

ПРИЛОЖЕНИЕ

Фонд оценочных средств – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

При оценивании (определении) результатов освоения дисциплины применяется традиционная система (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	№ раздела	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Этап формирования контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного средства
1	2	Электромагнитное излучение и свет. Величины фотометрии и основные соотношения между ними	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
2	3	Соотношение световых и энергетических единиц, Соотношение между световым и энергетическим потоком излучения.	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
3	4	Законы равновесного (температурного) излучения Кирхгофа. Понятие чёрного тела. Законы излучения чёрных тел. Эквивалентные температуры.	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.

4	5	Основы учения о цвете.	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
5	6	Тепловые источники света	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
6	7	Газоразрядные люминисцентные источники света	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
7	8	Процессы в люминисцентных лампах низкого давления и их устройство. Параметры люминисцентных лампах низкого давления.	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
8	9	Принцип действия и технические характеристики дуговых ртутных люминесцентных ламп высокого давления	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
9	10	Пускорегулирующая аппаратура для газоразрядных лам	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
10	11	Светодиодные источники света: процессы в полупроводнике, особенности конструкции, эксплуатационные параметры, энергетические характеристики. схемы питания.	УК-1.1-3 УК-1.1-У УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	Лекционные, лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	Экзамен, сдача лабораторных работ.
11	12	Способы измерения ос-	УК-1.1-3 УК-1.1-У	Лекционные,	Экзамен,

		новых световых характеристик, нормирование освещенности, способы моделирования и расчета освещенности.	УК-1.1-В УК-1.2-3 УК-1.2-У УК-1.2-В ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В	лабораторные и самостоятельные занятия обучающихся	сдача лабораторных работ.
--	--	--	--	--	---------------------------

2. Формы текущего контроля

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины, организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

Текущий контроль по дисциплине проводится в виде проверки заданий, выполняемых на лабораторных занятиях, а также в виде ответов на вопросы на лабораторных занятиях.

3. Формы промежуточного контроля

Формой промежуточного контроля по дисциплине является экзамен. К экзамену допускаются обучающиеся, полностью выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом и настоящей программой. Форма проведения экзамена – устный ответ, по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

4. Критерии оценки компетенций обучающихся и шкалы оценивания

Оценка формирования компетенций у обучающихся на различных этапах проводится преподавателем во время лекций, консультаций, лабораторных и практических занятий по шкале оценок «зачтено» – «не зачтено».

Освоение материала дисциплины и достаточно высокая степень формирования контролируемых компетенций обучающегося служат основанием для допуска обучающегося к этапу промежуточной аттестации - экзамену.

Целью проведения промежуточной аттестации (экзамена) является проверка компетенций, приобретенных студентом при изучении дисциплины.

Экзамен организуется и осуществляется, как правило, в форме собеседования. Средством, определяющим содержание собеседования студента с экзаменатором, является утвержденный экзаменационный билет, содержание которого определяется ОПОП и рабочей программой предмета. Экзаменационный билет включает в себя, как правило, два вопроса относящихся к теоретическим разделам дисциплины. Оценке на заключительной стадии экзамена подвергаются устные ответы экзаменуемого на вопросы экзаменационного билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.

Применяются следующие критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень усвоения материала, предусмотренного программой;
- умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;
- полнота, аргументированность, убежденность ответов на вопросы;
- качество ответа (общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция);
- использование дополнительной литературы при подготовке к этапу промежуточной аттестации.

Применяется четырехбалльная шкала оценок: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", что соответствует шкале "компетенции студента полностью соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента соответствуют требованиям ФГОС ВО", "компетенции студента в основном соответствуют требованиям ФГОС ВО ", " компетенции студента не соответствуют требованиям ФГОСВО".

К оценке уровня знаний и практических умений и навыков рекомендуется предъявлять следующие общие требования.

«Отлично»:

глубокие и твердые знания программного материала программы дисциплины, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов);

полные, четкие, логически последовательные, правильные ответы на поставленные вопросы; умение выделять главное и делать выводы.

«Хорошо»:

достаточно полные и твердые знания программного материала дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов);

последовательные, правильные, конкретные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, свободное устранение замечаний о недостаточно полном освещении отдельных положений при постановке дополнительных вопросов.

«Удовлетворительно»:

знание основного программного материала дисциплины, понимание сущности и взаимосвязи основных рассматриваемых явлений (процессов):

понимание сущности обсуждаемых вопросов, правильные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы, несущественные ошибки в ответах на дополнительные вопросы.

«Неудовлетворительно»:

отсутствие знаний значительной части программного материала дисциплины; неправильный ответ хотя бы на один из вопросов, существенные и грубые ошибки в ответах на дополнительные вопросы, непонимание сущности излагаемых вопросов, неумение применять теоретические знания при

решении практических задач, отсутствие навыков в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений.

При трех вопросах в билете общая оценка выставляется следующим образом: «отлично», если все оценки «отлично» или одна из них «хорошо»; «хорошо», если не более одной оценки «удовлетворительно»; «удовлетворительно», если две и более оценок «удовлетворительно»; «неудовлетворительно», если одна оценка «неудовлетворительно», а остальные не выше чем «удовлетворительно» или две оценки «неудовлетворительно».

5. Вопросы к экзамену по дисциплине "Световые технологии"

1. Световые величины и единицы их измерения: световой поток, сила света, освещенность, яркость.
2. Энергетические величины, характеризующие световой поток.
3. Излучательная (испускающая) способность и энергетическая светимость. Связь световых и энергетических величин.
4. Спектральные чувствительности человеческого глаза и трех типов колбочек. Координаты цветности.
5. Линия спектрально чистой цветности. Координаты цветности при наличии в излучении составляющих с двумя и тремя длинами волн.
6. Тепловое излучение и его характеристики. Абсолютно черное тело.
7. Основные законы теплового излучения абсолютно черного тела: распределение планка для излучательной способности, закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина.
8. Линия цветностей для излучения абсолютно черного тела. Цветовая температура. «Теплый», естественный и «холодный» белый свет.
9. Шкала цветовых температур распространенных источников света.
10. Исторические этапы развития ламп накаливания. Световая отдача по мощности ламп накаливания.
11. Конструкция ламп накаливания и факторы, определяющие их ресурс.
12. Особенности галогенных ламп накаливания. IRC-галогенные лампы.
13. Энергетические состояния атомов ртути и переходы между ними. Резонансные состояния, резонансное излучение и особенности его распространения в газе (диффузия резонансного излучения). Спектр излучения разряда в парах ртути при низких давлениях.
14. Фотолуминофоры. Закон Стокса.
15. Требования к фотолуминофорам, используемым в ртутных лампах низкого давления. Энергетическая диаграмма, отражающая поглощение и испускание света фотолуминофорами. Тушение люминесценции.
15. Спектры поглощения и фотолуминесценции $3[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2] \cdot \text{Ca}(\text{Cl}, \text{F})_2 : \text{Sb}, \text{Mn}$. Факторы, определяющие использование галофосфата кальция в качестве люминофора в люминесцентных лампах низкого давления.
16. Люминофоры для ультрафиолетовых ламп низкого давления и узкополосные люминофоры для RGB источников.
17. Устройство люминесцентной лампы низкого давления.
18. Разогрев ртутной лампы низкого давления и зажигание в ней дугового разряда. Устройство и принцип действия стартера.

19. Стационарный (основной) режим работы ртутной лампы низкого давления.
20. Процессы в газе, люминофоре и на катоде ртутных ламп низкого давления.
21. Типы люминесцентных ламп низкого давления. Световые, электрические и эксплуатационные параметры люминесцентных ламп.
22. Зависимость светового потока люминесцентных ламп от температуры окружающего воздуха.
23. Зависимость световой отдачи ртутного разряда от давления паров ртути. Спектр излучения разряда в парах ртути при высоких давлениях.
24. Конструкции, принцип действия и технические характеристики дуговых ртутных люминесцентных ламп высокого давления.
25. Требования к люминофорам ртутных ламп высокого давления. Основные типы люминофоров, используемых в ртутных лампах высокого давления.
26. Ртутные лампы сверхвысокого давления: особенности дугового разряда и конструкции.
27. Металлогалогенные лампы: процессы в газовом разряде, спектр излучения, варианты конструкций, особенности эксплуатации.
28. Натриевые лампы высокого давления: варианты конструкций, спектр излучения, технические характеристики.
29. Электромагнитные пускорегулирующие аппараты для газоразрядных ламп, их недостатки.
30. Принцип построения электронного балласта для газоразрядных ламп. Преимущества электронных балластов.
31. Излучательная рекомбинация электронов и дырок при инжекции через р-п переход. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Материалы, используемые в светодиодах, и спектральные диапазоны их электролюминесценции.
32. Особенности процессов в светодиодах коротковолновой части видимого диапазона. Зонная диаграмма р-п гетероперехода для синего светодиода.
33. Конструкции осветительных светодиодов и светодиодных светильников.
34. Влияние температуры р-п перехода на световой поток и срок службы осветительных светодиодов. Проблема отвода тепла от р-п перехода и способы ее решения.
35. Люминофоры, используемые в светодиодных светильниках. Особенности спектров излучения светодиодных светильников.
36. Электрические схемы для питания светодиодных светильников.
37. Органические светодиоды: принцип действия, конструкция, преимущества и перспективы применения.
38. Основные характеристики освещения: световой поток, освещенность, яркость, показатель ослепленности, коэффициент пульсаций освещенности, показатель дискомфорта, коэффициент цветопередачи.
39. Нормируемые величины при освещении улиц и помещений.
40. Расчет освещенности и яркости: точечный метод, метод коэффициента использования светового потока.

7. Пример лабораторной работы по дисциплине "Световые технологии"

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЛАМПЫ ДНЕВНОГО СВЕТА

В соответствии с общепринятым определением *лампы дневного света* – это приборы со спектральным составом, близким к солнечному свету. Необходимый спектральный состав обеспечивается излучением паров ртути и люминесцирующего покрытия, возбуждаемого ультрафиолетовой компонентой излучения ртути. Давление паров ртути (примерно 0,1 ммрт.ст.) формируется в режиме насыщения, когда процессы испарения и конденсации проходят с одинаковой скоростью. Величина давления определяется температурой внутренней стороны стеклянной оболочки. Кроме паров ртути в объеме лампы находится аргон. Этот газ необходим для начального зажигания и поддержания оптимального электрического режима газового разряда. К источнику переменного тока лампы подключаются через дроссель. Дроссель выполняет функцию балластного резистора и обеспечивает начальный бросок напряжения для зажигания разряда. В качестве эмиттеров электронов в лампах используются прямоточные катоды с оксидным покрытием. Благодаря этому зажигание разряда происходит при сравнительно небольших значениях стартового напряжения. Лампы обладают высокой светоотдачей, имеют большой срок службы и сравнительно невысокую себестоимость.

Цель работы. Исследовать электрический режим, световые параметры люминесцентной лампы дневного света промышленного изготовления и провести анализ особенностей элементов измерительной схемы.

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо снять осциллограммы напряжения, тока и интенсивности светового потока при различных значениях напряжения источника питания; рассчитать потребляемую мощность; оценить тепловой режим; рассчитать энергетический коэффициент полезного действия, коэффициент пульсаций и проанализировать зависимость светоотдачи от величины входного напряжения.

Экспериментальная установка

Электрическая схема экспериментальной установки поясняется на рис. 1. Исследуемая лампа Л (лампа белого цвета типа ЛБ-20) размещается в защитном кожухе, предохраняющем глаза экспериментатора от воздействия прямого светового потока. В кожухе смонтированы контактные колодки для включения ламп в цепь питания, а также датчики светового потока и температуры оболочки. Лампа подключена к сети через разделительный трансформатор Т2, напряжение на котором регулируется с помощью автотрансформатора Т1. Напряжение питания контролируется вольтметром РУ1. Величина светового потока регистрируется фоторезистором ФС-Д1 (ФР). Температура оболочки измеряется специальным датчиком электронного вольт-

Для осциллографирования фотосигнала необходимо включить зеленый блок. Луч I зеленого блока целесообразно использовать для отметки на экране нулевого уровня. Для этого, переключив усиление по зеленому блоку в

положение «..», рычажком луча I, расположенным под ручкой переключения чувствительности, установить режим «⊥». В этом режиме работы совместить развертку обоих лучей на одну из нижних масштабных линий. Затем, переведя рычажок луча I в положение, соответствующее регистрации входного сигнала, установить уровень усиления, приемлемый для отсчета фотосигнала.

Изменяя автотрансформатором напряжение на входе ($U_{вх}$) от 160 до 220 В, проконтролировать осциллограммы тока, напряжения и фотосигнала, отметив величину напряжения зажигания разряда ($U_{зж}$), напряжения горения разряда $U_{гор}$, максимальное значение амплитуды тока I_m через лампу, максимальное $U_{фmax}$ и минимальное $U_{фmin}$ значения фотосигнала при четырех уровнях входного напряжения.

Расчетная часть включает оценку коэффициента светотдачи и энергетического коэффициента полезного действия.

Коэффициент светотдачи η_{ϕ} определяется как отношение светового потока $\Phi_{л}$ люминесцентной лампы, выраженного в люменах, к потребляемой электрической мощности $P_{л}$, выраженной в ваттах,

$$\eta_{\phi} = \Phi_{л}/P_{л}.$$

В соответствии с особенностями электрического режима люминесцентной лампы (напряжение горения почти не меняется в течение токопрохождения, а осциллограмма тока приближенно имеет форму ломаной линии), потребляемая мощность

$$P_{л} \approx I_m U_{гор}/2.$$

Величина светового потока может быть определена исходя из того, что электропроводность фоторезистора пропорциональна световому потоку, падающему на активную поверхность $\theta_p \Phi_{л}$. Учитывая, что проводимость обратно пропорциональна сопротивлению, получаем, что в соответствии с используемой схемой измерительного блока, напряжение, поступающее на осциллограф:

$$U_{\phi} = U_0 R_2 / [1/(\theta_p \Phi_{л}) + R_2].$$

В этой формуле U_0 – напряжение источника питания, θ_p – фоточувствительность фоторезистора (для фоторезистора ФС-Д1 $\theta_p = 30$ мкА/В·лм). В данной схеме обеспечено условие $1/(\theta_p \Phi_{л}) \gg R_2$. Поэтому с достаточной для практических расчетов точностью

$$\Phi_{л} \approx \frac{U_{\phi}}{U_0 R_2 \phi \theta_p},$$

где ϕ – угловой коэффициент облученности активной поверхности фоторезистора люминесцентной лампой, U_{ϕ} – усредненное значение фотосигнала: $U_{\phi} \approx (U_{фmax} + U_{фmin})/2$.

Угловой коэффициент облученности ϕ определяет долю светового потока, падающего на приемник излучения. Фоторезистор находится очень близко к поверхности лампы, поэтому угловой коэффициент облученности примерно равен отношению площади активной поверхности фоторезистора F_p к площади излучающей поверхности лампы $F_{л}$.

Активный участок фоторезистора ФС-Д1 имеет прямоугольную форму с размерами сторон $4 \times 7,2$ мм.

При расчете излучающей поверхности люминесцентной лампы следует учесть, что длина участка, покрытого люминофором, составляет 58 см, диаметр колбы 3,8 см.

Энергетический коэффициент полезного действия (отношение излучаемой мощности к полной мощности, потребляемой люминесцентной лампой)

$$\eta_{\text{э}} \approx 1 - Q_{\text{к}} / P_{\text{л}},$$

где $Q_{\text{к}}$ – мощность, рассеиваемая поверхностью лампы в результате конвективного теплоотвода:

$$Q_{\text{к}} = \alpha F_{\text{л}} (T_{\text{л}} - T_{\text{о}}),$$

где α – коэффициент теплоотдачи [при свободно конвективном охлаждении $\alpha \approx 7$ Вт/(м²·град)], $T_{\text{л}}$ – температура оболочки лампы, $T_{\text{о}}$ – температура окружающей среды.

При работе газоразрядных ламп на переменном токе неизбежны пульсации светового потока из-за прерывистости газового разряда. С учетом линейной связи между световым потоком, падающим на фоторезистор, и напряжением фотосигнала коэффициент пульсаций

$$K_{\text{п}} = (U_{\text{фmax}} - U_{\text{фmin}}) / (2U_{\text{ф}}).$$

Задание по работе

1. Зарисовать осциллограммы напряжения, тока и фотосигнала при входном напряжении 220 В. По форме осциллограмм оценить значения напряжения горения, напряжения зажигания, амплитуды тока, максимального и минимального уровней фотосигнала.

2. Снять зависимости напряжения горения, амплитуды тока разряда, максимального и минимального уровней фотосигнала от величины входного напряжения в пределах от 160 до 230 В.

3. По результатам измерений рассчитать среднюю мощность, выделяющуюся в разряде, коэффициент светоотдачи при различных значениях входного напряжения.

4. Построить зависимость этих параметров от входного напряжения.

5. Рассчитать коэффициент пульсации и энергетический КПД люминесцентной лампы при напряжении 220 В.

Содержание пояснительной записки

1. Постановка задачи.
2. Описание экспериментальной установки.
3. Осциллограммы сигналов напряжения, тока и фотосигнала при напряжении 220 В.

4. Табличные значения результатов осциллографических измерений и расчетных зависимостей.

5. Графики зависимости среднего значения тока, напряжения, мощности, светового потока и коэффициента светоотдачи от напряжения на входе.

6. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Объяснить вольт-амперную характеристику люминесцентной лампы.
2. Каков состав газового наполнения? Назначения компонент газового состава.
3. Схема включения люминесцентной лампы. Возможные варианты стартеров зажигания и принцип действия каждого варианта.
4. Состав и физика работы люминесцентных материалов.
5. Конструкция и особенности работы катода в люминесцентной лампе.
6. Условные обозначения и параметры цветности излучения люминесцентных ламп.
7. Основные параметры и области применения люминесцентных ламп.
8. Что такое «тепловое тушение», как оно сказывается на эксплуатационных параметрах люминесцентных ламп?

Полный перечень заданий и вопросов к лабораторным работам, выполняемым для приобретения и развития знаний и практических умений, предусмотренных компетенциями, приведен в соответствующих методических указаниях.

1. Электрические источники света: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Э.И. Соколовский. Рязань, 2013. 28 с.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Серебряков Андрей Евгеньевич, и.о. заведующего кафедры ЭП

10.09.24 11:56 (MSK)

Простая подпись

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

17.06.26 15:40 (MSK)

Простая подпись