИС на основе неравенства информации..

#### 4.2. Метрологическая оценка ЛДА.

Информационный анализ сигнала ЛДА.. Потенциальная точность измерения скорости частиц лазерным методом. Методы получения оценок.. Метод максимального правдоподобия, МНК, МНК со взвешиванием и МНМ.. Подгонка моделей. Особенности

программного обеспечения параметрического оценивания.. Инженерные приемы обработки данных. Исключение выбросов. Проверка гипотез..

### 5. Применения лазерных измерительных систем.

#### 5.1. Лазерные интерференционные измерения

Лазерные методы измерения размеров, дисперсности и концентрации микрочастиц.. Применения ЛИС для решения вопросов охраны окружающей среды.. Анализ погрешностей промышленных лазерных интерферометров..

#### 5.2. Лазерная локация и дальнометрия

Принципы построения локационных и дальнометрических систем.. Отражательные характеристики целей. Эффективная поверхность рассеяния. Потенциал лазерной локационной системы.. Статистические характеристики отраженного оптического сигнала. Ослабление лазерного излучения в атмосфере.. Принципы построения адаптивных систем.. Элементная база лазерных локаторов. Передающие устройства. Сканирующие устройства. Приемные устройства. Координатно-чувствительные датчики. Устройства оптической развязки..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Рассеяние лазерного излучения микрочастицами.;
2. Регрессионный анализ. Параметрическая идентификация экспериментальных данных.;
3. Инженерные приемы обработки данных.;
4. Расчет предельных погрешностей ЛИС на основе неравенства информации.;
5. Процессоры сигналов ЛИС.;
6. Методы модуляции лазерного излучения.;
7. Эффект Доплера в лазерной анемометрии..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Оптический доплеровский измеритель турбулентности;
2. Исследование процесса фотосмещения;
3. Исследование процесса фотосмещения;
4. Изучение работы оптического доплеровского измерителя скорости.

### **3.5 Консультации**

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультация по разделам 1 и 2 курсовой работы
2. Консультация по разделам 1 и 2 курсовой работы

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общая характеристика современных лазерных измерительных систем."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА)."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устройства обработки сигналов лазерных измерительных систем."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вопросы метрологии лазерных измерительных систем."

5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применения лазерных измерительных систем."

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 8 Семестр

Курсовая работа (КР)

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 8	9 - 12	13 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2	3, 4	1, 2, 3, 4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	30	30	40	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	30	60	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Изучение базовой модели ЛДА.
2	Проектирование усовершенствованной модели
3	Расчет метрологических характеристик.
4	Оценка эффективности разработки.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
Общие принципы работы и проектирования лазерных измерительных систем. (КМ-1 и КМ-4)	ИД-2ПК-1	+	+				Дискуссия/Защита лабораторных работ Контрольная работа/Тест 1
<b>Уметь:</b>							
Осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию, проектировать схемы лазерных доплеровских анемометров, подбирая необходимые элементы. (КМ-3 и КМ-4)	ИД-3ПК-1		+	+			Дискуссия/Защита лабораторных работ Контрольная работа/Тест 2
Анализировать и применять информацию о новых технологиях проектирования и изготовления компонентов лазерных систем диагностики. (КМ-2 и КМ-4)	ИД-4ПК-1			+	+	+	Дискуссия/Защита лабораторных работ Контрольная работа/Тест 3

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест 1 (Контрольная работа)
2. Тест 2 (Контрольная работа)
3. Тест 3 (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Курсовая работа (КР) (Семестр №8)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Смирнов, В. И. Расчет и проектирование лазерных доплеровских анемометров : учебное пособие по курсу "Лазерные измерительные системы" по направлению "Электроника и наноэлектроника" / В. И. Смирнов, Г. М. Янина, М. В. Сапронов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 51 с. - ISBN 978-5-7046-1933-8 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10115](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10115);
2. Смирнов, В. И. Фундаментальные пределы точности лазерных измерений : учебное пособие по курсу "Лазерные измерительные системы" по специальности "Квантовая и оптическая электроника" направления "Электроника и микроэлектроника" / В. И. Смирнов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 32 с. - ISBN 5-7046-1348-9 .;
3. Евтихиева, О. А. Лазерные измерительные системы. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Лазерные измерительные системы" по специальности "Квантовая и оптическая электроника" направления "Электроника и микроэлектроника" / О. А. Евтихиева, В. И. Смирнов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 33 с. - ISBN 978-5-383-00565-1 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1961](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=1961);

4. Ринкевичюс, Б. С. Учебное пособие по курсу "Лазерные измерительные системы": Вопросы метрологии лазерных измерительных систем / Б. С. Ринкевичюс, В. И. Смирнов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1989 . – 82 с.;

5. Евтихиева О. А., Расковская И. Л., Ринкевичюс Б. С.- "Лазерная рефрактография", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2008 - (176 с.)

[https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=49091](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49091).

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio.

## **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>

26. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
37. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
43. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
44. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
45. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
46. Информиио - <https://www.informio.ru/>
47. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Оптико-электронные измерительные системы

(название дисциплины)

## 8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест 1 (Контрольная работа)  
 КМ-2 Тест 2 (Контрольная работа)  
 КМ-3 Тест 3 (Контрольная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторных работ (Дискуссия)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Общая характеристика современных лазерных измерительных систем.					
1.1	Физические основы лазерных измерений.		+			+
2	Лазерные доплеровские анемометры (ЛДА).					
2.1	Принцип работы ЛДА.		+	+		+
2.2	Модуляция зондирующего излучения.		+	+		+
2.3	Сигналы ЛДА.		+	+		+
3	Устройства обработки сигналов лазерных измерительных систем.					
3.1	Электронные сигналы лазерных измерительных систем (ЛИС).			+	+	+
3.2	Методы и средства обработки электронных сигналов ЛИС.			+	+	+
4	Вопросы метрологии лазерных измерительных систем.					
4.1	Основы метрологического анализа структурных схем ЛИС.				+	+
4.2	Метрологическая оценка ЛДА.				+	+
5	Применения лазерных измерительных систем.					
5.1	Лазерные интерференционные измерения				+	+
5.2	Лазерная локация и дальнометрия				+	+

	Bec KM, %:	20	20	30	30
--	------------	----	----	----	----

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Опτικο-электронные измерительные системы

(название дисциплины)

#### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Выполнение разделов 1,2
- КМ-2 Выполнение разделов 3, 4
- КМ-3 Качество оформления пояснительной записки КР
- КМ-4 Соблюдение графика выполнения КР

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	8	12	14	14
1	Изучение базовой модели ЛДА.		+		+	+
2	Проектирование усовершенствованной модели		+		+	+
3	Расчет метрологических характеристик.			+	+	+
4	Оценка эффективности разработки.			+	+	+
Вес КМ, %:			30	30	20	20