

Редакция 2007 года

05.09.07

Светотехника

(технические науки)

Данная программа составлена с опорой на систему дисциплин направлений «Теоретическая и прикладная светотехника», «Электроника и микроэлектроника», связанных с особенностями анализа, синтеза и технического использования светотехнического и излучательного оборудования. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по энергетике, электрификации и энергетическому машиностроению при участии Московского энергетического института (технического университета).

1. Основы светотехники

Материальность излучения. Значение опытов Столетова для выяснения природы света. Проявление в фотоне корпускулярных и волновых свойств материи. Субъективная и объективная природа зрительного ощущения. Роль теории отражения в учении о зрительных ощущениях и зрительных образах как актах познания.

Энергетические и световые величины и единицы. Распределение излучения по спектру. Относительные спектральные световые эффективности излучения для дневного и ночного зрения. Энергетические величины и единицы. Светотехнические величины и единицы. Телесный угол. Яркость пучка лучей. Эквивалентная яркость. Актиничность и относительная актиничность излучения.

Оптические и светотехнические характеристики материалов. Коэффициенты отражения, пропускания и поглощения излучения, интегральные и спектральные. Френелевское отражение. Коэффициент яркости. Инвариант Штраубеля.

Световое поле. Интегральные характеристики светового поля. Функция ценности поля. Пространственная, средняя сферическая, средняя полусферическая, плоскостная и средняя цилиндрическая освещенности, фотонная сферическая освещенность. Световой вектор и методы определения его проекций. Расчет светового вектора для равных по яркости излучателей. Общий случай расчета координат светового вектора. Интегральные характеристики светового поля различных источников излучения.

Общие законы преобразования излучения. Механизм поглощения излучения. Законы квантовой эквивалентности. Основные законы фотохимии. Фотографическое действие излучения. Фотобиологическое действие излучения и фотосинтез.

Прохождение излучения через поглощающие и рассеивающие среды. Уравнение переноса излучения. Закон Бугера-Ламберта. Рассеяние излучения (Рэлеевское, Ми, Смолуховского). Коэффициент многократных отражений.

Глаза как органы зрения. Установившиеся и неуставившиеся зрительные процессы. Особенности глаза, как приемника оптического излучения. Методы определения зрительных порогов. Пороговые контрасты. Светлота. Острота зрения. Эквивалентные параметры. Световая адаптация и адаптация в темноте. Зрительная индукция. Слепящее действие излучения.

Основы учения о цвете. Трехцветная теория зрения. Цвет и его компоненты. Современные цветовые системы. Цветовые расчеты в различных системах. Восприятие цвета.

2. Фотометрия

Основные понятия и законы геометрической оптики. Параметры оптической системы. Преломление лучей в оптической системе. Теория идеальной оптической системы. Аберрации оптических систем.

Типовые оптические системы фотометрии. Сложные оптические системы. Элементы оптических систем. Принципы габаритного расчета типовых оптических систем.

Метрологические основы фотометрии. Виды и методы измерений. Эталоны и образцовые средства измерений. Использование моделей черного тела в фотометрии. Светоизмерительные лампы. Типы приемников оптического излучения и их основные характеристики. Методы количественного регулирования излучения при измерениях.

Методы фотометрии. Основы зрительной фотометрии. Основы физической фотометрии. Принципиальные схемы физических фотометров. Фотографическая фотометрия и ее возможности. Методы измере-

ния освещенности, силы света и светового потока. Методы измерения яркости и фотометрических характеристик материалов.

Спектральные приборы и принципы их действия. Градуировка спектральных приборов. Измерение спектральных коэффициентов пропускания и отражения. Определение спектральной чувствительности приемников излучения. Методы импульсной фотометрии и их возможные погрешности.

Цветовые измерения и пирометрия излучения. Принципы зрительной и объективной колориметрии. Задачи и методы пирометрии излучения. Определение эквивалентных температур.

3. Источники оптического излучения

Тепловые источники света. Основные параметры, характеризующие источники света . Закон Кирхгофа. Особенности и законы излучения черного тела. Селективные излучатели. Идеальные тела накала и их основные характеристики. Метод расчета тепловых потерь тел накала через газ. Эквивалентные поправки. Физические процессы, определяющие срок службы ламп накаливания. Методы оптимизации параметров ламп накаливания. Галогенные лампы накаливания и механизм галогенного цикла. Инженерные методы расчета ламп накаливания.

Источники излучения низкого давления. Элементы теории излучения разрядов низкого давления. Метод расчета лучистого потока спектральной линии (формула В. А. Фабриканта). Способы увеличения выхода резонансной линии ртути 253,7 нм и 184,9 нм в люминесцентных лампах. Основные характеристики люминофоров. Методы расчета, оптимизации параметров люминесцентных ламп, их физический и полезный сроки службы.

Пробой и зажигание газоразрядных ламп. Современные представления о механизме пробоя. Общие закономерности таунсендовского и стримингового разряда.

мерного механизмов пробоя. Моделирование предпробойных полей. Методики расчетной оценки напряжения пробоя. Эффект Пеннинга. Способы облегчения и управления условиями зажигания газоразрядных ламп.

Газоразрядные лампы высокой интенсивности. Элементы теории столба термических дуг. Проводимость, ток и излучение в термической плазме. Методы оценки и регулирования распределения температуры по сечению разряда ламп высокой интенсивности. Ртутные лампы высокой интенсивности, их перспективность. Устройство и принципиальные возможности металлогалогенных и натриевых ламп высокой интенсивности.

Импульсные источники света. Физические процессы в импульсных разрядах. Баланс энергии, электрические, излучательные и поглощающие свойства квазистационарной плазмы. Особенности излучения и надежность трубчатых и шаровых импульсных источников света. Основные свойства генераторов оптического излучения. Принцип действия лазеров. Активная среда, оптический резонатор. Устройство, отличительные особенности, основные параметры и области использования современных лазеров.

4. Световые приборы

Основы теории элементарных отображений. Принципы определения и использования элементарных отображений при расчете световых приборов. Фигура отображения светлых точек и коэффициент заполнения светлой частью поверхности оптического устройства. Усложненные оптические системы и образование их элементарных отображений. Яркость лучей элементарных отображений усложненных систем.

Принципы расчета световых приборов. Законы формирования светового пучка и методы расчета силы света прожекторных приборов. Пос-

ледовательность расчета силы света дисковых и цилиндрических френелевских линз. Способы расчета оптических устройств отражателей и рассеивателей. Особенности расчета оптических устройств с направленно-рассеянным отражением и пропусканием света. Принципы оптимизации параметров световых приборов различного конструктивного исполнения. Усложненные оптические системы и методы их расчета. Принципы работы световодов.

5. Пускорегулирующие устройства

Газоразрядные лампы. Блок-схема комплекта «лампа — аппаратура пуска и регулирования». Основные параметры, характеризующие аппаратуру пуска и регулирования. Статические и динамические, вольт-амперные характеристики газоразрядных ламп. Принципы электротехнического расчета контура с газоразрядной лампой. Условия устойчивости работы газоразрядной лампы в контуре.

Схемы зажигания и стабилизации работы газоразрядных ламп. Схемы зажигания газоразрядных ламп с холодными электродами. Схемы включения ламп с предварительным подогревом электродов. Схемы зажигания импульсом. Стартерные схемы. Схемы стартеров, обеспечивающих работу ламп в импульсном режиме. Принципы выбора типа схем для различных газоразрядных ламп.

Методы электротехнического расчета. Методы расчета контуров «газоразрядная лампа — линейный индуктивный балласт», «газоразрядная лампа — емкостно-индуктивный линейный балласт». Особенности работы газоразрядных ламп с нелинейными балластами. Методы электротехнического расчета многоэлементных схем. Согласование пускового и рабочего режимов. Метод расчета многофазных схем включения газоразрядных ламп.

Индуктивный балласт. Расчет и конструирование. Определение исходных данных. Конструктивный расчет дросселя. Метод расчета балласта с использованием стандартного магнитопровода. Принципы оптимизации параметров индуктивного балласта. Метод конструктивного расчета трансформатора с большим внутренним сопротивлением.

6. Светотехнические установки

Общие принципы нормирования светотехнических установок. Нормирование по видимости, работоспособности, технико-экономическим показателям. Качество освещения. Принципы нормирования количественных показателей освещения. Показатели ослепленности и дискомфорта, методы их определения. Цилиндрическая освещенность, способы определения и использования. Пульсация излучения. Правила и нормы искусственного освещения. Световой климат и его составляющие. Системы естественного освещения. Дополнительное искусственное освещение. Проблемы экологии и энергосбережения в осветительных установках.

Принципы светотехнического расчета. Методики расчета освещенности от точечного, линейного и поверхностного источников излучения. Методы определения коэффициентов потока. Учет многократных отражений при расчете установок.

Методы проектирования установок. Выбор и принципы оценки эффективности вариантов. Выбор и определение исходных светотехнических параметров. Метод расчета мощности светотехнических установок. Схемы питания, расчет и конструктивное выполнение осветительных сетей. Системы освещения. Оптимальное расположение светильников.

Механизм действия, способы и особенности расчета, способы оценки эффективности и принципы конструирования светотехнических установок. Установки инфракрасного нагрева и отверждения лакокрасочных покрытий. Установки ультрафиолетового облучения. Фотохимические облучательные (электрографического действия) установки, установки облучения растений.

Архитектурное освещение. Приемы освещения. Моделирование архитектурного освещения. Использование программных средств для проектирования архитектурного освещения.

Основная литература

1. В. В. Мешков. Основы светотехники
2. В. В. Мешков, А. Б. Матвеев. Основы светотехники
3. В. В. Трембач. Световые приборы
4. Г. Н. Рохлин. Газоразрядные источники света
5. С. П. Решенов. Катодные процессы в дуговых источниках излучения
6. А. Е. Атаев. Зажигание ртутных разрядных источников излучения высокого давления
7. В. С. Литвинов, Г. Н. Рохлин. Тепловые источники оптического излучения
8. В. В. Мешков, М. М. Епанешников. Осветительные установки
9. М. М. Гуревич. Фотометрия
10. Ю. Б. Айзендерг. Справочная книга по светотехнике

Дополнительная литература

1. А. Е. Атаев. Световой вектор // Вестник МЭИ, 1996, № 4
2. И. С. Маршак и др. Импульсные источники света
1. Д. Уэймаус. Газоразрядные лампы
2. Н. А. Карякин. Световые приборы
3. В. В. Мешков, М. М. Епанешников. Осветительные установки