

**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: Светотехника и источники света

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ СВЕТОТЕХНИКИ**

<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.01.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	4 семестр - 6; 5 семестр - 6; 6 семестр - 4; всего - 16
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>576 часа</b>
<b>Лекции</b>	4 семестр - 64 часа; 5 семестр - 64 часа; 6 семестр - 42 часа; всего - 170 часов
<b>Практические занятия</b>	4 семестр - 32 часа; 5 семестр - 32 часа; 6 семестр - 28 часа; всего - 92 часа
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	4 семестр - 2 часа; 5 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
<b>Самостоятельная работа</b>	4 семестр - 117,5 часов; 5 семестр - 117,5 часов; 6 семестр - 73,7 часа; всего - 308,7 часов
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Контрольная работа Домашнее задание Индивидуальный проект	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа;
	всего - 1,3 часа

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Григорьев А.А.
	Идентификатор	R28090f70-GrigoryevAA-7e2fdc05

А.А. Григорьев

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Григорьев А.А.
	Идентификатор	R28090f70-GrigoryevAA-7e2fdc05

А.А. Григорьев

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Боос Г.В.
	Идентификатор	R4494501d-BoosGeorV-031c67c1

Г.В. Боос

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины состоит в изучении современных представлений о свойствах излучения, основных законов светотехники, законов преобразования энергии излучения в другие виды энергии, основных элементов и характеристик глаза, основных законов и параметров цвета.

### Задачи дисциплины

- приобретение научных представлений о свете как одной из форм материи;
- освоение энергетической и эффективных систем величин и единиц;
- приобретение навыков использования законов преобразования излучения при решении светотехнических задач;
- освоение теории светового поля и законов распространения света;
- освоение классических и современных методов расчета характеристик светового поля;
- приобретение навыков расчета оптической системы глаза, его стационарных и нестационарных функций, параметров цвета;
- овладение колориметрическими системами, основными идеями и понятиями моделей пороговой чувствительности зрительной системы;
- приобретение навыков использования законов цветоведения, колориметрическими и равноконтрастными системами;
- овладение теоретическими и эмпирическими положениями физиологической оптики, моделей пороговой чувствительности, цветоведения.

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 проектирование, расчёты и конструирование, измерение параметров светотехнического оборудования, осваивать теоретическую и прикладную фотометрию	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает основные принципы измерений параметров, контроля качества и испытаний световых приборов и их составных частей, а также основы теоретической фотометрии	знать: <ul style="list-style-type: none"><li>- связь фундаментальных законов излучения со светотехническими величинами, законы преобразования структуры и энергетики световых пучков;</li><li>- взаимосвязь между фотометрическими характеристиками;</li><li>- основные законы, термины, определения и понятия светотехники (системы величин и единиц, закон квадратов расстояния);</li><li>- основные законы, термины, определения и понятия светотехники (законы излучения реальных тел и ослабления излучения);</li><li>- законы физиологической оптики, колориметрии и теоретической фотометрии;</li><li>- законы и положения геометрической и физической оптики;</li><li>- основные законы и выражения теории переноса излучения в однородных средах и на границах их раздела;</li><li>- основные положения лучевой теории диффузного светового поля;</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>- основные характеристики светового поля протяженных источников.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устанавливать взаимосвязи между фотометрическими величинами;</li> <li>- рассчитывать интегральные характеристики светового поля от точечных и поверхностных источников с учётом многократных отражений;</li> <li>- рассчитывать параметры и характеристики установившихся процессов зрительной системы человека и колориметрии;</li> <li>- применять положения и законы преобразования излучения для объяснения закономерностей изменения освещенности, яркости и цвета поверхностей;</li> <li>- применять знания оптической и световоспринимающей системы глаза для решения практических задач светотехники;</li> <li>- аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования характеристик зрительной системы, параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;;</li> <li>- использовать систему MatLab для моделирования освещения от точечных и протяженных источников;</li> <li>- использовать светотехнические законы для расчета освещенности и яркости освещаемых поверхностей;</li> <li>- рассчитывать параметры и характеристики неустановившихся процессов зрительной системы человека.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Светотехника и источники света (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 16 зачетных единиц, 576 часа.

№ 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	1.1. Свойства излучения и энергетическая система величин и единиц	44	4	16	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "1.1. Свойства излучения и энергетическая система величин и единиц" [1], стр. 4–18; [10], стр. 5–15. [1], стр. 19-36; [10], стр. 5–15,16-40.</p> <p><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 "1.1. Свойства излучения и энергетическая система величин и единиц" материалу. [14], задачи 1.1 – 1.5, 1.6– 1.11, 1.21-1.26; Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[5], стр. 5–40 [14], стр. 5-21 [15], стр. 4-18 [16], стр. 1-425 [17], стр. 1-20</p>	
1.1	Свойства излучения	22		8	-	4	-	-	-	-	-	-	10		-
1.2	Энергетическая система величин и единиц	22		8	-	4	-	-	-	-	-	-	10		-

														[18], стр. 1-28
2	1.2. Эффективные характеристики оптического излучения	22	8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "1.2. Эффективные характеристики оптического излучения" [1], стр. 38–56; [10], стр. 41-51.
2.1	Эффективные характеристики оптического излучения	22	8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<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 "1.2. Эффективные характеристики оптического излучения" материалу. [14], задачи 1.41-1.46. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 8-15 [5], стр. 41–51 [15], стр. 19-36 [16], стр. 1-425
3	1.3. Основные фотометрические характеристики излучателей и сред распространения излучения	22	8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "1.3. Основные фотометрические характеристики излучателей и сред распространения излучения" [3], стр. 4–9; [10], стр. 82-88.
3.1	Основные фотометрические характеристики излучателей и сред распространения излучения	22	8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<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 "1.3. Основные фотометрические характеристики излучателей и сред распространения излучения" материалу.

													[14], задачи 2.1-2.6. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 1-11 [5], стр. 82-88 [8], стр. 19-24 [11], стр. 5-14 [16], стр. 1-425
4	1.4. Законы взаимодействия излучения с веществом	22	8	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "1.4. Законы взаимодействия излучения с веществом" [3], стр. 9-13; [10], стр. 209-214; [3], стр. 13-24; [10], стр. 214-221; [3], стр. 35-38; [10], стр. 228-232. <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <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 "1.4. Законы взаимодействия излучения с веществом" материалу. [14], задачи 2.7-2.11, 2.17-2.2, 2.11-2.16. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 41-51 [15], стр. 38-56 [16], стр. 1-425
4.1	Законы взаимодействия излучения с веществом	22	8	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<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 "1.4. Законы взаимодействия излучения с веществом" материалу. [14], задачи 2.7-2.11, 2.17-2.2, 2.11-2.16. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 41-51 [15], стр. 38-56 [16], стр. 1-425
5	1.5. Законы теплового	22	8	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>



	излучения														
5.1	Законы теплового излучения	22	8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "1.5. Законы теплового излучения" материалу. [14], задачи 1.30-1.36, 1.11-1.16. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "1.5. Законы теплового излучения" [3], стр. 38–54; [10], стр. 88-104, 105-119. <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 88-104 [16], стр. 1-425	
6	1.6. Приемники оптического излучения и пороговые характеристики приемников излучения	48	16	-	8	-	-	-	-	-	-	24	-	<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 "1.6. Приемники оптического излучения и пороговые характеристики приемников излучения" материалу. [14], задачи 1.17-1.23, 1.24-1.29, 1.36-1.41, 1.24-1.29, 1.30-1.35. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.	
6.1	Приемники оптического излучения	22	8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "1.6. Приемники оптического излучения и пороговые характеристики приемников излучения" материалу. [14], задачи 1.17-1.23, 1.24-1.29, 1.36-1.41, 1.24-1.29, 1.30-1.35. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.	
6.2	Пороговые характеристики приемников излучения	26	8	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "1.6. Приемники оптического излучения и пороговые характеристики приемников излучения" [17], стр. 67-127, 419-462, 393-402; [16], стр. 98-129, стр. 172-182, 281-296. <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное	

														задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 41-51 [16], стр. 1-425
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0		64	-	32	-	2	-	-	0.5	84	33.5	
	Итого за семестр	216.0		64	-	32		2		-	0.5		117.5	
7	2.1. Принципы фотометрии Бугера-Ламберта-Бера, вывод основного фотометрического соотношения в теории светового поля по Ламберту, понятие светового поля и световая трубка, как базовый индикатор светового поля	33	5	12	-	6	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "2.1. Принципы фотометрии Бугера-Ламберта-Бера, вывод основного фотометрического соотношения в теории светового поля по Ламберту, понятие светового поля и световая трубка, как базовый индикатор светового поля" [1], стр. 4–18; [4] стр. 3-6; [5] стр. 3-8; [8] стр. 21-22; [1], стр. 19–38; [4] стр. 6-10; [5] стр. 8-12; [4] стр. 10-14; [5] стр. 12-17; [4] стр. 14-17; [5] стр. 17-21; [12], стр. 4–5, 8–9.
7.1	Принципы фотометрии Бугера-Ламберта-Бера	11		4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
7.2	Основы лучевой теории светового поля. Модели луча	11		4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
7.3	Луч, световая трубка, яркость и основное фотометрическое соотношение	11		4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	[12], стр. 3-8 [15], стр. 4–18 [16], стр. 1-425
8	2.2. Электромагнитное поле и световое поле, современные представления и связь	33		12	-	6	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение
8.1	Вывод уравнения эйконала и уравнения переноса излучения	11		4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	дополнительного материала по разделу "2.2. Вывод уравнения эйконала и уравнения переноса излучения, определение

8.2	Определение корреляционной функции. Вывод коэффициента когерентности	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	корреляционной функции и электродинамическое обоснование фотометрии" [4] стр. 17-20; [5] стр. 21-26; [4] стр. 20-23; [5] стр. 26-30; [4] стр. 23-27; [5] стр. 30-34.
8.3	Аксиомы геометрической оптики. Электродинамическое обоснование фотометрии	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [12], стр. 8-12 [15], стр. 19-38 [16], стр. 1-425
9	2.3. Интегральные характеристики светового поля. Функция ценности излучения	22	8	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "2.3. Интегральные характеристики светового поля, функция ценности излучения, пространственная, средняя сферическая и средняя цилиндрическая освещённость и световой вектор" [4] стр. 30-34; [5] стр. 39-43; [4] стр. 34-40; [5] стр. 43-47; [4] стр. 40-43; [5] стр. 47-51.
9.1	Интегральные характеристики светового поля	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	пространственная, средняя сферическая и средняя цилиндрическая освещённость и световой вектор" [4] стр. 30-34; [5] стр. 39-43; [4] стр. 34-40; [5] стр. 43-47; [4] стр. 40-43; [5] стр. 47-51.
9.2	Применение интегральных характеристик светового поля в осветительных установках как качественных характеристик освещения	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [12], стр. 31-45 [16], стр. 1-425
10	2.4. Расчёты световых величин на основе лучевой теории светового поля	40	16	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "2.4. Вывод и применение формулы Фокса и моделирование фотометрических характеристик тел и сред" [4] стр. 43-47; [5] стр. 51-55; [1], стр. 21-24; [10], стр. 190-193; [4] стр. 47-50; [5] стр. 55-59; [3] стр. 9-17.
10.1	Основы программирования функций на языке MatLab	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам.
10.2	Моделирование фотометрических характеристик тел и	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Изучение материалов литературных</u></b>

сред															
10.3	Вывод формулы Фока	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<b>источников:</b> [12], стр. 45-62 [16], стр. 1-425	
10.4	Вывод формулы расчёта освещённости от равномерного источника	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-		
11	2.5. Кардинальные элементы оптических систем и идеальная оптическая система, учет ограничения пучков, диафрагм, виньетирования в расчетах светового поля	22	8	-	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b> Изучение дополнительного материала по разделу "2.5. Кардинальные элементы оптических систем и идеальная оптическая система, учет ограничения пучков, диафрагм, виньетирования в расчетах светового поля" [4] стр. 50-54; [5] стр. 12-19. <b>Подготовка расчетных заданий:</b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b>Изучение материалов литературных источников:</b>	
11.1	Кардинальные элементы оптических систем. Идеальная оптическая система	11	4	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-		
11.2	Учет ограничения пучков, диафрагм, виньетирования в расчетах светового поля	11	4	-	2	-	-	-	-	-	-	5	-		
12	2.6. Уравнение переноса излучения	30	8	-	8	-	-	-	-	-	-	14	-		
12.1	Уравнение глобального освещения	13	4	-	4	-	-	-	-	-	-	5	-	<b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b> Изучение дополнительного материала по разделу "2.6. Уравнение глобального освещения и методы трассировки лучей" [4] стр. 27-30; [5] стр. 34-39; [8] стр. 19-35. <b>Подготовка расчетных заданий:</b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b>Изучение материалов литературных источников:</b>	
12.2	Методы трассировки лучей	17	4	-	4	-	-	-	-	-	-	9	-		

														[16], стр. 1-425
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0		64	-	32	-	2	-	-	0.5	84	33.5	
	Итого за семестр	216.0		64	-	32	2	-	-	0.5	117.5			
13	3.1. Общие сведения о зрительной системе человека	35	6	8	-	8	-	-	-	-	-	19	-	<p><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 "3.1. Общие сведения о зрительной системе человека" материалу. [14], задачи 4.1 – 4.3. 4.7; [14], задачи 5.1–5.3. 4.42-4.49. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "3.1. Общие сведения о зрительной системе человека" [2], стр. 5-7; [11], стр. 8-32; [2], стр. 7-8 .</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], стр. 8-32 [13], стр. 5-8 [16], стр. 1-425</p>
13.1	Оптическая система глаза	18		4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
13.2	Основные этапы восприятия и преобразования зрительной информации	17		4	-	4	-	-	-	-	-	9	-	
14	3.2. Установившийся зрительные процессы	40		12	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<p><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 "3.1. Общие сведения о зрительной системе человека" материалу. [14], задачи 4.8- 4.41. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>
14.1	Стационарные функции зрения	20		6	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
14.2	Классические и современные модели пороговой чувствительности зрительной системы	20		6	-	4	-	-	-	-	-	10	-	

													дополнительного материала по разделу "3.2. Установившийся зрительные процессы" [11], стр. 32–112; [3], стр. 3–8; [14], стр. 53–57; [2], стр. 21–37; [11], стр. 38–53; [15], стр. 10–16, 37–41; [3], стр. 3–8. <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], стр. 32–112 [9], стр. 5–9 [13], стр. 21–37 [16], стр. 1–425
15	3.3. Неустановившиеся зрительные процессы	28.7	10	-	4	-	-	-	-	-	14.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "3.3. Неустановившиеся зрительные процессы" [11], стр. 112–198. <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 23–42 [6], стр. 112–198 [13], стр. 13–19 [16], стр. 1–425
15.1	Адаптация и инерция	13.7	4	-	2	-	-	-	-	-	7.7	-	
15.2	Временные характеристики и зрительная индукция	15	6	-	2	-	-	-	-	-	7	-	
16	3.4. Основы учения о цвете	40	12	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<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 "3.4. Основы учения о цвете" материалу. [14], задачи 5.37, 5.39. 5.1 – 5.12; [14], задачи 5.13–5.57. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Самостоятельное изучение</u></b>
16.1	Основные понятия и определения	20	6	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
16.2	Цветовые системы и расчёты цвета	20	6	-	4	-	-	-	-	-	10	-	

													<p><b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "3.4. Основы учения о цвете" [2], стр. 7–13; [13], стр. 116-127; [11], стр. 210–217, 256–281, 288–310; [2], стр.13–19; [11], стр. 274–281; [13], стр. 127-131; [11], глава 1 (подразделы А и Б), глава 2 (подразделы А и Б).</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], стр. 210–217 [13], стр. 7-13 [16], стр. 1-425</p>
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0		42	-	28	-	-	-	0.3	73.7	-	
	Итого за семестр	144.0		42	-	28	-	-	-	0.3	73.7	-	
	<b>ИТОГО</b>	<b>576.0</b>	-	<b>170</b>	-	<b>92</b>	<b>4</b>	-	-	<b>1.3</b>	<b>308.7</b>	-	

**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. 1.1. Свойства излучения и энергетическая система величин и единиц

##### 1.1. Свойства излучения

История развития учения о свете. Волновые свойства излучения. Квантовые свойства излучения. Оптическое излучение. Видимое, инфракрасное, ультрафиолетовое излучения.

##### 1.2. Энергетическая система величин и единиц

Энергетические характеристики оптического излучения. Распределение излучения по спектру. Расчет облученности в фокальной плоскости идеальной оптической системы. Спектральная плотность излучения, мощность, поток излучения, облученность, сила излучения, энергетическая яркость, энергетическая светимость, энергетическая экспозиция, энергетическое освечивание. Закон квадратов расстояния и границы его применимости.

#### 2. 1.2. Эффективные характеристики оптического излучения

##### 2.1. Эффективные характеристики оптического излучения

Эффективный поток излучения. Стандартный фотометрический наблюдатель. Образцовый приемник. Световые величины и единицы. Фотонные величины и единицы. Бактерицидные величины и единицы. Эртемные величины и единицы.

#### 3. 1.3. Основные фотометрические характеристики излучателей и сред распространения излучения

##### 3.1. Основные фотометрические характеристики излучателей и сред распространения излучения

Закон Ламберта. Равнояркие излучатели. Фотометрические характеристики тел и сред. Коэффициенты отражения, пропускания и поглощения. Связь между спектральными и интегральными коэффициентами. Коэффициент яркости и его связь с коэффициентом отражения.

#### 4. 1.4. Законы взаимодействия излучения с веществом

##### 4.1. Законы взаимодействия излучения с веществом

Уравнение эйконала. Световые трубки. Яркость пучка лучей. Закон Бугера. Принцип Ферма. Законы преломления и отражения. Френелевское отражение на границе двух сред. Формулы Френеля. Поляризация излучения. Полное внутреннее отражение. Просветляющие покрытия. Многократные отражения.

#### 5. 1.5. Законы теплового излучения

##### 5.1. Законы теплового излучения

Тепловое излучение. Законы излучения черных тел: Кирхгофа, Планка, Вина, Стефана-Больцмана. Тепловое излучение реальных тел. Эквивалентные температуры излучения. Энергетическая, яркостная, цветовая температуры. Тепловое действие излучения. Люминесценция. Виды люминесценции. Люминесценция дискретных центров и рекомбинационная люминесценция.

#### 6. 1.6. Приемники оптического излучения и пороговые характеристики приемников излучения



### 6.1. Приемники оптического излучения

Преобразования энергии оптического излучения при взаимодействии с различными приемниками. Фотоэлектрическое действие излучения. Принцип работы и чувствительность болометра, термоэлемента, фоторезистора и фотодиода. Фотохимическое и фотографическое действия излучения.

### 6.2. Пороговые характеристики приемников излучения

Основные законы распределения случайных величин (равномерной плотности, биномиальный, Пуассона, нормальный), моменты случайных величин. Корреляционная функция и ее свойства. Спектральная плотность мощности. Спектральные плотности мощности теплового, дробового, генерационно-рекомбинационного и избыточного шумов. Закон сложения характеристик случайных процессов при совместном воздействии. Пороговый поток и обнаружительная способность приемников излучения. Пороговые характеристики болометра, термоэлемента, фотоэлемента, фотоэлектронного умножителя, фоторезистора и фотодиода.

## 7. 2.1. Принципы фотометрии Бугера-Ламберта-Бера, вывод основного фотометрического соотношения в теории светового поля по Ламберту, понятие светового поля и световая трубка, как базовый индикатор светового поля

### 7.1. Принципы фотометрии Бугера-Ламберта-Бера

Представление о свете во времена Бугера. Приборы Бугера для измерения света. Вывод закона Бугера на основе опытов Бугера. Вывод закона Бугера на основе работ Ламберта. Коррекция закона Бугера по Беру с учётом молекулярного показателя поглощения, расчёты концентрации вещества. Современная форма закона Бугера с учётом неоднородности среды.

### 7.2. Основы лучевой теории светового поля. Модели луча

Световое поле как пространство переноса энергии. Перенос энергии по лучу. Бесконечно-тонкая математическая модель луча, уравнение луча. Цилиндрическая модель луча. Коническая модель луча. Модель луча на основе Дельта-функций П.А.М. Дирака. Расчёты на основе функций Грина. Условия работы и отклонения моделей.

### 7.3. Луч, световая трубка, яркость и основное фотометрическое соотношение

Светотехнические расчёты Ламберта. Основное фотометрическое соотношение по Ламберту. Световая трубка и луч. Обоснование как индикатора светового поля. Яркость как функция точки и направления. Связь с основным фотометрическим соотношением.

## 8. 2.2. Электромагнитное поле и световое поле, современные представления и связь

### 8.1. Вывод уравнения эйконала и уравнения переноса излучения

Определение границ применимости законов геометрической оптики. Разложение в ряд уравнения Гельмгольца и вывод уравнения эйконала и уравнения переноса излучения на базе этого разложения. Вывод закона Бугера из уравнения переноса излучения.

### 8.2. Определение корреляционной функции. Вывод коэффициента когерентности

Развитие применения разложения уравнения Гельмгольца, определение корреляционной функции и выделение когерентной части на базе этого разложения, вывод коэффициента когерентности, физический смысл коэффициента когерентности. Связь яркости с характеристиками электромагнитного поля через корреляционную функцию.

8.3. Аксиомы геометрической оптики. Электродинамическое обоснование фотометрии  
Вывод аксиом геометрической оптики на базе полученных выражений. Определение границ и условий применимости лучевой теории диффузного светового поля. Выражение электродинамического обоснования фотометрии на базе выведенных положений.

### 9. 2.3. Интегральные характеристики светового поля. Функция ценности излучения

#### 9.1. Интегральные характеристики светового поля

Общее определение и уравнение для интегральных характеристик светового поля..  
Функции ценности излучения. Определение функции ценности излучения. Освещённость, световой вектор и сила света, как интегральные характеристики светового поля. Вывод функций ценности излучения для пространственной, средней сферической, средней полусферической, средней цилиндрической и средней полуцилиндрической освещённости.

9.2. Применение интегральных характеристик светового поля в осветительных установках как качественных характеристик освещения

Расчёты интегральных характеристик светового поля в случае освещения равнояркими поверхностями, сфера, диск, кольцо, прямоугольник. Реализация решений в среде MatLab.

### 10. 2.4. Расчёты световых величин на основе лучевой теории светового поля

#### 10.1. Основы программирования функций на языке MatLab

Требования к светотехническим выражениям и их описанию на MatLab. Базовые векторные операции и их решения на MatLab, применение векторных операций в расчётах лучевой модели диффузного светового поля. Представления понятий и расчётов переноса светового потока, освещённости и силы света на базе лучевой теории светового поля. Неопределённость в расчётах через силу излучения для больших поверхностей, выход из положения и решения для фотометрии.

#### 10.2. Моделирование фотометрических характеристик тел и сред

Моделирование коэффициента рассеяния и коэффициента яркости в программных средах, двунаправленная функция распределения рассеяния BSDF, двунаправленная функция распределения пропускания BTDF, двунаправленная функция распределения отражения BRDF и их модели. Особенности моделирования светотехнических характеристик материалов в программных средах.

#### 10.3. Вывод формулы Фока

Вывод формулы Фока, геометрическое и физическое представление расчёта на базе формулы Фока, определение аналогии Нусселта. Расчёты на основе проекции телесного угла. Форм-фактор и проекция телесного угла. Вывод формулы расчёта освещённости в точке от произвольной равнояркой поверхности на базе формулы Фока. Вывод формулы расчёта освещённости в точке от многоугольника на базе формулы Фока.

#### 10.4. Вывод формулы расчёта освещённости от равнояркого источника

Вывод формулы расчёта освещённости от равнояркого диска и шара, вывод формулы расчёта освещённости в точке от равноярких: треугольника, полосы и прямоугольника и реализация их в среде MatLab. Представления, когда прямоугольник находится непосредственно над расчётной точкой и расчёты на основе сложения и вычитания поверхностей, расчёты от распределений прямоугольных элементов (светильников) в осветительных установках, расчёты для колец и сегментов. Вывод формулы расчёта от

бесконечно-тонкой линии, представление расчёта от линии с разрывами. Расчёты освещённости внутри сферы при наличии в ней объёмного источника излучения. Построение КСС объёмных источников сферы, полусферы (с основанием и без), цилиндра, куба на основе метода габаритной яркости. Расчёты отклонений и оценка погрешности в расчётах освещённости при использовании расчётов от больших поверхностей и закона квадратов расстояний. Расчёты многократных отражений внутри сферы с источником на основе коэффициента использования светового потока на основе соотношений площадей и на основе коэффициента экранирования.

#### 11. 2.5. Кардинальные элементы оптических систем и идеальная оптическая система, учет ограничения пучков, диафрагм, виньетирования в расчетах светового поля

##### 11.1. Кардинальные элементы оптических систем. Идеальная оптическая система

Определение кардинальных элементов оптических систем. Выделение особенностей идеальной оптической системы в отличии от реальной. Ход луча в оптических системах. Особенности энергетического расчёта оптических систем.

##### 11.2. Учет ограничения пучков, диафрагм, виньетирования в расчетах светового поля

Применение диафрагм. Понятие виньетирования. Коэффициенты виньетирования. Расчёт на базе лучевой теории диффузного светового поля. Применение и способы устранения эффекта виньетирования.

#### 12. 2.6. Уравнение переноса излучения

##### 12.1. Уравнение глобального освещения

Уравнение переноса излучения Бете-Солпитера и его элементы. Понятие индикатрисы рассеяния, коэффициента ослабления, функции источников (самосвечения). Уравнение глобального освещения, как уравнение переноса излучения без учёта самосвечения и поглощения среды. Применение уравнения глобального освещения. Уравнение излучательности Муна как следствие уравнения глобального освещения для равнорядных поверхностей. Триангуляция объёмных объектов и их расчёты на основе методов конечных элементов. Построение систем уравнений глобального освещения и уравнений излучательности и методы их решений. Построение циклов в системе MatLab для решения многократных отражений. Уравнение глобального освещения Кайюа J.T. и функция видности. Алгоритмы решения затенений. Расчёты сцен глобального освещения с учётом затенений. Оценки отклонений в решениях внутри сферы на основе решения уравнения излучательности с учётом затенений от решений на основе метода коэффициента использования.

##### 12.2. Методы трассировки лучей

Трассировка лучей, особенности реализации уравнения глобального освещения в алгоритмах трассировки лучей. Прямая и обратная трассировка лучей, и применение их в программах светотехнического расчёта осветительных установок, визуализации и оптических систем световых приборов.

#### 13. 3.1. Общие сведения о зрительной системе человека

##### 13.1. Оптическая система глаза

Зрительная система как приемник оптического излучения. Строение глаза. Параметры редуцированного глаза по Вербицкому. Механизмы аккомодации. Конвергенция и дивергенция оптических осей. Зрачковый эффект. Уточнение Луизова по изменению

оптической преломляющей силы. Аномальный глаз. Движения глаз. Освещённость на сетчатке.

13.2. Основные этапы восприятия и преобразования зрительной информации  
Световоспринимающая система глаза. Строение сетчатки. Структура и стадии преобразования информации зрительной системы. Механизм цветового зрения.

#### 14. 3.2. Установившийся зрительные процессы

##### 14.1. Стационарные функции зрения

Понятие порога. Стандартная функция относительной спектральной световой эффективности среднего глаза. Абсолютная световая чувствительность. Контрастная чувствительность. Эмпирические исследования и их аппроксимации для расчётов. Закон Рикко. Острота зрения. Угловой предел разрешения, обусловленный дифракцией, острота зрения.

##### 14.2. Классические и современные модели пороговой чувствительности зрительной системы

Модели пороговой чувствительности зрительной системы. Высокопороговая модель обнаружения Блэкуэлла. Статистическая модель Светса и других. Низкопороговая модель Люса. Функциональные модели на примере статистической теории восприятия изображения Григорьева. Сравнительная оценка моделей. Методы измерения порогов. Взаимосвязь чувствительности и пороговой величины.

#### 15. 3.3. Неустановившиеся зрительные процессы

##### 15.1. Адаптация и инерция

Темновая адаптация. Световая адаптация. Зрительная инерция. Понятие эффективной яркости и эффективного контраста.

##### 15.2. Временные характеристики и зрительная индукция

Критическая частота мелькания. Закон Тальбота. Уравнение Айвса-Портера. Последовательные образы. Зрительная индукция.

#### 16. 3.4. Основы учения о цвете

##### 16.1. Основные понятия и определения

Теория Ломоносова-Юнга-Гельмгольца. Цветовое уравнение. Колориметрическая система. Аддитивное сложение цветов. Законы Грассмана. Цветовое пространство. Диаграмма цветности. Яркостные коэффициенты цвета. Уравнение алихны.

##### 16.2. Цветовые системы и расчёты цвета

Практические колориметрические системы на примеры систем МКО XYZ и L, лямбда, р. Понятие доминирующей длины волны и чистоты цвета. Стандартные источники света. Цветовые расчёты.

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

1. 2.7. Расчёты пути луча в MatLab и алгоритм учёта затенений, пересечение с поверхностью, лицевая/не лицевая грань, расстояние до грани, попадание луча в объект. Функция видности (1/0 - видна/не видна грань), как результат;

2. 2.11. Расчёт средней сферической и средней цилиндрической освещённости в заданной точке сцены из п. 5, 8, 9 в MatLab;
3. 2.2. Расчёты энергетической и световой яркости источника на основе функции Планка в MatLab;
4. 2.3. Моделирование 3-х мерной формы источника в MatLab (сфера, диск, полусфера, цилиндр, куб);
5. 1.11. Определение распределение освещенности от вертикально расположенного малоразмерного диска на плоскости при заданных энергетических характеристиках диска;
6. 2.5. Расчёты многократных отражений методом коэффициента использования от элементарных источников (сфера, диск, полусфера, цилиндр, куб) в MatLab;
7. 2.6. Расчёты освещённости методом проекции телесного угла (форм-фактора) от элементарных источников и оценка отклонения метода закона квадратов расстояний на основе построенной в п. 4. КСС;
8. 2.8. Построение циклов многократных отражений на основе уравнения излучательности с учётом затенений. Оценка отклонений от решений методом коэффициента использования из п.5;
9. 1.14. Расчет освещенности внутри сферы от малоразмерного источника, находящегося вне и внутри сферы при учете многократных отражений;
10. 2.10. Расчёты тела яркости в заданной точке сцены из п. 5, 8, 9 в системе MatLab;
11. 2.4. Моделирование кривых силы света от элементарных источников из п.3. на основе габаритной яркости в MatLab;
12. 2.12. Расчёт средней полусферической и средней полуцилиндрической освещённости в заданной точке сцены из п. 5, 8, 9 в MatLab;
13. 2.14. Оптимизация программы расчёта и защиты расчётного задания;
14. 1.16. Защита расчетного задания;
15. 1.15. Расчет выходного сигнала приемников излучения при заданном спектре излучения малоразмерного источника и заданной спектральной и интегральной чувствительности приемника к излучению стандартного источника;
16. 1.10. Расчет средней и максимальной горизонтальной освещенности (облученности) на диске, а также светового (энергетического) потока от малоразмерной внутренней полусферы с заданными геометрическими размерами;
17. 1.13. Расчет горизонтальной и вертикальной облученностей (освещенностей) от малоразмерного источника в заданных точках изображения;
18. 1.12. Определение доли светового потока сферы, падающего на кольцо (диск) от малоразмерной равнояркой сферы при заданном монохроматическом потоке сферы и ее энергетической яркости, а также распределение освещенности по кольцу (диску);
19. 2.9. Построение аналогичной п.5. и 8 модели в программе Lightscape. Оценка отклонений от решений в программе Lightscape;
20. 3.7. Расчёт пороговой разности яркости;
21. 1.8. Расчет средней и максимальной горизонтальной освещенности (облученности) на диске, а также светового (энергетического) потока падающего на диск от малоразмерного цилиндра или внешней полусферы с заданными геометрическими размерами;
22. 1.5. Определение распределения эффективной освещенности на плоскости в различных эффективных системах для различных малоразмерных источников (диск, прямоугольник, цилиндр, полусфера, сфера), характеристики которых заданы в различных эффективных системах (энергетической, световой, фотонной, эритемной или бактерицидной);
23. 2.1. Правила создания функции на языке MatLab. Структура кода. Организация комментариев. Построение графика функции.;
24. 3.11. Светлота адаптации по Мешкову;

- 25. 3.2. Редуцированный глаз;
- 26. 3.3. Расчёт освещённости на сетчатке;
- 27. 3.4. Расчёт освещённости на зрачке;
- 28. 3.5. Функции зрения. Абсолютная световая чувствительность;
- 29. 3.6. Контрастная чувствительность;
- 30. 3.8. Расчёт порогового контраста и видимости;
- 31. 3.1. Оптическая система глаза. Аккомодация. Диаметр зрачка;
- 32. 3.9. Эффективная яркость;
- 33. 1.6. Расчет средней и максимальной горизонтальной освещенности (облученности) на диске, а также светового (энергетического) потока падающего на диск от точечного источника с заданной силой света (силой излучения);
- 34. 3.13. Колориметрия. Цветовое уравнение. Цветовые расчёты;
- 35. 1.9. Расчет средней и максимальной горизонтальной освещенности (облученности) на кольце, а также светового (энергетического) потока падающего на кольцо от малоразмерного прямоугольника или диска с заданными геометрическими размерами;
- 36. 1.7. Расчет средней и максимальной горизонтальной освещенности (облученности) на кольце, а также светового (энергетического) потока падающего на кольцо от точечного источника с заданной силой света (силой излучения);
- 37. 1.4. Определение распределения эффективной освещенности на плоскости в различных эффективных системах для различных малоразмерных источников (диск, прямоугольник, цилиндр, полусфера, сфера), характеристики которых заданы в различных эффективных системах (энергетической, световой, фотонной, эритемной или бактерицидной);
- 38. 1.3. Определение распределения эффективной освещенности на плоскости в различных эффективных системах для различных малоразмерных источников (диск, прямоугольник, цилиндр, полусфера, сфера), характеристики которых заданы в различных эффективных системах (энергетической, световой, фотонной, эритемной или бактерицидной);
- 39. 1.2. Определение распределения эффективной освещенности на плоскости в различных эффективных системах для различных малоразмерных источников (диск, прямоугольник, цилиндр, полусфера, сфера), характеристики которых заданы в различных эффективных системах (энергетической, световой, фотонной, эритемной или бактерицидной);
- 40. 1.1. Выдача расчетного задания. Взаимосвязь основных фотометрических единиц между собой. Закон квадратов расстояния;
- 41. 3.10. Яркость вуалирующей пленки;
- 42. 2.13. Расчёты светового вектора для случаев простейших поверхностных источников (диск, кольцо, прямоугольник) и для сцены в MatLab.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "1.1. Свойства излучения и энергетическая система величин и единиц"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "1.2. Эффективные характеристики оптического излучения"

3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "1.3. Основные фотометрические характеристики излучателей и сред распространения излучения"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "1.4. Законы взаимодействия излучения с веществом"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "1.5. Законы теплового излучения"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "1.6. Приемники оптического излучения и пороговые характеристики приемников излучения"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "2.1. Принципы фотометрии Бугера-Ламберта-Бера, вывод основного фотометрического соотношения в теории светового поля по Ламберту, понятие светового поля и световая трубка, как базовый индикатор светового поля"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "2.2. Вывод уравнения эйконала и уравнения переноса излучения, определение корреляционной функции и электродинамическое обоснование фотометрии"
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "2.3. Интегральные характеристики светового поля, функция ценности излучения, пространственная, средняя сферическая и средняя цилиндрическая освещённость и световой вектор"
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "2.4. Вывод и применение формулы Фока и моделирование фотометрических характеристик тел и сред"
11. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "2.5. Кардинальные элементы оптических систем и идеальная оптическая система, учет ограничения пучков, диафрагм, виньетирования в расчетах светового поля"
12. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "2.6. Уравнение глобального освещения и методы трассировки лучей"
13. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "3.1. Общие сведения о зрительной системе человека"
14. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "3.2. Установившийся зрительные процессы"
15. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "3.3. Неустановившиеся зрительные процессы"
16. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "3.4. Основы учения о цвете"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 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	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
<b>Знать:</b>																				
основные характеристики светового поля протяженных источников	ИД-1пк-1																+	Контрольная работа/2.3. Интегральные характеристики светового поля		
основные положения лучевой теории диффузного светового поля	ИД-1пк-1								+									Контрольная работа/2.1. Основы лучевой теории диффузного светового поля		
основные законы и выражения теории переноса излучения в однородных средах и на границах их раздела	ИД-1пк-1													+	+			Индивидуальный проект/2.4. Расчетное задание "Характеристики светового поля"		
законы и положения геометрической и физической оптики	ИД-1пк-1															+	+	Контрольная работа/3.1. Оптическая часть зрительной системы человека		
законы физиологической оптики, колориметрии и теоретической фотометрии	ИД-1пк-1															+	+	+	+	Контрольная работа/3.4. Установившиеся и неуставившиеся зрительные процессы
основные законы, термины, определения и понятия светотехники (законы излучения реальных тел и ослабления излучения)	ИД-1пк-1					+	+	+											Контрольная работа/1.3 Характеристики источников излучения Контрольная работа/1.4. Фотометрические характеристики материалов	



основные законы, термины, определения и понятия светотехники (системы величин и единиц, закон квадратов расстояния)	ИД-1ПК-1	+	+															Контрольная работа/1.1. Волновые и квантовые свойства излучения	
взаимосвязь между фотометрическими характеристиками	ИД-1ПК-1			+	+													Контрольная работа/1.2. Величины и единицы	
связь фундаментальных законов излучения со светотехническими величинами, законы преобразования структуры и энергетики световых пучков	ИД-1ПК-1								+									Контрольная работа/2.2. Электродинамическое обоснование фотометрии	
<b>Уметь:</b>																			
рассчитывать параметры и характеристики неустановившихся процессов зрительной системы человека	ИД-1ПК-1																+	+	Контрольная работа/3.3. Расчеты пороговых характеристик глаза Контрольная работа/3.5. Цветовые расчеты
использовать светотехнические законы для расчета освещенности и яркости освещаемых поверхностей	ИД-1ПК-1	+	+																Домашнее задание/Пункт №2 РГР №1 «Расчет облученности и освещенности в плоскости приемника излучения» Домашнее задание/Пункт №3 РГР РГР №1 «Расчет облученности и освещенности при наличии спектрального фильтра»
использовать систему MatLab для	ИД-1ПК-1																+	+	Индивидуальный

моделирования освещения от точечных и протяженных источников																	проект/2.4. Расчетное задание "Характеристики светового поля"		
аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования характеристик зрительной системы, параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;	ИД-1ПК-1																Индивидуальный проект/2.4. Расчетное задание "Характеристики светового поля"		
применять знания оптической и световоспринимающей системы глаза для решения практических задач светотехники	ИД-1ПК-1														+	+	Контрольная работа/3.2. Расчеты параметров оптической системы глаза		
применять положения и законы преобразования излучения для объяснения закономерностей изменения освещенности, яркости и цвета поверхностей	ИД-1ПК-1	+															Домашнее задание/Пункт №1 РГР №1 расчетного задания №1 «Расчет световых характеристик точечного источника»		
рассчитывать параметры и характеристики установившихся процессов зрительной системы человека и колориметрии	ИД-1ПК-1															+	+	+	Индивидуальный проект/3.6. Расчетное задание "Основы физиологической оптики и колориметрии"
рассчитывать интегральные характеристики светового поля от точечных и поверхностных источников с учётом многократных отражений	ИД-1ПК-1															+		+	Контрольная работа/2.3. Интегральные характеристики светового поля

устанавливать взаимосвязи между фотометрическими величинами	ИД-1ПК-1			+	+														Индивидуальный проект/Защита расчетного задания №1 Домашнее задание/Пункт №4 РГР «Расчет сигналов на выходе приемника излучения»
---	----------	--	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

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

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

#### **4 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчетного задания №1 (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Письменная работа

1. 1.1. Волновые и квантовые свойства излучения (Контрольная работа)
2. 1.2. Величины и единицы (Контрольная работа)
3. 1.3 Характеристики источников излучения (Контрольная работа)
4. 1.4. Фотометрические характеристики материалов (Контрольная работа)
5. Пункт №1 РГР №1 расчетного задания №1 «Расчет световых характеристик точечного источника» (Домашнее задание)
6. Пункт №2 РГР №1 «Расчет облученности и освещенности в плоскости приемника излучения» (Домашнее задание)
7. Пункт №3 РГР РГР №1 «Расчет облученности и освещенности при наличии спектрального фильтра» (Домашнее задание)
8. Пункт №4 РГР «Расчет сигналов на выходе приемника излучения» (Домашнее задание)

#### **5 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. 2.4. Расчетное задание "Характеристики светового поля" (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Письменная работа

1. 2.1. Основы лучевой теории диффузного светового поля (Контрольная работа)
2. 2.2. Электродинамическое обоснование фотометрии (Контрольная работа)
3. 2.3. Интегральные характеристики светового поля (Контрольная работа)

#### **6 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. 3.6. Расчетное задание "Основы физиологической оптики и колориметрии" (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Письменная работа

1. 3.1. Оптическая часть зрительной системы человека (Контрольная работа)
2. 3.2. Расчеты параметров оптической системы глаза (Контрольная работа)
3. 3.3. Расчеты пороговых характеристик глаза (Контрольная работа)
4. 3.4. Установившиеся и неустойчивые зрительные процессы (Контрольная работа)
5. 3.5. Цветовые расчеты (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №4)

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

### Экзамен (Семестр №5)

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

### Зачет с оценкой (Семестр №6)

Зачет с оценкой. Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

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

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

1. Будаков, В. П. Визуализация распределения яркости в трехмерных сценах наблюдения : Учебное пособие по курсу "Компьютерная графика" для студентов по направлению "Электроника и микроэлектроника" по специальностям "Светотехника и источники света"(специализация "Световая архитектура, дизайн и реклама") и "Электронные приборы и устройства"(специализация "Видеоэлектроника") / В. П. Будаков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2000 . – 136 с. - ISBN 5-7046-0527-3 : 25.50 .;
2. Григорьев, А. А. Статистическая теория восприятия изображений в светотехнике. Обнаружение объектов наблюдателем : Учебное пособие по курсу "Теория оптико-электронных систем" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / А. А. Григорьев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 64 с. - ISBN 5-7046-0885-X .;
3. Гуторов, М. М. Сборник задач по основам светотехники : учебное пособие для вузов по специальности "Светотехника и источники света" / М. М. Гуторов . – 2-е изд., доп . – М. : Энергия, 1977 . – 168 с.;
4. Гуторов, М. М. Основы светотехники и источники света : учебное пособие для вузов по специальности "Светотехника и источники света" / М. М. Гуторов . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1983 . – 384 с.;
5. Мешков, В. В. Основы светотехники. Ч. 1 : учебное пособие для вузов по специальности "Светотехника и источники света" / В. В. Мешков . – 2-е изд., перераб . – М. : Энергия, 1979 . – 368 с.;
6. Мешков, В. В. Основы светотехники. В 2 ч. Ч.2. Физиологическая оптика и колориметрия : учебное пособие по специальности "Светотехника и источники света" / В. В. Мешков, А. Б. Матвеев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 432 с. - ISBN 5-283-00551-8 .;
7. Будаков, В. П. Методы решения уравнения переноса излучения : учебное пособие по курсу "Теория переноса излучения" по специальности "Квантовая и оптическая электроника" направления "Электроника и микроэлектроника" / В. П. Будаков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 52 с. - ISBN 978-5-383-00138-7 .;
8. Петров, В. М. Световые измерения. Лабораторные работы : методическое пособие по курсам "Фотометрия", "Метрология оптических сигналов" и "Основы светотехники" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / В. М. Петров, И. П. Шестопалова, О. П. Меламед, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 39 с.;
9. Григорьев, А. А. Статистическая теория восприятия изображений в светотехнике. Опознавание объектов наблюдателем : учебное пособие по курсу "Теория систем квантовой и оптической электроники" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / А. А. Григорьев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 32 с. - ISBN

978-5-383-00494-4 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=1489>;

10. Будаков, В. П. Фотометрическая теория диффузного светового поля : учебное пособие по курсу "Теория переноса излучения" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / В. П. Будаков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 60 с. - ISBN 978-5-383-00568-2 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=1859>;

11. Григорьев, А. А. Фотометрические и оптические характеристики тел и сред : учебное пособие по курсу "Основы светотехники" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / А. А. Григорьев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-1574-3 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=7265>;

12. Будаков, В. П. Луч света в теории светового поля. Математическое моделирование световых полей : учебное пособие по курсу "Методы расчета характеристик светового поля" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / В. П. Будаков, П. А. Смирнов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 64 с. - ISBN 978-5-7046-1703-7 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8459>;

13. Боос, Г. В. Цвет и цветовые расчеты : учебное пособие по курсам "Основы светотехники", "Моделирование и оценка цветоцветовой среды" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / Г. В. Боос, А. А. Григорьев, В. Ю. Снетков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 40 с. - ISBN 978-5-7046-1702-0 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8652>;

14. Справочная книга по светотехнике / Ред. Ю. Б. Айзенберг . – 3-изд., перераб. и доп. . – М. : Знак, 2006 . – 972 с. - ISBN 5-87789-051-4 .;

15. Боос, Г. В. Светотехнические величины и единицы : учебное пособие по курсу "Основы светотехники" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / Г. В. Боос, А. А. Григорьев, С. М. Лебедева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 63 с. - ISBN 978-5-7046-1941-3 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10082>;

16. "Международный светотехнический словарь", (3-е изд., переработ., доп.), Издательство: "Физматгиз", Москва, 1963 - (425 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230904>;

17. А. Б. Шашлов- "Основы светотехники", (2-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "Логос", Москва, 2011 - (256 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119439>;

18. Ю. Г. Оранский, Н. И. Ли, Э. А. Резванова- "Основы светотехники", Издательство: "Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ)", Казань, 2016 - (84 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561101>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Libre Office;
5. GNU Octave.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

4. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>

5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

#### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-511, Учебная аудитория каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет
	Е-513, Учебная аудитория (конференц-зал) каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-511, Учебная аудитория каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет
	Е-513, Учебная аудитория (конференц-зал) каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-629, Лаборатория кафедры "Светотехники"	стол, стул, лабораторный стенд, техническая аппаратура, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-511, Учебная аудитория каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет
	Е-513, Учебная аудитория (конференц-зал) каф. "Светотехники"	стол, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	Е-506, Компьютерный класс каф. "Светотехники"	стол, стул, компьютер персональный, журналы
Помещения для консультирования	Е-627, Кабинет сотрудников	стол, стул, шкаф
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-628, Прочее каф. "Светотех."	стол, стул, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы светотехники

(название дисциплины)

#### 4 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 1.1. Волновые и квантовые свойства излучения (Контрольная работа)
- КМ-2 1.2. Величины и единицы (Контрольная работа)
- КМ-3 Пункт №1 РГР №1 расчетного задания №1 «Расчет световых характеристик точечного источника» (Домашнее задание)
- КМ-4 1.3 Характеристики источников излучения (Контрольная работа)
- КМ-5 1.4. Фотометрические характеристики материалов (Контрольная работа)
- КМ-6 Пункт №2 РГР №1 «Расчет облученности и освещенности в плоскости приемника излучения» (Домашнее задание)
- КМ-7 Пункт №3 РГР РГР №1 «Расчет облученности и освещенности при наличии спектрального фильтра» (Домашнее задание)
- КМ-8 Пункт №4 РГР «Расчет сигналов на выходе приемника излучения» (Домашнее задание)
- КМ-9 Защита расчетного задания №1 (Индивидуальный проект)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	4	8	4	12	16	8	12	16	16
1	1.1. Свойства излучения и энергетическая система величин и единиц										
1.1	Свойства излучения		+					+	+		
1.2	Энергетическая система величин и единиц		+		+			+	+		
2	1.2. Эффективные характеристики оптического излучения										
2.1	Эффективные характеристики оптического излучения		+					+	+		
3	1.3. Основные фотометрические характеристики излучателей и сред распространения излучения										
3.1	Основные фотометрические характеристики			+						+	+



	излучателей и сред распространения излучения									
4	1.4. Законы взаимодействия излучения с веществом									
4.1	Законы взаимодействия излучения с веществом		+		+	+			+	+
5	1.5. Законы теплового излучения									
5.1	Законы теплового излучения				+	+				
6	1.6. Приемники оптического излучения и пороговые характеристики приемников излучения									
6.1	Приемники оптического излучения				+	+				
6.2	Пороговые характеристики приемников излучения				+	+				
Вес КМ, %:		10	10	10	10	10	10	10	10	20

### 5 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ- 2.1. Основы лучевой теории диффузного светового поля (Контрольная работа)  
10
- КМ- 2.2. Электродинамическое обоснование фотометрии (Контрольная работа)  
11
- КМ- 2.3. Интегральные характеристики светового поля (Контрольная работа)  
12
- КМ- 2.4. Расчетное задание "Характеристики светового поля" (Индивидуальный проект)  
13

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	2.1. Принципы фотометрии Бугера-Ламберта-Бера, вывод основного фотометрического соотношения в теории светового поля по Ламберту, понятие светового поля и световая трубка, как базовый индикатор светового поля					
1.1	Принципы фотометрии Бугера-Ламберта-Бера		+			
1.2	Основы лучевой теории светового поля. Модели луча		+			

1.3	Луч, световая трубка, яркость и основное фотометрическое соотношение	+			
2	2.2. Электромагнитное поле и световое поле, современные представления и связь				
2.1	Вывод уравнения эйконала и уравнения переноса излучения		+		
2.2	Определение корреляционной функции. Вывод коэффициента когерентности		+		
2.3	Аксиомы геометрической оптики. Электродинамическое обоснование фотометрии		+		
3	2.3. Интегральные характеристики светового поля. Функция ценности излучения				
3.1	Интегральные характеристики светового поля			+	
3.2	Применение интегральных характеристик светового поля в осветительных установках как качественных характеристик освещения			+	
4	2.4. Расчёты световых величин на основе лучевой теории светового поля				
4.1	Основы программирования функций на языке MatLab				+
4.2	Моделирование фотометрических характеристик тел и сред			+	
4.3	Вывод формулы Фока			+	
4.4	Вывод формулы расчёта освещённости от равномерного источника			+	
5	2.5. Кардинальные элементы оптических систем и идеальная оптическая система, учет ограничения пучков, диафрагм, виньетирования в расчетах светового поля				
5.1	Кардинальные элементы оптических систем. Идеальная оптическая система				+
5.2	Учет ограничения пучков, диафрагм, виньетирования в расчетах светового поля				+
6	2.6. Уравнение переноса излучения				
6.1	Уравнение глобального освещения			+	+
6.2	Методы трассировки лучей			+	+
Вес КМ, %:		15	25	25	35

### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ- 3.1. Оптическая часть зрительной системы человека (Контрольная работа)  
14
- КМ- 3.2. Расчеты параметров оптической системы глаза (Контрольная работа)  
15
- КМ- 3.3. Расчеты пороговых характеристик глаза (Контрольная работа)  
16

- КМ-17 3.4. Установившиеся и неуставившиеся зрительные процессы (Контрольная работа)
- КМ-18 3.5. Цветовые расчеты (Контрольная работа)
- КМ-19 3.6. Расчетное задание "Основы физиологической оптики и колориметрии" (Индивидуальный проект)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-14	КМ-15	КМ-16	КМ-17	КМ-18	КМ-19
		Неделя КМ:	3	4	7	8	14	15
1	3.1. Общие сведения о зрительной системе человека							
1.1	Оптическая система глаза		+	+		+		
1.2	Основные этапы восприятия и преобразования зрительной информации		+	+		+		
2	3.2. Установившийся зрительные процессы							
2.1	Стационарные функции зрения		+	+		+		+
2.2	Классические и современные модели пороговой чувствительности зрительной системы		+	+		+		+
3	3.3. Неуставившиеся зрительные процессы							
3.1	Адаптация и инерция					+		+
3.2	Временные характеристики и зрительная индукция				+	+	+	+
4	3.4. Основы учения о цвете							
4.1	Основные понятия и определения				+	+	+	+
4.2	Цветовые системы и расчеты цвета					+		+
Вес КМ, %:			10	10	15	15	25	25