

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

«СОГЛАСОВАНО»

Декан ФЭ

/ Н.М. Верещагин

«09» 06 2020 г

Заведующий кафедрой ЭП

/ М.В. Чиркин

«09» 06 2020 г



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

/ А.В. Корячко

«06» 06 2020 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.10 «СВЕТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) подготовки

«Электронные приборы и устройства»

Уровень подготовки

Академический бакалавриат

Квалификация выпускника — бакалавр

Форма обучения — очная

Рязань, 2020 г.


ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»,

утвержденного 19.09.2017 №927

Разработчики
к.ф.-м.н., доцент каф. ЭП

Д.А. Морозов



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«09» 06 2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой «Электронные приборы»

д.ф. - м.н., профессор



М.В. Чиркин

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Рабочая программа по дисциплине «Световые технологии» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

Цель освоения дисциплины - Формирование основ знаний по современным типам светотехнических приборов различного назначения: медицинского, для освещения жилых и производственных помещений, в научных целях и в производственном цикле электронного приборостроения.

Задачи дисциплины:

- изучение системы световых величин; изучение принципа действия и устройства тепловых и люминесцентных источников света.
- овладение методиками выбора источников света, изучение их конструкций и электрической схемы включения.
- изучение методик нормирования и оценки освещенности в производственных помещениях и на индивидуальных рабочих местах.
- освоение порядка расчета необходимого количества и типа осветительных приборов для получения необходимого уровня освещенности.
- приобретение навыков использования энергосберегающих технологий в освещении

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ПК-8. Способность выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	<p><u>Знать:</u> основные требования к материалам, используемым при изготовлении источников света</p> <p><u>Уметь:</u> рассчитывать параметры источников света в зависимости от используемых материалов</p> <p><u>Владеть:</u> методами улучшения параметров источников света</p>
	ПК-9. Готов организовать метрологическое обеспечение производства материалов и изделий электронной техники	<p><u>Знать:</u> основные характеристики источников света</p> <p><u>Уметь:</u> измерять параметры источников света</p> <p><u>Владеть:</u> методами измерения энергетических и цветовых характеристик световых потоков</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина (шифр Б1.В.10) относится к дисциплинам по выбору студентов. Дисциплина «Световые технологии» изучается по очной форме обучения на 4 курсе в 8 семестре. Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, формируется при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла:

- физика (разделы: оптика, фотометрические величины, квантовая физика).
- теоретические основы электротехники (разделы: линейные и нелинейные цепи, методы расчета цепей на постоянном и переменном токе).
- твердотельная электроника (разделы: физические свойства полупроводников, свойства полупроводниковых структур).

В результате освоения дисциплины студент должен

Знать: светотехнические величины и единицы их измерения, физические принципы, лежащие в основе функционирования различных источников света, их конструктивные особенности и схемы включения;

Уметь: производить выбор источников света, осветительных приборов, осуществлять оценку освещенности в производственных помещениях и на индивидуальных рабочих местах; пользоваться измерительным оборудованием для оценки освещенности;

Владеть: навыками использования различных осветительных приборов, их выбора и подключения; обладать навыками использования энергосберегающих технологий в освещении.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Трудоемкость дисциплины – 5 зачетных единиц (5Е), 180 час.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	40
Лекции	24
Лабораторные работы	16
Практические занятия	0
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	140
Экзамены и консультации	36
Консультации в семестре	5
Самостоятельные занятия	99
Вид промежуточной аттестации	экзамен

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

4.1 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам).

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание
Введение.	Определение изучаемого курса. Цель и задачи курса. Литература по курсу. Международная система единиц и её связь с единицами измерения энергии и мощности излучения.
Тема 1. Электромагнитное излучение и свет. Величины фотометрии и основные соотношения между ними	Электромагнитный спектр излучения, частота и скорость распространения электромагнитных волн в различных средах. Видимое (свет) и оптическое излучение, квантовая природа электромагнитных волн. Определение и обеспечение воспроизведения основной единицы - канделы. Установление физической и математической зависимости между такими величинами, как сила света, телесный угол, яркость, светимость, поток, освещённость, экспозиция, освечивание, энергия..
Тема 2. Соотношение световых и энергетических единиц, Соотношение между световым и энергетическим потоком излучения.	Виды потока излучения (по времени, пространству и длинам волн). Глаз человека, его спектральная и цветовая чувствительности. Понятие светового потока. Соотношение между световым и энергетическим потоком излучения.
Тема 3. Законы равновесного (температурного) излучения Кирхгофа. Понятие чёрного тела. Законы излучения чёрных тел. Эквивалентные температуры.	Равновесное излучение. Закон Кирхгофа. Коэффициент излучения и коэффициент поглощения. Понятие чёрного тела. Зависимость спектральной плотности энергетической светимости от длинным волны и температуры (закон Планка), зависимость энергетической светимости от термодинамической температуры (закон Стефана-Больцмана), закон смещения Вина. Знакомство с псевдотемпературами: радиационная температура, яркостная температура, цветовая температура.
Тема 4. Основы учения о цвете.	Условия для измерения цвета. Количество и качество цвета. Математическое выражение цвета. Уравнение цвета и глаз. Векторное изображение цветов. Цветовое пространство, треугольник цветов. Оптическое смешение цветов. Линейно-зависимые и линейно-независимые цвета. Метамеризм, метамерный цветовой стимул. Линия спектральных цветов, её основные свойства. Колориметрическая система RGB, её особенности. Стандартная колориметрическая система МКО 1931 г. (X Y Z).
Тема 5. Тепловые источники света	Исторические этапы развития ламп накаливания. Световая отдача по мощно-сти ламп накаливания. Конструкция ламп накаливания и факторы, определяющие их ресурс. Особенности галогенных ламп накаливания. IRC-галогенные лампы.
Тема 6. Газоразрядные люминисцентные источники света	Энергетические состояния атомов ртути. Резонансное излучение и особенности его распространения в газе (диффузия резонансного излучения). Спектр излучения разряда в парах ртути при низких давлениях. Фотолуминофоры. Закон Стокса. Требования к фотолуминофорам, используемым в ртутных лампах низкого давления. Энергетическая диаграмма, отражающая поглощение и испускание света фотолуминофорами. Тушение

	люминесценции. Спектры поглощения и фотолюминесценции Факторы, определяющие использование галофосфата кальция в качестве люминофора в люминесцентных лампах низкого давления.
Тема 7. Процессы в люминесцентных лампах низкого давления и их устройство. Эксплуатационные параметры люминесцентных лампах низкого давления.	Устройство люминесцентной лампы низкого давления. Разогрев ртутной лампы низкого давления и зажигание в ней дугового разряда. Устройство и принцип действия стартера. Стационарный (основной) режим работы ртутной лампы низкого давления. Процессы в газе, люминофоре и на катоде ртутных ламп низкого давления. Типы люминесцентных ламп низкого давления. Световые, электрические и эксплуатационные параметры люминесцентных ламп. Зависимость светового потока люминесцентных ламп от температуры окружающего воздуха.
Тема 8. Принцип действия и технические характеристики дуговых ртутных люминесцентных ламп высокого давления	Зависимость световой отдачи ртутного разряда от давления паров ртути. Спектр излучения разряда в парах ртути при высоких давлениях. Конструкции, принцип действия и технические характеристики дуговых ртутных люминесцентных ламп высокого давления. Требования к люминофорам ртутных ламп высокого давления. Основные типы люминофоров, используемых в ртутных лампах высокого давления. Ртутные лампы сверхвысокого давления: особенности дугового разряда и конструкции.
Тема 9. Металлогалогенные лампы	Металлогалогенные лампы: процессы в газовом разряде, спектр излучения, варианты конструкций, особенности эксплуатации. Натриевые лампы высокого давления: варианты конструкций, спектр излучения, технические характеристики.
Тема 10. Пускорегулирующая аппаратура для газоразрядных ламп	Электромагнитные пускорегулирующие аппараты для газоразрядных ламп, их недостатки. Принцип построения электронного балласта для газоразрядных ламп. Преимущества электронных балластов.
Тема 11. Светодиодные источники света: процессы в полупроводнике, особенности конструкции, эксплуатационные параметры, энергетические характеристики. схемы питания.	Излучательная рекомбинация электронов и дырок. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Материалы, используемые в светодиодах, и спектральные диапазоны их электролюминесценции. Особенности процессов в светодиодах коротковолновой части видимого диапазона. Конструкции осветительных светодиодов и светодиодных светильников. Влияние температуры р-п перехода на световой поток и срок службы осветительных светодиодов. Люминофоры, используемые в светодиодных светильниках. Особенности спектров излучения светодиодных светильников. Электрические схемы для питания светодиодных светильников. Органические светодиоды в освещении и устройствах отображения информации.
Тема 12. Способы измерения основных световых характеристик, нормирование освещенности, способы моделирования и расчета освещенности.	Основные характеристики освещения: световой поток, освещенность, яркость, показатель ослепленности, коэффициент пульсаций освещенности, показатель дискомфорта, коэффициент цветопередачи. Нормируемые величины при освещении улиц и помещений. Расчет освещенности и яркости: точечный метод, метод коэффициента использования светового потока.

4.2. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

Примерный тематический план включает вариативные формы учебного процесса: лекции, практические занятия (упражнения) и лабораторные работы (ЛР), самостоятельную работу студентов (СРС в таблице) и др.

Очная форма обучения

Раздел дисциплины (модуля, тема)	Общая трудо- ем- кость, всего часов	Экземе- ны и консуль- тации (в том чис- ле, в се- местре)	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Само- стоя- тельная работа обучаю- щихся
			Всего	Лек- ции	Лабора- тор- ные работы	Прак- тиче- ские заян- тия	
1. Электромагнитное излу- чение и свет. Величины фотометрии и основные соотношения между ни- ми	9	-	3	2	1	-	6
2. Соотношение свето- вых и энергетических единиц, Соотношение между световым и энер- гетическим потоком из- лучения.	9	-	3	2	1	-	6
3. Законы равновесного (температурного) излу- чения Кирхгофа. Понятие чёрного тела. Законы из- лучения чёрных тел. Экви- валентные температуры.	10	-	3	2	1	-	7
4. Основы учения о цвете.	11	-	4	2	2	-	7
5. Тепловые источники света	10	-	4	2	2	-	6
6. Газоразрядные люми- несцентные источники света.	12	-	3	2	1	-	9
7. Процессы в люминес- центных лампах низкого давления и их устройство. Эксплуатационные пара- метры люминесцентных ламп низкого давления.	12	-	4	2	2	-	8
8. Принцип действия и технические характери- стики дуговых ртутных лю- минесцентных ламп высо- кого давления	11	-	2	2		-	9
9. Металлогалогенные лампы	11	-	2	2		-	9
10. Пускорегулирующая аппаратура для газораз- рядных ламп	14	-	4	2	2	-	10
11. Светодиодные источ- ники света: процессы в по- лупроводнике, особен- ности конструкции, эксплуа- тационные параметры, энергетические характери-	19	-	6	2	4	-	13

стики. схемы питания.							
12 Способы измерения основных световых характеристик, нормирование освещенности, способы моделирования и расчета освещенности.	11	-	2	2		-	9
Консультации в семестре	5	5	-	-	-	-	5
Экзамен и консультации	36	36	-	-	-	-	36
Всего часов	180	41	40	24	16	-	140

4.3 Перечень лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	6, 7, 10	Исследование работы газоразрядной лампы дневного света. – 4 часа	4
2	1, 2, 4, 6	Исследование спектральных характеристик газосветных ламп – 4 часа	4
3	3, 4, 5	Исследование цветовых характеристик тепловых источников света – 4 часа	4
4	11	Исследование спектральных и энергетических характеристик светодиодов малой мощности – 4 часа	4
Итого			16

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует: закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий; углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, семинарам и практическим занятиям, написании рефератов, докладов, подготовке к зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются: самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем курса составление аналитического отчета по темам, результаты решения задач, отчеты по лабораторным работам с периодичностью 1 раз в две недели.

5.1. Наименование тем, форма отчетности и трудоемкость самостоятельных занятий обучающихся

№ п/п	№ разд. дисц.	Наименование тем и вид самостоятельных занятий обучающихся	Форма контроля	Трудоемкость, час
1	3	Метамеризм, метамерный цветовой стимул. Линия спектральных цветов, её основные свойства. Колориметрическая система RGB, её особенности. Стандартная колориметрическая система МКО 1931 г. (X Y Z).	Ответы на вопросы, отчеты по лабораторным работам	17
2	7	Процессы в газе, люминофоре и на катоде ртутных ламп низкого давления. Типы люминесцентных ламп низкого давления. Световые, электрические и эксплуатационные параметры люминесцентных ламп. Зависимость светового потока люминесцентных ламп от температуры окружающего воздуха.	Ответы на вопросы, отчеты по лабораторным работам	17
3	8	Конструкции, принцип действия и технические характеристики дуговых ртутных люминесцентных ламп высокого давления. Требования к люминофорам ртутных ламп высокого давления. Основные типы люминофоров, используемых в ртутных лампах высокого давления.	Ответы на вопросы, отчеты по лабораторным работам	17
4	11	Особенности процессов в светодиодах коротковолновой части видимого диапазона. Конструкции осветительных светодиодов и светодиодных светильников. Влияние температуры р-п перехода на световой поток и срок службы осветительных светодиодов. Люминофоры, используемые в светодиодных светильниках.	Ответы на вопросы, отчеты по лабораторным работам	16
5	11	Электрические схемы для питания светодиодных светильников. Органические светодиоды в освещении и устройствах отображения информации.	Ответы на вопросы, отчеты по лабораторным работам	16
6	12	Нормируемые величины при освещении улиц и помещений. Расчет освещенности и яркости: точечный метод, метод коэффициента использования светового потока.	Ответы на вопросы, отчеты по лабораторным работам	16
Итого				99

5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельных занятий

Учебные пособия, рекомендуемые для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Световые технологии», содержат необходимый теоретический материал в краткой форме, задачи для решения и тестовые задания с возможными вариантами ответов по каждому из разделов дисциплины. Результаты решения задач и ответы на вопросы тестовых заданий контролируются преподавателем на предмет оценки формирования контролируемых компетенций.

1. Основы светотехники / Шашлов А. Б.- М.: Логос, 2011. – 256 с.
2. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е издание переработанное и дополненное. М.: Знак, 2009. — 972 с: ил.
3. Соколовский Э.И. Светотехника. Электрические источники света. Учебное пособие. – РГРТУ 2013. – 136 с.
4. Давиденко Ю.Н. Современная схемотехника в освещении. Эффективное электропитание люминесцентных, галогенных ламп, светодиодов, элементов «Уютного дома».С-Пб: Изд/-во НиТ, 2008. – 320 с.
5. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. Издательство: Лань, 2011. - 544 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Основная учебная литература:

1. Основы светотехники / Шашлов А. Б.- М.: Логос, 2011. – 256 с.
2. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е издание переработанное и дополненное. М.: Знак, 2009. — 972 с: ил.
3. Соколовский Э.И. Светотехника. Электрические источники света. Учебное пособие. – РГРТУ 2013. – 136 с.

7.2 Дополнительная учебная литература:

1. Давиденко Ю.Н. Современная схемотехника в освещении. Эффективное электропитание люминесцентных, галогенных ламп, светодиодов, элементов «Уютного дома».С-Пб: Изд/-во НиТ, 2008. – 320 с.

2. Шеховцов В.П. Расчет и проектирование ОУ и электроустановок промышленных предприятий. Москва: Форум, 2010. – 352 с.
3. Неорганические люминофоры. Л.: Химия, 1975. - 192 с.
4. Девярых Э.В., Дадонов В.Ф. Люминесцентные лампы. Люминофоры и люминофорные покрытия. Саранск: – Изд-во Мордов. ун-та, 2013. – 344 с.
5. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. Издательство: Лань, 2011. - 544 с.

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1.Естественно-научный образовательный портал - <http://en.edu.ru/>
- 2.Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/>
- 3.Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов - <http://school-collection.edu.ru>
4. Википедия — свободная энциклопедия – <https://ru.wikipedia.org/wiki/Светотехника>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте оказались записаны недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу. К каждому практическому занятию надо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить, сформировав цельное представление о нем.

9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на практическом

и лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий.

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).
3. В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для освоения дисциплины необходима следующая материально-техническая база.

1. Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- доска с маркерами (мелом);

2. Лабораторные работы:

лаборатория светотехнических измерений, оснащенная:

- вольтметрами: ВЗ-38, ВЗ-39, В7-21, В7-21А, Ф-283;
- осциллографами, С1-65, АСК-21060;
- блоками питания: ВИП-09, ВИП-010;
- спектро스코пами МУМ-1, люксметром Ю-116.

Программу составил:

к.ф.-м.н., доцент каф. ЭП



Д.А. Морозов