

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Теоретическая и прикладная светотехника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНИКА И МЕТОДЫ ОСВЕЩЕНИЯ**

<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.06.02.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5; 2 семестр - 4; 3 семестр - 4; всего - 13</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>468 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 96 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 2 часа; 3 семестр - 2 часа; всего - 6 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 129,5 часа; 2 семестр - 109,5 часов; 3 семестр - 109,5 часов; всего - 348,5 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 1,5 часа</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Смирнов П.А.
	Идентификатор	R81cb642c-SmirnovPA-f022fea7

П.А. Смирнов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	<b>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ</b>	
	Владелец	Снетков В.Ю.
	Идентификатор	Rb7ba3433-SnetkovVY-42adae29

В.Ю. Снетков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

Г.В. Боос

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение особенностей проектирования установок профилактического облучения биологических объектов и получения максимального эффекта от воздействия на них ультрафиолетового излучения, изучение методов оценки эффективности таких установок; изучение методов оценки качества фотометров и радиометров, измерения ультрафиолетового излучения, специфики измерений параметров светодиодов, углубление знаний в области колориметрии и оптической пирометрии; изучение основ методологии разработки и использования автоматизированных систем научно-технических исследований в светотехнике; приобретение знаний и навыков по разработке составных частей и элементов таких систем

### Задачи дисциплины

- научить использовать теоретические и эмпирические классические и современные исследования;
- познакомить обучающихся с основными законами фотобиологических процессов и свойствами фотобиологических приемников излучения;
- освоение студентами информации об источниках ультрафиолетового излучения;
- познакомить обучающихся с основными методами проектирования облучательных установок фотобиологического действия с учетом энергосбережения;
- научить использовать методы проектирования и расчета облучательных установок фотобиологического действия в практике проектирования;
- обучение студентов характеристикам и параметрам различных биологических приемников излучения.

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 метрологическое сопровождение производства, проектирование и конструирование световых приборов и их составных частей	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Осуществляет необходимые метрологические измерения и типовые испытания, разрабатывает методики измерений и контроля качества световых приборов и их составных частей	
ПК-1 Способен осуществлять метрологическое сопровождение производства, проектирование и конструирование световых приборов и их составных частей	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Реализует техническое сопровождение проектов световых приборов и их составных частей	знать: - основные источники научно-технической информации по: методам автоматизации научных исследований, методам оценки качества фотометров и радиометров, фотобиологии; - методики измерения характеристик оптического излучения; - основные методы формирования необходимых для создания эффективной цветоцветовой среды спектров излучения, а также контроля и управления ими.  уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- производить сравнительный анализ аналогов проектируемых объектов, фотометрических, радиометрических и фотобиологических устройств и установок;</li> <li>- пользоваться основными светотехническими программами и программами инженерной и компьютерной графики;.</li> </ul>
<p>ПК-2 Способен разрабатывать концепции, осуществлять исследования, разрабатывать и реализовывать проектные решения инновационных осветительных установок</p>	<p>ИД-1ПК-2 Знает методики разработки концепций и проектов светового дизайна объектов с помощью специальных компьютерных программ, включая создание эффективной светоцветовой среды</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы проектирования осветительных и облучательных установок для создания эффективной светоцветовой среды;</li> <li>- типовые схемы построения измерительных систем для определения параметров светодиодов и других источников излучения.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки в метрологии, стандартизации, сертификации.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теоретическая и прикладная светотехника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на уровне бакалавриата

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 13 зачетных единиц, 468 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	Виды оптического излучения, оценка действия излучения на вещество	36	1	8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды оптического излучения, оценка действия излучения на вещество"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания на тему "Облучение растений в теплице"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 20-32 [3], стр. 1-92 [5], стр. 10-12 [6], стр. 5-10</p>
1.1	Виды оптического излучения, оценка действия излучения на вещество	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	
2	Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания на тему "Облучение растений в теплице"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 4-9 [3], стр. 58-62</p>
2.1	Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	

														[7], стр. 23-45
3	Расчеты и методы проектирования облучательных установок фотобиологического действия	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчеты и методы проектирования облучательных установок фотобиологического действия"
3.1	Расчеты и методы проектирования облучательных установок фотобиологического действия	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания на тему "Облучение растений в теплице" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 23-32 [3], стр. 89-91
4	Расчет экономических показателей облучательных установок фотобиологического действия	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет экономических показателей облучательных установок фотобиологического действия"
4.1	Расчет экономических показателей облучательных установок фотобиологического действия	36		8	-	4	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания на тему "Облучение растений в теплице" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 33-39 [3], стр. 78-87
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	16	-	2	-	-	0.5	96	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	16	2	-	-	-	0.5	129.5		
5	Методы определения и регламентации параметров качества фотометров и радиометров	38	2	10	-	-	-	-	-	-	-	28	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материала лекций, подготовка к тестированию на тему «Методы определения и регламентации параметров и качества фотометров и радиометров»
5.1	Оценка качества коррекции	8		2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Расчетное задание выполняется в форме домашнего

	спектральной характеристики фотометров												задания на тему "Расчет погрешности люксметра, обусловленной неидеальностью его угловой характеристики"
5.2	Оценка качества коррекции угловой характеристики фотометров	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы определения и регламентации параметров качества фотометров и радиометров"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[4], стр. 6-22 [6], стр. 56-72</p>
5.3	Погрешность, вызванная нелинейностью световой характеристики прибора	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
5.4	Температурная погрешность; погрешности, обусловленные поляризацией и пульсацией излучения	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
5.5	Радиометрия и спектрометрика УФ излучения	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
6	Измерение фотометрических характеристик материалов	32	8	-	-	-	-	-	-	-	24	-	
6.1	Основные оптические и фотометрические параметры и характеристики материалов	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Измерение фотометрических характеристик материалов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], стр. 15-20 [9], стр. 5-14</p>
6.2	Измерение коэффициентов пропускания и отражения	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
6.3	Измерение коэффициента яркости	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
6.4	Измерение	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	

	спектральных и колориметрических характеристик материалов												
7	Оптическая пирометрия	28	10	-	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Оптическая пирометрия" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [12], стр. 12-35
7.1	Теоретические основы оптической пирометрии и области её применения	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
7.2	Пирометры для измерения яркостной температуры	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
7.3	Измерение цветовой температуры	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
8	Фотометрия и спектрорадиометрия светодиодов	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Изучение материала лекций, подготовка к контрольной работе на тему: «Методы оценки погрешностей в радиометрии» <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Фотометрия и спектрорадиометрия светодиодов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 170-192 [10], стр. 45-64 [11], стр. 92-104
8.1	Система параметров и характеристик светодиодов (СД)	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	-	-	2	-	-	0.5	76	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	-	2		-		0.5	109.5		
9	Научные исследования как объект автоматизации	14	3	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Научные исследования как объект автоматизации" <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Научные исследования как объект
9.1	Основные особенности научных исследований как объекта	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	



	автоматизации												автоматизации" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [8], стр. 192-205 [13], стр. 3-48
10	Научно-методическое обеспечение АСНИ	94	28	-	-	-	-	-	-	-	66	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Научно-методическое обеспечение АСНИ"
10.1	Определение одномерных характеристик случайных процессов	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе на тему "Планирование эксперимента и обработка результатов исследований"
10.2	Определение двумерных характеристик случайных процессов	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [13], стр. 153–166 [14], стр. 58-82
10.3	Экспериментальные планы для построения моделей первого порядка	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
10.4	Экспериментальные планы для построения моделей второго порядка	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
10.5	Несимметричные и многоуровневые экспериментальные планы	14	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
10.6	Планы отсеивающего эксперимента	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
10.7	Преобразование исходной информации в АСНИ	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>76</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>109.5</b>			
	<b>ИТОГО</b>	<b>468.0</b>	<b>-</b>	<b>96</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.5</b>	<b>348.5</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. Виды оптического излучения, оценка действия излучения на вещество

#### 1.1. Виды оптического излучения, оценка действия излучения на вещество

Виды оптического излучения, классификация установок фотобиологического действия. Классификация облучательных установок профилактического облучения. Оценка действия излучения на вещество. Параметры количественной оценки действия излучения на приемник на молекулярном уровне. Законы фотохимии. Параметры оценки эффективности работы установок кумулятивного и некумулятивного действия. Фотосинтез. Особенности протекания фотосинтетической реакции.

### 2. Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения

#### 2.1. Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения

Оценка эффективности действия излучения на приёмник. Образцовый приёмник для оценки бактерицидного действия излучения, бактерицидные величины и единицы. Способы оценки эффективности взаимодействия излучения с растениями, животными и человеком. Параметры оценки эффективности работы установок кумулятивного и некумулятивного действия.

### 3. Расчеты и методы проектирования облучательных установок фотобиологического действия

#### 3.1. Расчеты и методы проектирования облучательных установок фотобиологического действия

Расчет установок длительного действия прямого света. Расчет установок длительного действия отраженного света. Конструктивные особенности фотариев. Расчет фотариев. Расчет облучательных установок обеззараживания воздуха. Расчет установок обеззараживания воды с непогруженными источниками излучения. Расчет установок обеззараживания воды с погруженными источниками излучения. Методы проектирования облучательных установок фотобиологического действия. Варианты конструкций установок профилактического облучения людей. Источники ультрафиолетового излучения, светотехнические и эксплуатационные характеристики. Приборы для профилактического ультрафиолетового облучения людей, их светотехнические и эксплуатационные параметры. Проектирование облучательных установок растений в теплицах. Моделирование теплиц в программе DIALux. Выбор источников излучения и световых приборов для облучения растений в программе DIALux. Установка параметров естественного освещения для теплиц в программе DIALux.

### 4. Расчет экономических показателей облучательных установок фотобиологического действия

#### 4.1. Расчет экономических показателей облучательных установок фотобиологического действия

Анализ результатов расчёта облучения растений в программе DIALux. Оценка эффективности работы линейного приемника излучения. Оценка эффективности работы нелинейного приемника излучения. Современные методы оценка эффективности нелинейных приемников. Системы эффективных величин и единиц. Оценка энергетической и экономической эффективности облучения растений в теплицах.

## 5. Методы определения и регламентации параметров качества фотометров и радиометров

### 5.1. Оценка качества коррекции спектральной характеристики фотометров

Система параметров, рекомендуемая МКО для оценки метрологического уровня фотометров и радиометров. Методы оценки погрешности, вызванной несоответствием спектральной характеристики фотометра функции относительной спектральной световой эффективности  $V(\lambda)$ , методы спектральной коррекции фотометра и определения поправки к его показаниям.

### 5.2. Оценка качества коррекции угловой характеристики фотометров

Интегральные характеристики светового поля, контролируемые в осветительных установках и фотометрические головки (ФГ) для измерения освещенности на плоскости, сферической, полусферической, цилиндрической и полуцилиндрической освещенностей. Требования к угловой характеристике фотометрических головок. Методы определения погрешности, связанной с отклонением угловой характеристики фотометров от идеальной.

### 5.3. Погрешность, вызванная нелинейностью световой характеристики прибора

Определение погрешности, связанной с отклонением световой характеристики фотометров от линейной зависимости. Основные методы измерения нелинейности и способы количественного регулирования излучения при таких измерениях.

### 5.4. Температурная погрешность; погрешности, обусловленные поляризацией и пульсацией излучения

Определение погрешностей, вызванных нестабильностью температуры, утомлением приёмника, поляризацией и пульсацией измеряемого излучения.

### 5.5. Радиометрия и спектрометрическая радиометрия УФ излучения

Системы эффективных величин и приёмники УФ излучения. Системы эффективных величин УФ излучения (эритемные и бактерицидные величины, величины, характеризующие опасное действие УФ излучения, энергетические величины в УФ-А, УФ-В и УФ-С областях спектра). УФ радиометры. Приёмники для измерения УФ излучения, их конструкции и характеристики. Оптические материалы, применяемые в источниках и приёмниках УФ излучения и приборах для его измерения. Спектрометрическая радиометрия УФ излучения. Оптические схемы и конструкции УФ радиометров для измерения различных эффективных и энергетических (в УФ-Ф, УФ-В и УФ-С областях) величин УФ излучения. Методы коррекции спектральных характеристик радиометров под соответствующие функции относительной спектральной. Методы спектральных измерений в УФ области спектра. Эталонные и рабочие источники УФ излучения.

## 6. Измерение фотометрических характеристик материалов

### 6.1. Основные оптические и фотометрические параметры и характеристики материалов

Стандартные условия освещения и измерения характеристик материалов. Основные оптические и фотометрические параметры и характеристики материалов, и соотношения между ними. Классификация материалов по их фотометрическим характеристикам. Стандартные условия освещения и измерения фотометрических и колориметрических характеристик материалов, принятые Международной комиссией по освещению.

### 6.2. Измерение коэффициентов пропускания и отражения

Оптические и электрические схемы фотометров для измерения коэффициентов пропускания и отражения материалов. Способы направленного и диффузного освещения исследуемых образцов. Методы измерения диффузной и зеркальной составляющих коэффициентов отражения и пропускания. Эталонные образцы отражения и пропускания света.

### 6.3. Измерение коэффициента яркости

Измерение коэффициента яркости. Требования к оптическим схемам и конструкциям гониофотометров для измерения коэффициента яркости. Способы градуировки гониофотометров.

### 6.4. Измерение спектральных и колориметрических характеристик материалов

Спектрофотометры. Требования к оптическим схемам и конструкциям спектрофотометров для измерения спектральных коэффициентов отражения и пропускания. Классификация спектрофотометров по способам монохроматизации излучения, сканирования по спектру, числу оптических каналов, типу источника излучения и др. Характеристики спектрофотометров. Спектроколориметры. Соотношения между спектральными и колориметрическими характеристиками тел. Спектроколориметры на базе монохроматоров и спектрографов с фотодиодными и ПЗС-линейками/матрицами для измерения характеристик самосвещающих и несамосвещающих объектов. Характеристики спектроколориметров. Интегральные (фильтровые) колориметры. Принцип действия интегральных (3-фильтровых) колориметров. Способы воспроизведения кривой сложения  $x(\lambda)$ . Схемы и характеристики колориметров различных типов для измерения колориметрических характеристик самосвещающих и несамосвещающих объектов при разных вариантах освещения. Методика градуировки колориметров.

## 7. Оптическая пирометрия

### 7.1. Теоретические основы оптической пирометрии и области её применения

Пирометрия. Эквивалентные температуры излучения и их связь с истинной температурой. Законы и характеристики теплового излучения черного и реальных тел. Теоретические основы оптической пирометрии и области её применения. Классификация оптических пирометров.

### 7.2. Пирометры для измерения яркостной температуры

Пирометры для измерения яркостной температуры. Принципы действия, оптические и электрические схемы визуальных и фотоэлектрических пирометров для измерения яркостной температуры. Методы градуировки яркостных пирометров с применением моделей черного тела и температурных (ленточных) ламп накаливания, приёмы расширения градуировочных шкал с помощью светофильтров. Применение электрооптических преобразователей в яркостных пирометрах для измерения низких температур. Погрешности, возникающие при измерении яркостной температуры и определении по ней истинной температуры тел.

### 7.3. Измерение цветовой температуры

Измерение цветовой температуры. Методы измерения цветовой температуры (визуальный метод, пирометры спектрального отношения, определение температуры спектрального распределения). Оптические и электрические схемы пирометров, методы их градуировки. Колориметрический и спектроколориметрический методы измерения коррелированной цветовой температуры разрядных ламп и светодиодов.

## 8. Фотометрия и спектрорадиометрия светодиодов

### 8.1. Система параметров и характеристик светодиодов (СД)

Система параметров и характеристик светодиодов (СД) для измерения и оценки качества СД как источников света. Оценка влияния температуры на электрические и фотометрические характеристики светодиодов (СД). Измерение силы света и светового потока СД. Особенности схем измерения светового потока СД. Способы учёта спектрального распределения СД при калибровке фотометров.. Особенности спектральных измерений СД, связанных с квазимонохроматичностью их излучения. Требования к методике и спектральным приборам для спектральных измерений СД.

## 9. Научные исследования как объект автоматизации

### 9.1. Основные особенности научных исследований как объекта автоматизации

Основные особенности научных исследований как объекта автоматизации. Предпосылки типизации инженерных решений при создании АСНИ. Типовые сигналы в АСНИ. Примеры исследовательских задач и сигналов в светотехнике.

## 10. Научно-методическое обеспечение АСНИ

### 10.1. Определение одномерных характеристик случайных процессов

Определение одномерных характеристик случайных процессов.

### 10.2. Определение двумерных характеристик случайных процессов

Определение двумерных характеристик случайных процессов.

### 10.3. Экспериментальные планы для построения моделей первого порядка

Экспериментальные планы для построения моделей первого порядка.

### 10.4. Экспериментальные планы для построения моделей второго порядка

Экспериментальные планы для построения моделей второго порядка.

### 10.5. Несимметричные и многоуровневые экспериментальные планы

Несимметричные и многоуровневые экспериментальные планы.

### 10.6. Планы отсеивающего эксперимента

Планы отсеивающего эксперимента.

### 10.7. Преобразование исходной информации в АСНИ

Преобразование исходной информации в АСНИ. Оценка влияния квантований сигнала по уровню на точность определения характеристик сигнала. Оценка влияния дискретизации по времени на точность определения характеристик процесса.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. 9. Проектирование облучательных установок;
2. 14. Оценка энергетической и экономической эффективности облучательных установок;
3. 13. Анализ результатов расчёта облучения в программе DIALux;
4. 2. Оценка действия излучения на вещество;

5. 11. Выбор источников излучения и световых приборов для облучения растений в программе DIALux;
6. 10. Моделирование теплиц в программе DIALux;
7. 6. Расчеты бактерицидных облучательных установок;
8. 8. Расчёты установок профилактического облучения людей;
9. 7. Расчеты установок облучения растений;
10. 5. Способы оценки эффективности взаимодействия излучения с биологическими объектами;
11. 4. Оценка эффективности действия излучения на приёмник;
12. 3. Фотосинтез. Особенности протекания фотосинтетической реакции;
13. 12. Установка параметров естественного освещения в программе DIALux;
14. 1. Виды оптического излучения, классификация установок фотобиологического действия.

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

### **3.5 Консультации**

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

1. Консультации направлены на выполнение расчетного задания под руководством наставника (преподавателя). в рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий и особенности изучаемых инженерных систем

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Виды оптического излучения, оценка действия излучения на вещество"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет экономических показателей облучательных установок фотобиологического действия"
4. Обсуждение материалов раздела "Методы определения и регламентации параметров качества фотометров и радиометров"
5. Обсуждение материалов раздела "Измерение фотометрических характеристик материалов"
6. Обсуждение материалов раздела "Оптическая пирометрия"
7. Обсуждение материалов раздела "Фотометрия и спектрометрика светодиодов"
8. Обсуждение материалов раздела "Научные исследования как объект автоматизации"
9. Обсуждение материалов раздела "Научно-методическое обеспечение АСНИ"

### **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		
<b>Знать:</b>													
основные источники научно-технической информации по: методам автоматизации научных исследований, методам оценки качества фотометров и радиометров, фотобиологии	ИД-3 <sub>ПК-1</sub>	+											Контрольная работа/Контрольная работа №1 "Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения"  Тестирование/Тест №1 «Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения»
основные методы формирования необходимых для создания эффективной светоцветовой среды спектров излучения, а также контроля и управления ими	ИД-3 <sub>ПК-1</sub>		+										Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Расчёт установок бактерицидного облучения воды»
методики измерения характеристик оптического излучения	ИД-3 <sub>ПК-1</sub>					+	+	+					Тестирование/Тест №2 «Методы определения и регламентации параметров и качества фотометров и радиометров»  Тестирование/Тест № 3 "Оптическая пирометрия"
основные методы проектирования осветительных и облучательных установок для создания эффективной светоцветовой среды	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>		+										Тестирование/Тест №1 «Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения»
типовые схемы построения измерительных систем для определения параметров светодиодов и других источников излучения	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>									+			Тестирование/Тест №2 «Методы определения и регламентации параметров и качества фотометров и радиометров»



Уметь:												
производить сравнительный анализ аналогов проектируемых объектов, фотометрических, радиометрических и фотобиологических устройств и установок	ИД-3ПК-1			+	+	+						Контрольная работа/Контрольная работа №1 "Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения"
пользоваться основными светотехническими программами и программами инженерной и компьютерной графики;	ИД-3ПК-1				+							Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Расчёт установок бактерицидного облучения воды»
собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, использовать достижения отечественной и зарубежной науки в метрологии, стандартизации, сертификации	ИД-1ПК-2									+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №3 «Планирование эксперимента и обработка результатов исследований» Контрольная работа/Контрольная работа №4 «Научные исследования как объект автоматизации»

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

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

###### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 "Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Расчёт установок бактерицидного облучения воды» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Тест №1 «Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения» (Тестирование)

###### **2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест № 3 "Оптическая пирометрия" (Тестирование)
2. Тест №2 «Методы определения и регламентации параметров и качества фотометров и радиометров» (Тестирование)

###### **3 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа №4 «Научные исследования как объект автоматизации» (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №3 «Планирование эксперимента и обработка результатов исследований» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

###### Экзамен (Семестр №1)

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

###### Экзамен (Семестр №2)

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

###### Экзамен (Семестр №3)

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

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Матвеев, А. Б. Облучательные установки фотофизического и фотохимического действия : Учебное пособие по курсу "Облучательные установки" / А. Б. Матвеев, С. М. Лебедева, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. В. И. Петров . – 1996 . – 69 с. : 3000.00 .;
2. Справочная книга по светотехнике / Ред. Ю. Б. Айзенберг . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : [б. и.], 2008 . – 952 с. - ISBN 5-87789-051-4 .;
3. Сарычев, Г. С. Облучательные светотехнические установки / Г. С. Сарычев . – М. : Энергоатомиздат, 1992 . – 240 с. : 3.75 .;
4. Григорьев, А. А. Фотометрические и оптические характеристики тел и сред : учебное пособие по курсу "Основы светотехники" по направлению "Электроника и наноэлектроника" / А. А. Григорьев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-1574-3 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=7265>;
5. 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>;
6. Раннев, Г. Г. Методы и средства измерений : учебник для вузов по направлению 653700 "Приборостроение" специальности 190900 "Информационно-измерительная техника и технологии" / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко . – 6-е изд., стер . – М. : Академия, 2010 . – 336 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-7695-7075-9 .;
7. 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.;
8. 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 .;
9. Основы оптико-электронных измерений в фотонике : Учебное пособие / В. С. Иванов, и др. – М. : Логос, 2004 . – 496 с. – (Новая унив. б-ка) . - ISBN 5-940103-19-7 .;
10. Эпштейн, М. И. Измерения оптического излучения в электронике / М. И. Эпштейн . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 252 с. - Уч-5 экз. - ISBN 5-283-00550-X .;
11. Гуревич, М. М. Фотометрия: Теория, методы и приборы / М. М. Гуревич . – 2-е изд., перераб. и доп . – СПб. : Энергоатомиздат, 1983 . – 272 с.;
12. Гордов, А. Н. Основы температурных измерений / А. Н. Гордов, О. М. Жагулло, А. Г. Иванова . – М. : Энергоатомиздат, 1992 . – 304 с. : 44.55 .;
13. Бутырин П. А., Васьяковская Т. А., Каратаев В. В., Материкин С. В.- "Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2009 - (265 с.)  
[https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1089](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1089);
14. Виноградова, Н. А. Учебное пособие по курсу "Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ)": Автоматизированные системы научных исследований. Техническое обеспечение / Н. А. Виноградова, А. А. Есюткин, Г. Ф. Филаретов ; Ред. В. А. Кабанов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1990 . – 92 с..

### 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. Python;

5. DIALux;
6. Libre Office.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

### 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
	Е-632, Аудитория кафедры "Светотехника"	стол, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-510, Лаборатория искусственного ценоза каф. "Светотехники"	стол, стул
	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
	Е-632, Аудитория кафедры "Светотехника"	стол, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-508, Студенческий коворкинг каф. "Светотехники"	стол, стул, книги, учебники, пособия
	Е-506, Компьютерный класс каф. "Светотехники"	стол, стул, компьютер персональный, журналы
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-508, Студенческий коворкинг каф. "Светотехники"	стол, стул, книги, учебники, пособия
	Е-506, Компьютерный класс каф. "Светотехники"	стол, стул, компьютер персональный, журналы
Помещения для консультирования	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 хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-628, Прочее каф. "Светотех."	стол, стул, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Техника и методы освещения

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Тест №1 «Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения» (Тестирование)  
 КМ-2 Контрольная работа №1 "Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения" (Контрольная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа №2 «Расчёт установок бактерицидного облучения воды» (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	8	12	16
1	Виды оптического излучения, оценка действия излучения на вещество				
1.1	Виды оптического излучения, оценка действия излучения на вещество		+	+	
2	Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения				
2.1	Методы оценки эффективности фотобиологического действия излучения		+	+	+
3	Расчеты и методы проектирования облучательных установок фотобиологического действия				
3.1	Расчеты и методы проектирования облучательных установок фотобиологического действия			+	+
4	Расчет экономических показателей облучательных установок фотобиологического действия				
4.1	Расчет экономических показателей облучательных установок фотобиологического действия			+	
Вес КМ, %:			30	30	40

#### 2 семестр

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

- КМ-4 Тест №2 «Методы определения и регламентации параметров и качества фотометров и радиометров» (Тестирование)  
 КМ-5 Тест № 3 "Оптическая пирометрия" (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-4	КМ-5
---------------	-------------------	------------	------	------

		Неделя КМ:	10	12
1	Методы определения и регламентации параметров качества фотометров и радиометров			
1.1	Оценка качества коррекции спектральной характеристики фотометров		+	+
1.2	Оценка качества коррекции угловой характеристики фотометров		+	+
1.3	Погрешность, вызванная нелинейностью световой характеристики прибора		+	+
1.4	Температурная погрешность; погрешности, обусловленные поляризацией и пульсацией излучения		+	+
1.5	Радиометрия и спектрометрическая УФ излучения		+	+
2	Измерение фотометрических характеристик материалов			
2.1	Основные оптические и фотометрические параметры и характеристики материалов		+	+
2.2	Измерение коэффициентов пропускания и отражения		+	+
2.3	Измерение коэффициента яркости		+	+
2.4	Измерение спектральных и колориметрических характеристик материалов		+	+
3	Оптическая пирометрия			
3.1	Теоретические основы оптической пирометрии и области её применения		+	+
3.2	Пирометры для измерения яркостной температуры		+	+
3.3	Измерение цветовой температуры		+	+
4	Фотометрия и спектрометрическая светодиодов			
4.1	Система параметров и характеристик светодиодов (СД)		+	
Вес КМ, %:			40	60

### 3 семестр

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

КМ-6 Контрольная работа №3 «Планирование эксперимента и обработка результатов исследований» (Контрольная работа)

КМ-7 Контрольная работа №4 «Научные исследования как объект автоматизации» (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7
		Неделя	10	12

		КМ:		
1	Научные исследования как объект автоматизации			
1.1	Основные особенности научных исследований как объекта автоматизации	+	+	
2	Научно-методическое обеспечение АСНИ			
2.1	Определение одномерных характеристик случайных процессов	+	+	
2.2	Определение двумерных характеристик случайных процессов	+	+	
2.3	Экспериментальные планы для построения моделей первого порядка	+	+	
2.4	Экспериментальные планы для построения моделей второго порядка	+	+	
2.5	Несимметричные и многоуровневые экспериментальные планы	+	+	
2.6	Планы отсеивающего эксперимента	+	+	
2.7	Преобразование исходной информации в АСНИ	+	+	
		Вес КМ, %:	40	60