



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Физика»

ПРАКТИКУМ ПО ОБЛУЧАТЕЛЬНЫМ УСТАНОВКАМ

ОУ1, ОУ2, ОУ3

Авторы
Кудря А.П.,
Ершов И.В.,
Судьин П.В.,
Пруцакова Н.В.

Ростов-на-Дону, 2023

Аннотация

Содержит краткое изложение состава оптического излучения, устройства и принципа действия ламп, излучающих ультрафиолетовые и инфракрасные лучи. Рассмотрено краткое устройство радиометров, обеспечивающих измерение светотехнических характеристик УФ и ИФ ламп.

Предназначен для организации самостоятельной работы студентов направления «Электроника и наноэлектроника» и профиля «Светотехника и источники света» при подготовке и проведении учебного лабораторного эксперимента.

Авторы

ведущий инженер кафедры «Физика»
Кудря А.П.

к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика»
Ершов И.В.

ассистент каф. «Физика»
Судьин П.В.

к.ф.-м.н., доцент кафедры «Физика»
Пруцакова Н.В.



Оглавление

Краткая теория. Оптическое излучение.....	4
Лабораторная работа №ОУ1.....	8
Лабораторная работа №ОУ2.....	12
Лабораторная работа №ОУ3.....	16
Перечень использованных информационных ресурсов.....	23

В состав оптического излучения входят: 1) видимое излучение (свет); 2) ультрафиолетовое излучение; 3) инфракрасное излучение. Видимый диапазон оптического излучения лежит в интервале от 380 до 760 нм. Границы спектральных областей ультрафиолетового (УФ) и инфракрасного (ИК) излучений условны и могут варьироваться в небольших пределах для разных применений (рис. 1).

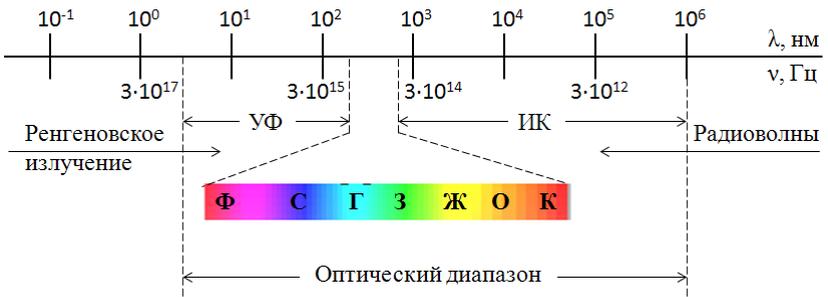


Рис. 1. Длинноволновый и частотный диапазон оптического излучения

Ультрафиолетовое излучение подразделяется на три спектральных диапазонов: УФ-А (315-400) нм; УФ-В (280-315) нм; УФ-С (5-280) нм.

Инфракрасное излучение также подразделяется на три спектральных диапазонов: ИК-А (780-1400) нм; ИК-В (1,4-3) мкм; ИК-С (3-1000) мкм.

Электромагнитные излучения каждого диапазона обладают определенными свойствами, которые успешно используются в различных сферах человеческой деятельности.

Фотометрические величины X_e , характеризующие оптическое излучение по его воздействию на приемник, с определенной чувствительностью к спектральному составу, называются *редуцированными* [1].

При этом, распределение фотометрической величины оптического излучения определяется формулой

$$X_e = K \int_0^{\infty} X_{e,\lambda} S(\lambda) d\lambda, \quad (1)$$

где $X_{e,\lambda}$ – спектральная плотность фотометрической величины, характеризующей излучение; $S(\lambda)$ – относительная спектральная чувствительность приемника; K – переводной множитель от единиц энергетических величин к единицам, применяемых в данной системе редуцированных величин.

Для видимого излучения уравнение (1) имеет вид

$$Q_e = K \int_{380}^{760} Q_{e,\lambda} V(\lambda) d\lambda, \quad (2)$$

где $Q_{e,\lambda}$ – спектральная плотность энергии излучения по длине волны; $V(\lambda)$ – относительная спектральная световая эффективность; K – переводной множитель при переходе от электрических к световым характеристикам; $K = 683 \text{ лм/Вт}$.

В ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах полный поток Φ_e излучения зависит от энергетической освещенности (облученности) E_e и площади S на которую приходится излучение:

$$\Phi_e = E_e S, \quad (3)$$

где облученность измеряется в Вт/м^2 , площадь в м^2 , а поток излучения, Вт .

Коэффициент полезного действия УФ или ИК излучателя определяется формулой

$$\eta_e = \Phi_e / P, \quad (4)$$

где P – мощность потребляемой электроэнергии.

В видимом диапазоне электромагнитных волн поток излучения называется световым потоком (Φ), а облученность – освещенностью (E). Тогда формула (3) примет вид

$$\Phi = E \cdot S, \quad (5)$$

где освещенность измеряется в люксах (лк); световой поток в люменах (лм).

КПД излучателя в видимом диапазоне электромагнитных волн называется световой отдачей:

$$\eta = \Phi / P, \quad (6)$$

где η – измеряется в лм/Вт .

В предлагаемых экспериментах используются: радиометр ТКА-ПКМ для измерения энергетической освещенности в УФ диапазоне; радиометр «Аргус-03» для измерения энергетической

освещенности в ИК диапазоне; люксметр ТКА-ПКМ для измерения освещенности в видимом диапазоне.

1. Радиометр ТКА-ПКМ предназначен для санитарного и технического надзора в производственных помещениях, музеях, библиотеках, архивах, аттестации рабочих мест и других сфер деятельности. Позволяет измерять энергетическую освещенность (облученность):

- в спектральном диапазоне УФ-А $-(10 - 60000) 10^{-3}$ Вт/м²;
- в спектральном диапазоне УФ-В $-(10 - 60000) 10^{-3}$ Вт/м²;
- в спектральном диапазоне УФ-С $-(1,0 - 20000) 10^{-3}$ Вт/м².

Предел допускаемой относительной погрешности измерения энергетической освещенности $\pm 10\%$.

Конструктивно прибор состоит из двух функциональных блоков: фотометрической головки (фотоприемник) и блока обработки сигнала, связанных между собой кабелем.

В фотометрической головке расположены три фотоприемных устройства различных диапазонов.

На лицевой стороне блока обработки сигнала расположены переключатели пределов измерения (УФ-А, УФ-Б, УФ-С) и жидкокристаллический индикатор.

Принцип работы прибора заключается в преобразовании фотоприемными устройствами оптического излучения в электрический сигнал с последующей цифровой индикацией числовых значений энергетической освещенности.

2. Радиометр неселективный «Аргус -03» позволяет измерять энергетическую освещенность ИК излучения в диапазоне от 1,0 до 2000 Вт/м² в спектральном диапазоне от 0,5 до 20,0 мкм.

Предел основной относительной погрешности измерений – 6%, угол зрения – 1,2 рад, потребляемая мощность – 20 мВт.

Функционально прибор состоит из двух блоков – фотометрической головки и блока обработки сигнала, связанных гибким кабелем. В измерительном блоке установлен первичный преобразователь излучения – термоэлемент для измерения энергетической освещенности. На передней панели размещен переключатель пределов измерения и гнезда для сигналов с выхода измерительного блока (ИБ).

Принцип работы радиометра основан на преобразовании потока излучения, создаваемого источниками, в непрерывный

электрический сигнал, пропорциональный энергетической освещенности, который затем преобразуется АЦП в цифровой код, а информация выводится на цифровое табло.

Радиометр может быть использован в организации охраны труда, медицине, сельском хозяйстве для измерения плотности потока излучения от нагретых объектов, тепловых потерь в теплоэнергетике, машиностроении и др.

3. Люксметр ТКА-ПКМ предназначен для измерения освещенности в видимой области спектра (380-760) нм. Диапазон измерений 10-200000 лк. Предел допускаемой основной относительной погрешности - $\pm 8\%$.

Лабораторная работа №ОУ1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОТТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УФ ЛАМПЫ

Цель работы: 1) определение потока излучения исследуемой лампы в УФ диапазоне; 2) исследование зависимости энергетической освещенности УФ диапазона от напряжения.

Оборудование: УФ лампа; универсальный стенд, радиометр ТКМ-ПКМ.

Краткая теория

Источником естественного УФ электромагнитного излучения является Солнце. Мощность его коротковолновых лучей достаточно велика, но большая часть из них поглощается земной атмосферой. Поверхности Земли достигает лишь длинноволновой ультрафиолет УФ-А (UVA) и менее 10% лучей среднего диапазона УФ-В (UVB) (рис. 2).

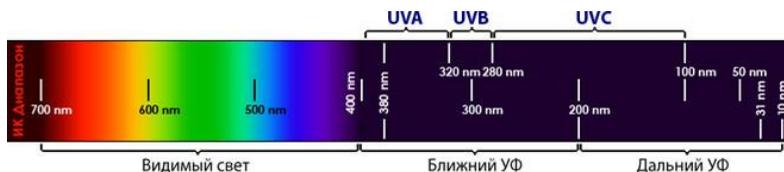


Рис.2. Диапазоны ультрафиолетового излучения

Искусственными источниками УФ излучения являются лампы. Современная *ультрафиолетовая лампа* работает по тому же принципу, что и обычная люминесцентная лампа. Отличается только материалом газоразрядной трубки, которая изготавливается из специального *кварцевого* или *увиолевого* стекла, способных пропускать только **УФ-лучи**. Изменяя характеристики стекла можно создать излучение в строго заданном волновом диапазоне, оптимальном для тех или иных целей. Так, например, увиолевое стекло позволяет: снизить образование озона, который в больших концентрациях вреден для человека; получить УФ с длиной волны 253,7 нм, обладающей максимальной бактерицидной эффективностью и т.д.

Электрическая схема питания, позволяющая определять основные электрические и световые характеристики

компактной ультрафиолетовой лампы (УФЛ), приведена на рис. 3. Автотрансформатор АТ подключен к сети 220 В. К его выходу подсоединена УФЛ, которая установлена в фотометрическом блоке (ФБ). В схеме ФБ подключен к клеммам **а-б** (розетка на стенде).

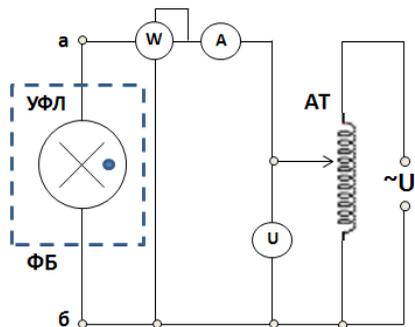


Рис.1

Напряжение, подаваемое на лампу, величина тока, протекающего через лампу,

активная и реактивная мощности контролируются вольтметром В, амперметром А, ваттметром и куометром Q.

В фотометрический блок устанавливают фотометрическую головку радиометра так, чтобы ее фотоприемные поверхности не были обращены к ультрафиолетовой лампе. В процессе измерений радиометром ТКА-ПКМ энергетической освещенности категорически запрещается одновременное нажатие двух переключателей пределов измерения!

Внимание! *Облучение УФ лампами может вызвать ожоги глаз и кожи. Не попадайте в поле видимости работающей лампы.*

Выполнение работы

Задание 1. *Определение потока излучения ЛЛ низкого давления в УФ диапазоне*

1. Измерить площадь S внутренней поверхности фотометрического блока.
2. Установить в фотометрический блок УФ лампу и измерительную головку радиометра.
3. Собрать схему питания УФ лампы.
4. Включить радиометр и измерить фоновую энергетическую освещенность E_{e0} в диапазоне УФ-А,В,С.
5. Подать на УФ лампу напряжение 220В и дождаться восстановления стабильного режима работы (≈ 5 мин.).

6. Измерить потребляемую мощность и энергетическую освещенность $E_{\text{экс}}$ в трех диапазонах УФ излучения. Результаты занесите в табл. 1.

Таблица 1

	$E_{e,0}$, Вт/м ²	$E_{e,\text{экс}}$, Вт/м ²	E_e , Вт/м ²	Φ_e , Вт	$\Sigma\Phi_e$, Вт	P, Вт	η , %
УФ-А							
УФ-В							
УФ-С							

7. Вычислить для каждого УФ диапазона: 1) энергетическую освещенность по формуле $E_e = E_{e,\text{экс}} - E_{e,0}$; 2) поток излучения по формуле (3). Вычислить суммарный поток излучения и оценить КПД лампы в УФ диапазоне по формуле (4). Результаты вычислений занесите в табл. 1.

8. По выполненному заданию сделать вывод.

Задание 2. Исследование зависимости светотехнических характеристик УФ лампы от напряжения

1. Уменьшать напряжение на лампе через 20 В от 220 В до ее гашения и измерять все светотехнические параметры:

- 1) величину тока; 2) активную и реактивную мощности;
- 3) энергетическую освещенность в УФ диапазонах $E_{e,\text{экс}}$.

2. Вычислить энергетическую освещенность по формуле $E_e = E_{e,\text{экс}} - E_{e,0}$. Результаты измерений и вычислений занесите в табл. 2.

$$E_{e,0} = \dots \text{ Вт/м}^2$$

Таблица 2

U, В	220	200	180	160	140	120	100	80
I, А								
P, Вт								
Q, Вар								
ФА	$E_{e,\text{экс}}/E_e$							
ФВ	$E_{e,\text{экс}}/E_e$							
ФС	$E_{e,\text{экс}}/E_e$							

3. Считая все светотехнические характеристики при напряжении $U_0 = 220\text{В}$ оптимальными, определить их относительные изменения при изменении напряжения на лампе. Используя данные табл.2 вычислить относительное изменение величин: 1) силы тока I/I_0 ; 2) мощности P/P_0 ; 3) реактивной мощности Q/Q_0 ; 4) энергетической освещенности $E_e/E_{e,U_0}$ для УФ-А, УФ-В, УФ-С. Результаты вычислений занести в табл. 3.

Таблица 3

U/U_0		1	0,91	0,82	0,73	0,64	0,54	0,45	0,36	0,27
I/I_0										
P/P_0										
Q/Q_0										
$\frac{E_e}{E_{e,U_0}}$	УФ-А									
	УФ-В									
	УФ-С									

4. На одном графике построить зависимость изменения электрических характеристик от относительного изменения напряжения, а на другом – световых.

5. По выполненному заданию сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Опишите механизм создания газоразрядной плазмы.
2. Что понимают под электрическим током в газе и от каких факторов он зависит?
3. Из чего изготовлена трубка УФ лампы?
4. Из каких основных узлов состоит компактная УФ лампа и какие функции они выполняют?
5. Приведите электрические и светотехнические характеристики УФ лампы.
6. На какие группы разбит ультрафиолетовый диапазон?
7. Приведите примеры применения УФ лампы.
8. С помощью какого прибора измеряют энергетическую освещенность и как он устроен?

Лабораторная работа №ОУ2

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ЭРИТЕМНОЙ ЛАМПЫ

Цель работы: 1) исследование зависимости энергетической освещенности эритемной лампы от расстояния; 2) исследование зависимости энергетической освещенности эритемной лампы от напряжения.

Оборудование: эритемные лампы; универсальный стенд, радиометр ТКМ-ПКМ.

Краткая теория

Эритемная лампа – источник длинноволнового УФ излучения. Представляет собой трубчатую ртутную лампу низкого давления в колбе из увиолевого стекла, которое хорошо пропускает излучение в диапазоне длин волн 280 - 380 нм и поглощает неблагоприятное для организма УФ излучение с длиной волны короче 280 нм. Трубка содержит капельку ртути и аргон. Внутренняя поверхность трубки покрыта люминофором, состоящего из фосфата кальция, активированного таллием с небольшим процентным содержанием цинка. Люминофор преобразует излучение ртутного разряда лампы в ультрафиолетовое в диапазоне длин волн 280– 380 нм с максимумом около 315 нм.

Конструктивно эритемные лампы не отличаются от обычных люминесцентных ламп и изготавливаются мощностью 15 и 30 Вт с питающим напряжением на 127 и 220 В. Электрическая схема поджига и питания лампы такая же, как и у люминесцентных ламп низкого давления.

Эритемные лампы применяются в сельском хозяйстве, медицине, технике, а также для облучения людей, работающих в помещениях без естественного света, для устранения ультрафиолетовой недостаточности.

В данной работе исследуемые эритемные лампы установлены в облучатель кожных покровов «Солнышко», который используется в лечебных и лечебно-профилактических учреждениях. Эффективный спектральный диапазон излучения 300–400 нм. Облученность в этом диапазоне должны быть не менее 2 Вт/м² на расстоянии 0,7 м и 7 Вт/м² на расстоянии 0,1 м. Потребляемая мощность от сети не более 30 ВА.

Электрическая схема питания, позволяющая определять основные электрические и световые характеристики эритемных ламп, приведена на рис. 3 лабораторной работы №110У.

Облучатель «Солнышко» подключается к клеммам **а-б** (розетка на стенде).

Внимание! *Облучение УФ лампами может вызвать ожоги глаз и кожи. Не попадайте в поле видимости работающей лампы.*

Выполнение работы

Задание 1. *Исследование зависимости энергетической освещенности эритемной лампы от расстояния*

1. Собрать электрическую схему (см. рис.2 ЛР №11) и подключить к клеммам **а-б** облучатель «Солнышко».

2. Установите на минимальном расстоянии (7 см) от облучателя фотоприемную головку радиометра.

3. Включить радиометр и через ~5 минут измерить фоновое значение энергетической освещенности $E_{e,0}$ на диапазонах УФ-А и В.

4. Включить в сеть стенд и на выходе автотрансформатора установить напряжение 220 В. Включить облучатель и выждать ~5 минут.

5. Измерить облученность на диапазонах УФ-А и УФ-В. Так как в облучателе две лампы, то результат разделить на два.

6. Удаляя фотометрическую головку от облучателя через 1 см, произвести измерения, указанные в п.5.

7. Вычислить энергетическую освещенность по формуле $E_e = E_{e,экс} - E_{e,0}$. Результаты измерений и вычислений занесите в табл. 1.

$$E_{e,0} = \dots \text{ Вт/м}^2$$

Таблица 1

r, см		7	8	9	10	11	12	13	1...
ФА	$E_{e,экс}, \text{ Вт/м}^2$								
ФВ	$E_{e,экс}, \text{ Вт/м}^2$								
ФА	$E_e, \text{ Вт/м}^2$								

ФВ	$E_e, \text{Вт/м}^2$								
----	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

8. Построить графики зависимостей энергетической освещенности от расстояния для обоих УФ диапазонов.

9. По выполненному заданию сделать вывод.

Задание 2. *Исследование зависимости светотехнических характеристик эритемной лампы от напряжения*

1. Установить фотоприемник радиометра на расстояние 7 см от облучателя.

1. Уменьшайте напряжение на лампе через 20 В от 220 В до ее гашения и измерьте все светотехнические параметры: 1) величину тока; 2) активную и реактивную мощности; 3) энергетическую освещенность в УФ диапазонах.

2. Вычислить энергетическую освещенность по формуле $E_e = E_{e, \text{экс}} - E_{e, 0}$. Результаты измерений и вычислений разделите на два и занесите в табл. 2.

Таблица 2

U, В		220	200	180	160	140	120	100	80
I, А									
P, Вт									
Q, Вар									
УФА	$E_{e, \text{экс}}/E_e$	/							
УФВ	$E_{e, \text{экс}}/E_e$	/							

3. Считая все светотехнические характеристики при напряжении $U_0 = 220\text{В}$ оптимальными, определить их относительные изменения при изменении напряжения на лампе. Используя данные табл.2 вычислить относительное изменение величин: 1) силы тока I/I_0 ; 2) мощности P/P_0 ; 3) реактивной

мощности Q/Q_0 ; 4) энергетической освещенности $E_e/E_{e,U_0}$ для диапазонов УФ-А и УФ-В. Результаты вычислений занести в табл. 3.

Таблица 3

U/U_0	1	0,91	0,82	0,73	0,64	0,54	0,45	0,36
I/I_0								
P/P_0								
Q/Q_0								
$E_e/E_{e,U_0}$	УФ-А							
	УФ-В							

4. На одном графике построить зависимость изменения электрических характеристик от относительного изменения напряжения, а на другом – световых.

5. По выполненному заданию сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Опишите механизм создания газоразрядной плазмы.
2. Как устроена эритемная трубка и чем она отличается от обычной люминесцентной лампы?
3. Каков состав люминофора и в каком диапазоне излучает эритемная лампа?
4. Где применяются эритемные лампы?
5. Приведите блок-схему ЭПРА и объясните назначение каждого блока.
6. В каких единицах измеряются энергетическая освещенность, поток излучения и КПД УФ лампы?
7. С помощью какого прибора измеряют энергетическую освещенность и как он устроен?

Лабораторная работа №13ИС

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

Цель работы: определить основные световые характеристики лампы накаливания в инфракрасном и видимом диапазоне электромагнитных волн.

Оборудование: универсальный лабораторный стенд; лампа накаливания; радиометр «Аргус-03»; люксметр ТКА-ПКМ.

Введение

Все лампы накаливания кроме видимого света излучают инфракрасное излучение, которое широко используется в медицине для прогревания застуженных тканей, в животноводстве и птицеводстве для подогрева молодняка, в теплицах для стимулирования роста растений и т.д.

Конструкции ламп накаливания весьма разнообразны и зависят от их назначения. Однако общими являются: 1 – колба, 2 – полость колбы (вакуумированная или наполненная газом); 3 – тело накала; 4 и 5 – электроды (токовые вводы); 6 – крючки-держатели тела накала; 7 – ножка лампы; 8 – внешнее звено токоввода с предохранителем; 9 – корпус цоколя; 10 – изолятор цоколя (стекло); 11 – контакт доньшка цоколя (рис. 4).

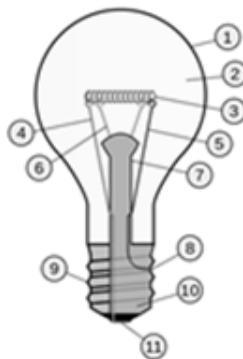


Рис. 4

Тело накала изготавливается из вольфрамовой проволоки (или осмиево-вольфрамового сплава). Вольфрам имеет большую температуру плавления 3660 К, формоустойчив при высокой рабочей температуре, устойчив к механическим нагрузкам, обладает высокой пластичностью в горячем состоянии, что позволяет получить из него нити весьма малых диаметров путем протяжки проволоки через калиброванное отверстие. Толщина провода в обычных лампочках составляет 40-50 микрон. Вольфрамовая проволока обычно свивается в спираль или биспираль. При включении нить накала находится при комнатной температуре, её сопротивление много меньше рабочего сопротивления, поэтому протекает очень большой ток (в два-три

раза больше рабочего тока). По мере нагревания нити её сопротивление увеличивается, а ток уменьшается. В рабочем состоянии температура нити накала 2500...2800 °С. Для предотвращения возникновения электрической дуги в момент перегорания лампы, в месте крепления электрода 5 с цоколем, установлен плавкий *предохранитель* (отрезок тонкой проволоки), для бытовых ламп обычно рассчитанный на ток 7 А (см. рис.4).

Колба. Стеклоанная колба 1 защищает нить от сгорания в окружающем воздухе. Размеры колбы определяются скоростью осаждения материала нити. Для ламп большей мощности требуются колбы большего размера, для того чтобы осаждаемый материал нити распределялся на большую площадь и не оказывал сильного влияния на прозрачность. К основанию колбы приварена ножка 7, которая служит опорой для электродов 4 и 5, тела накала 3 и крючков-держателей 6.

Состояние разогретого электрическим током вольфрама объясняют законами теплового излучения. На рис. 5 показаны распределения спектральной плотности энергетической светимости $r(\lambda, T)$ абсолютно черного тела для разных температур; *пунктирные линии указывают границы видимого участка спектра* (380–760 нм). Из графиков следует:

1) с повышением температуры максимум спектральной плотности энергетической светимости смещается в область коротких длин волн в соответствии с законом смещения Вина ($\lambda_m = b/T$);

2) с повышением температуры увеличивается площадь под распределением $r(\lambda, T)$, которая численно равна энергетической светимости абсолютно черного тела $M_e^0(T) = \int_0^\infty r(\lambda, T) \cdot d\lambda$;

3) если принять вольфрам за серое тело, с коэффициентом поглощения $\alpha(T) < 1$, то его энергетическая светимость будет равна $M_e(T) = \alpha(T) \int_0^\infty r(\lambda, T) \cdot d\lambda$, т. е. площадь на графике будет в α раз меньше;

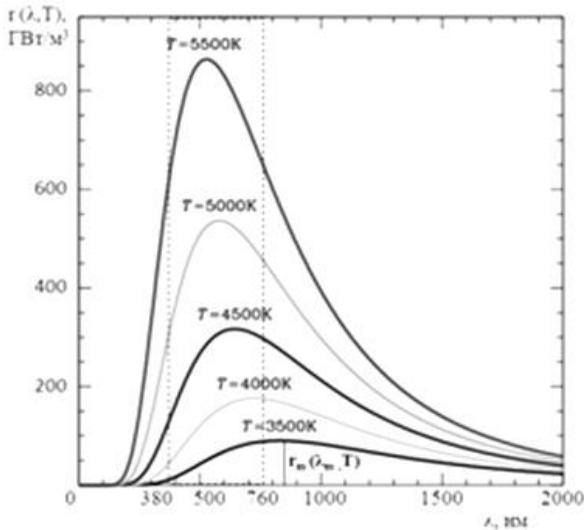


Рис. 5

4) поток энергии, излучаемой площадью S тела накала, равен $\Phi = S \cdot \alpha(T) \int_0^{\infty} r(\lambda, T) \cdot d\lambda$;

5) если вольфрам нагреть до температуры $T = 3500\text{K}$, близкой к температуре его плавления, то максимум спектральной плотности энергетической светимости $r_m(\lambda_m, T)$ будет находиться в коротковолновой инфракрасной области (см. рис. 5).

Следовательно, даже при предельной температуре (3500K) вольфрам в основном излучает в инфракрасном диапазоне.

В видимом диапазоне световой поток, излучаемый площадью S тела накала, равен $\Phi = S \cdot \alpha(T) \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} r(\lambda, T) \cdot d\lambda$.

Зная площадь S отражающей поверхности фотометрического блока и освещенность E , измеренную люксметром, определяют световой поток по формуле (5).

Энергетическую освещенность E_e в диапазоне 0,5 - 20 мкм измеряют радиометром неселективным «Аргус -03», а полный поток излучения определяют по формуле (3).

Электрическая схема питания, позволяющая определять основные электрические и световые характеристики лампы накаливания, представлена на рис. 6. Автотрансформатор АТ подключен к сети 220 В. К его выходу подключена исследуемая

лампа накаливания ЛН, которая установлена в фотометрическом блоке ФБ. Напряжение, подаваемое на лампу, величина тока, протекающего через лампу контролируются вольтметром V и амперметром A .

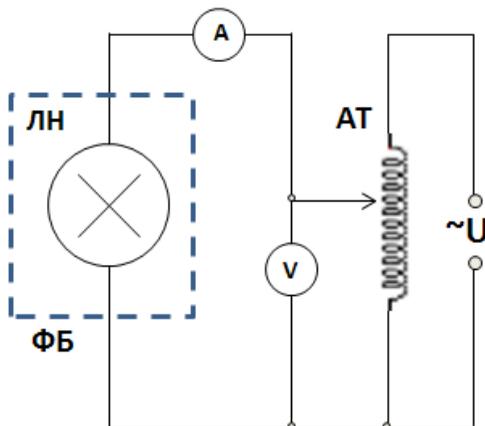


Рис. 6

Фотометрический блок внутри имеет высоко-отражающую матовую поверхность, в одну из стенок которого вставляются фотодатчики люксметра и радиометра так, чтобы исключить прямое попадание излучения от лампы.

Благодаря многократным отражениям излучения в объеме фотометрического блока создается однородное световое поле.

Зная энергетическую освещенность E_e и освещенность E внутренней поверхности фотометрического блока и его площадь, можно оценить поток излучения (3) и световой поток (5).

Выполнение работы

Задание 1. *Определение потока излучения лампы накаливания в видимом и ИК диапазоне*

1. Измерить площадь S внутренней поверхности фотометрического блока.

2. Установить в фотометрический блок лампу накаливания, датчик люксметра и измерительную головку радиометра.
3. Собрать схему питания лампы (рис. 6).
4. Включить радиометр, а через 30 мин. – люксметр. Измерить фоновые энергетическую освещенность $E_{e,0}$ и освещенность E_0 .
5. Поверните рукоятку автотрансформатора против часовой стрелки до упора.
6. Последовательно включите: блок питания – G1; автотрансформатор - «Сеть»; блок мультиметров – «Сеть».
7. Вращая рукоятку автотрансформатора, последовательно устанавливайте напряжение с шагом 20 В в интервале 0–220 В.
8. Измерить величину тока I , энергетическую освещенность $E_{e,экс}$ и освещенность $E_{экс}$. Результаты занесите в табл. 1.

$$E_{e,0} = \dots \text{Вт/м}^2; \quad E_0 = \dots \text{лк}$$

Таблица 1

U, В	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
I, А											
P, Вт											
$E_{e,экс}/E_e$, Вт/м ²											
$E_{экс}/E_e$, лк											
Φ_e , Вт											
Φ , лм											
η_e											
η , лм/Вт											

9. Отключите выключатели «Сеть» блоков, задействованных в эксперименте.
10. Для каждого значения напряжения вычислите энергетическую освещенность по формуле $E_e = E_{e,экс} - E_{e,0}$, а по формуле (3) – поток излучения Φ_e . Результаты занести в табл. 1.
11. Для каждого значения напряжения вычислите освещенность по формуле $E = E_{экс} - E_0$, а по формуле (1) – световой поток Φ . Результаты занести в табл. 1.

12. Для каждой величины напряжения вычислите потребляемую лампой мощность по формуле $P = U \cdot I$.

13. Для каждого значения напряжения вычислить КПД лампы по формуле (4) и ее световую отдачу по формуле (6). Результаты занести в табл. 1.

14. Построить графики зависимостей $P(U)$, $\Phi_e(U)$, $\Phi(U)$, $\eta_e(U)$, $\eta(U)$.

15. По выполненному заданию сделать вывод.

Задание 2. *Определение зависимости доли видимого излучения от приложенного к лампе напряжения.*

1. Используя данные табл. 1, вычислите для каждого значения напряжения отношение светового потока к полному потоку излучения Φ / Φ_e .

2. Занесите вычисленные значения в табл. 2.

Таблица 2

U, В	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
Φ / Φ_e , Лм/Вт											

3. Построить график зависимости $\Phi / \Phi_e(U)$.

4. Сопоставить результаты с зависимостями $\eta_e(U)$, $\eta(U)$ и сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Как с помощью распределения спектральной плотности энергетической светимости $r(\lambda, T)$ для тела накала из вольфрама определить полную мощность излучения при определенной температуре?

2. Как с помощью распределения спектральной плотности энергетической светимости $r(\lambda, T)$ для тела накала из вольфрама определить мощность световой энергии (световой поток) для видимого участка спектра при определенной температуре?

Физика

3. Как изменяются при повышении температуры тела накала: а) полная мощность излучения; б) световой поток; в) длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости?

4. На какие группы разбит ИК диапазон?

5. Как в работе определяют поток ИК излучения и световой поток?

6. Каким прибором измеряют энергетическую освещенность в ИК диапазоне и из каких узлов он состоит?

7. Приведите примеры применения ИК излучения.

Перечень использованных информационных ресурсов

1. Чертов А.Г. Физические величины / А.Г. Чертов. – М.: Высш. шк., 1990.
2. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Афанасьева Е.И. Источники света и пускорегулирующая аппаратура / Е.И. Афанасьева, В.М. Скобелев. – М.: Энергоатомиздат, 1986.