

«Утверждаю»

Генеральный директор ООО «ВНИСИ»

_____ А.Г. Шахпарунянц

«____» _____ 2018 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ

Направление – 13.06.01, Электро- и теплотехника

Направленность – 05.09.07, Светотехника

1. Основы светотехники

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.

Оптические и светотехнические характеристики материалов.

Спектральные и интегральные коэффициенты отражения, пропускания и поглощения излучения.

Световое поле. Интегральные характеристики светового поля. Функция ценности поля. Пространственная, средняя сферическая, средняя полусферическая, плоскостная и средняя цилиндрическая освещенности.

Общие законы преобразования излучения. Механизм поглощения излучения. Фотографическое действие излучения. Фотобиологическое действие излучения и фотосинтез.

Глаза как органы зрения. Установившийся и неуставившийся 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. Теория идеальной оптической системы (ИОС).

Кардинальные точки ИОС. Диафрагмы ИОС, виньетирование.

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

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. Физические процессы, определяющие срок службы ламп накаливания. Галогенные лампы накаливания и механизм галогенного цикла.

Понятие плазмы. Идеальная и неидеальная плазма. Кинетическое уравнение Больцмана. Функция распределения электронов по энергиям в столбе разряда низкого давления, ее отличие от равновесной. Локальная и нелокальная задача для функции распределения электронов по энергиям.

Уширение спектральных линий в столбе разряда низкого давления.

Перенос резонансного излучения через плазму. Форма спектральной линии внутри плазменного объема и за его пределами. Уравнение переноса излучения. Определение дивергенции вектора плотности потока излучения.

Уравнение Бибермана-Холстейна. Образование и разрушение возбужденных атомов в разряде низкого давления. Удары первого и второго рода. Скорости возбуждения, ионизации и тушения.

Источники излучения низкого давления. Элементы теории излучения разрядов низкого давления. Основные характеристики люминофоров.

Физический и полезный сроки службы люминесцентных ламп.

Пробой и зажигание газоразрядных ламп. Современные представления о механизме пробоя. Общие закономерности таунсендовского и стримерного механизмов 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. Ртутные лампы высокой интенсивности, их перспективность.

Принципиальные возможности металлогалогенных и натриевых ламп высокой интенсивности.

Импульсные источники света. Физические процессы в импульсных разрядах. Баланс энергии, электрические, излучательные и поглощательные свойства квазистационарной плазмы. 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.

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

Последовательность расчета силы света дисковых и цилиндрических френелевских линз. Способы расчета оптических устройств отражателей и рассеивателей. Принципы работы световодов.

Трассировка лучей. Прямая и обратная трассировки лучей. Рекурсивная и стохастическая трассировки лучей. Трассировка лучей методом статистических испытаний.

5. Пускорегулирующие устройства

Блок-схема комплекта «лампа-аппаратура пуска и регулирования».

Основные параметры, характеризующие аппаратуру пуска и регулирования. Статические и динамические вольт-амперные характеристики газоразрядных ламп.

Схемы зажигания и стабилизации работы газоразрядных ламп. Схемы зажигания газоразрядных ламп с холодными электродами. Схемы включения ламп с предварительным подогревом электродов.

Расчет и конструирование индуктивного балласта. Определение исходных данных. Конструктивный расчет дросселя.

Основные функции автоматизированных систем управления освещением (АСУО). Принципы АСУО (одноуровневое, двухуровневое управление). Структурная схема системы управления освещением и ее компоненты. Управляющие сигналы (аналоговое, цифровое управление).

Компоненты систем управления освещением. Электромагнитные компоненты. Трансформаторы и дросселя. Электронные компоненты. Диммеры.

Сигналы управления и протоколы. Аналоговое управление. Цифровое управление. Стандартные протоколы управления освещением. Сети и шины. Компьютеры в управлении освещением. Практическое значение управления освещением: эстетика, экономия энергии.

Практические системы управления освещением. Системы управления электроэнергией и зданием. Взаимодействие систем управления освещением с системами управления отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха. Умный дом. Рабочее место.

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.

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.

7. Наружное архитектурное освещение

Обзор существующих норм и рекомендаций для наружного архитектурного освещения. Анализ норм с точки зрения их достаточности для применения в светотехнической практике. Тенденции в дальнейшей разработке и совершенствовании норм.

Обзор существующих приемов освещения различных архитектурных объектов. Анализ применимости тех или иных приемов освещения в зависимости от конкретных условий.

Обзор характеристик применяемых источников, их достоинств и недостатков. Критерии выбора источников света в зависимости от решаемой ими задачи и условиях их использования. Проблемы энергосбережения и оптимизации эксплуатационных характеристик ИС. Новейшие тенденции в развитии источников света.

Обзор существующих на сегодняшний день приборов для наружного архитектурного освещения. Подбор и размещение оборудования в зависимости от заданных условий освещения. Методики проектирования наружного архитектурного освещения. Проблемы отрицательного воздействия осветительных приборов на жителей освещаемых (соседних с ними) зданий и участников дорожного движения. Воздействие наружного освещения на окружающую среду. Способы решения указанных проблем. Методы проведения экспертных оценок. Различные шкалы оценок: балльная, категорийная, бинарная. Критерии качества освещения.

8. Теория глобального освещения

Уравнение глобального освещения. Локальные и глобальные модели освещения. Уравнение излучательности (Radiosity). Трассировка лучей. Общая схема алгоритма визуализации трёхмерных сцен. Особенности решения метода глобального освещения в программах: текстуры, источники света, материалы, расчетный растр. Светотехнические программы и их особенности.

Представления трёхмерных объектов в программах моделирования осветительных установок. Полигональное представление. Аналитическое

представление. Представление трёхмерных объектов при помощи сферических функций.

Стохастическая трассировка лучей. Прямой и обратный ход луча.

Пересечение луча с поверхностью. Преломление луча на поверхности раздела. Методы Монте-Карло.

Проектирование осветительных установок (ОУ) при помощи светотехнических программ. Инженерный метод расчета ОУ. Достоинства и недостатки. Программный метод расчета ОУ, основанный на глобальном освещении. Достоинства и недостатки. Основные принципы моделирования ОУ на компьютере.

Моделирование светоцветовой среды. Светлотные преобразования.

Методы психофизических исследований. Шкалы психофизических исследований.

Литература

1. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю.Б. Айзенберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знак, 2006.

2. Мешков В.В. Основы светотехники. Ч.1. – М.: Энергия, 1979.

3. Мешков В.В., Епанешников М.М. Осветительные установки. – М.: Энергия, 1972.

4. Рохлин Г.Н. Разрядные источники света. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

5. Гуревич М.М. Фотометрия. – Л.: Энергоатомиздат, 1983.

6. В.П. Будаков. Фотометрическая теория диффузного светового поля. – М. Издательский дом МЭИ, 2009 г. 62 с.

7. Будаков В.П., Смирнов П.А. Луч света в теории светового поля.

Математическое моделирование световых полей: учебн. пособие / В.П. Будаков, Смирнов П.А. – М.: Издательский дом МЭИ, 2016. – 56 с.

8. Трёмбач В.В. Световые приборы. – М.: Высш. шк., 1990.

9. Варфоломеев Л.П. Электронные пускорегулирующие аппараты и системы управления освещением. Новости светотехники. – М.: Знак. 2002.

10. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. – М.: Физматлит, 2008.

11. Кнорринг Г.М. Осветительные установки. – М.: Энергоиздат, 2012.

12. Иванов В.С., Золотаревский Ю.М., Котюк А.Ф. Основы оптической радиометрии. – М.: Физматлит, 2003.

13. Ишанин Г.Г., Козлов М.Г., Томский К.А. Основы светотехники. – СПб.: ООО «БЕРЕСТА», 2004.

14. Щепетков Н.И. Световой дизайн города. – М.: Архитектура-С, 2006.

Перечень вопросов вступительного испытания
по специальной дисциплине при поступлении в аспирантуру
по образовательной программе:

Направление - 13.06.01 “Электро- и теплотехника”

Направленность - “Светотехника” 05.09.07

1. Энергетические и световые величины и единицы. Распределение излучения по спектру. Относительные спектральные световые эффективности излучения для дневного и ночного зрения. Телесный угол. Яркость пучка лучей. Эквивалентная яркость. Актиничность и относительная актиничность излучения.
2. Оптические и светотехнические характеристики материалов. Спектральные и интегральные коэффициенты отражения, пропускания и поглощения излучения. Френелевское отражение. Коэффициент яркости. Инвариант Штраубеля.
3. 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.
4. Общие законы преобразования излучения. Механизм поглощения излучения. Законы квантовой эквивалентности. Основные законы фотохимии. Фотографическое действие излучения. Фотобиологическое действие излучения и фотосинтез.
5. Прохождение излучения через поглощающие и рассеивающие среды. Уравнение переноса излучения. Закон Бугера-Ламберта. Рассеяние излучения (Рэля, Ми, Смолуховского). Коэффициент многократных отражений.
6. Глаза как органы зрения. Установившийся и неуставившийся 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.
7. Основы учения о цвете. Трехцветная теория зрения. Цвет и его компоненты. Современные цветовые системы. Цветовые расчеты в различных системах. Восприятие цвета.
8. Основные понятия и законы геометрической оптики. Параметры оптической системы. Преломление лучей в оптической системе. Теория идеальной оптической системы (ИОС). Кардинальные точки ИОС. Диафрагмы ИОС, виньетирование. Аберрации оптических систем.
9. Типовые оптические системы фотометрии. Сложные оптические системы. Элементы оптических систем. Принципы габаритного расчета типовых оптических систем.
10. Метрологические основы фотометрии. Виды и методы измерений. Эталоны и образцовые средства измерений. Использование моделей черного тела в фотометрии. Светоизмерительные лампы. Типы приёмников оптического излучения и их основные характеристики. Методы количественного регулирования излучения при измерениях.
11. Методы фотометрии. Основы зрительной фотометрии. Основы физической фотометрии. Принципиальные схемы физических фотометров. Фотографическая фотометрия и

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

1. 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.
2. Цветовые измерения и пирометрия излучения. Принципы зрительной и объективной колориметрии. Задачи и методы пирометрии излучения. Определение эквивалентных температур.
3. 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.
4. 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 и 184,9 нм в люминесцентных лампах. Основные характеристики люминофоров. Методы расчета и оптимизации параметров люминесцентных ламп, их физический и полезный сроки службы.
5. Пробой и зажигание газоразрядных ламп. Современные представления о механизме пробоя. Общие закономерности таунсендовского и стримерного механизмов пробоя. Моделирование предпробойных полей. Методики расчетной оценки напряжения пробоя. Эффект Пеннинга. Способы облегчения и управления условиями зажигания газоразрядных ламп.
6. 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 метало-галогенных и натриевых ламп высокой интенсивности.
7. Импульсные источники света. Физические процессы в импульсных разрядах. Баланс энергии, электрические, излучательные и поглощательные 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.
8. 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.
9. Принципы расчета световых приборов. Законы формирования светового пучка и методы расчета силы света прожекторных приборов. Последовательность 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.
10. Трассировка лучей. Прямая и обратная трассировки лучей. Рекурсивная и стохастическая трассировки лучей. Трассировка лучей методом статистических испытаний.
 11. Блок-схема комплекта «лампа-аппаратура пуска и регулирования». Основные параметры, характеризующие аппаратуру пуска и регулирования. Статические и динамические вольтамперные характеристики газоразрядных ламп. Принципы электротехнического расчета контура с газоразрядной лампой. Условия устойчивости работы газоразрядной лампы в контуре.
 12. 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.
 13. 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.
 14. Расчет и конструирование индуктивного балласта. Определение исходных данных. Конструктивный расчет дросселя. Метод расчета балласта с использованием стандартного магнито-провода. Принципы оптимизации параметров индуктивного балласта. Метод конструктивного расчета трансформатора с большим внутренним сопротивлением.
 15. 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.
 16. Принципы светотехнического расчета. Методики расчета освещенности от точечного, линейного и поверхностного источников излучения.
 17. Методы определения коэффициентов потока. Учет многократных отражений при расчете установок.
 18. 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.
 19. 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.
 20. Обзор существующих норм и рекомендаций для наружного архитектурного освещения. Анализ норм с точки зрения их достаточности для применения в светотехнической практике. Тенденции в дальнейшей разработке и совершенствовании норм.

21. Обзор существующих приемов освещения различных архитектурных объектов. Анализ применимости тех или иных приемов освещения в зависимости от конкретных условий. Наиболее распространенные ошибки при использовании тех или иных приемов, недопустимость некоторых из них для определенных условий.
22. Обзор характеристик применяемых источников, их достоинств и недостатков. Критерии выбора источников света в зависимости от решаемой ими задачи и условиях их использования. Проблемы энергосбережения и оптимизации эксплуатационных характеристик ИС. Новейшие тенденции в развитии источников света.
23. Обзор существующих на сегодняшний день приборов для наружного архитектурного освещения. Подбор и размещение оборудования в зависимости от заданных условий освещения. Методики проектирования наружного архитектурного освещения. Проблемы отрицательного воздействия осветительных приборов на жителей освещаемых (соседних с ними) зданий и участников дорожного движения. Воздействие наружного освещения на окружающую среду. Способы решения указанных проблем.
24. Обзор методов моделирования: плоскостное, полубъемное, моделирование с помощью полипроекции, компьютерное моделирование. Плюсы и минусы указанных методов. Существующие трудности и ограничения в применении компьютерного моделирования. Обзор и сравнение существующего программного обеспечения, применимого для моделирования освещения.
25. Методы проведения экспертных оценок. Различные шкалы оценок: балльная, категорийная, бинарная. Критерии качества освещения.
26. Уравнение глобального освещения. Локальные и глобальные модели освещения. Уравнение излучательности (Radiosity). Методы решения уравнения излучательности. Итерационный метод Саусвелла. Трассировка лучей. Общая схема алгоритма визуализации трёхмерных сцен. Особенности решения метода глобального освещения в программах: текстуры, источники света, материалы, расчетный растр. Светотехнические программы и их особенности.
27. Представления трёхмерных объектов в программах моделирования осветительных установок. Полигональное представление. Аналитическое представление. Представление трёхмерных объектов при помощи сферических функций.
28. Стохастическая трассировка лучей. Прямой и обратный ход луча. Пересечение луча с поверхностью. Преломление луча на поверхности раздела. Методы Монте-Карло. Использование методов локальной оценки Монте-Карло при решении уравнения глобального освещения. Использование методов двойной локальной оценки Монте-Карло при решении уравнения глобального освещения.
29. Верификация в программах моделирования осветительных установок. Аналитическое решение уравнения глобального освещения с краевыми условиями. Задача Соболева.
30. Проектирование осветительных установок (ОУ) при помощи светотехнических программ. Инженерный метод расчета ОУ. Достоинства и недостатки. Программный метод расчета ОУ, основанный на глобальном освещении. Достоинства и недостатки. Основные принципы моделирования ОУ на компьютере.
31. Требования к источникам света и световым приборам в разных типах ОУ. Характеристики светового поля: освещенность, яркость, показатель дискомфорта (UGR) и их допустимые значения. Пути улучшения технико-экономических показателей освещения: энергосберегающие технологии, светодиоды, управление освещением.
32. Нормирование естественного освещения. Коэффициент естественной освещенности. Световой климат. Существующие методы расчета естественного освещения и

- инсоляции. Моделирование естественного освещения в светотехнических программах, основные принципы и подходы.
33. Методы проектирования архитектурного, внутреннего, дорожного, ландшафтного и спортивного освещения. Требования к осветительным установкам. Критерии качества и основные тенденции развития ОУ. Развитие моделирования ОУ и повышение качества.
 34. Моделирование цветоцветовой среды. Светлотные преобразования. Методы психофизических исследований. Шкалы психофизических исследований.
 35. Понятие плазмы. Идеальная и неидеальная плазма. Дебаевское экранирование. Плазменная частота.
 36. Кинетическое уравнение Больцмана. Функция распределения электронов по энергиям в столбе разряда низкого давления, ее отличие от равновесной. Локальная и нелокальная задача для функции распределения электронов по энергиям. Расчет подвижности электронов в столбе разряда низкого давления. Связь подвижности с асимметричной частью функции распределения электронов по энергиям.
 37. Уширение спектральных линий в столбе разряда низкого давления. Перенос резонансного излучения через плазму. Форма спектральной линии внутри плазменного объема и за его пределами. Уравнение переноса излучения.
 38. Определение дивергенции вектора плотности потока излучения. Уравнение Бибермана-Холстейна, приближенный способ его решения (метод «эффективной продолжительности жизни возбужденного состояния»). Образование и разрушение возбужденных атомов в разряде низкого давления. Удары первого и второго рода. Скорости возбуждения, ионизации и тушения.
 39. Основные функции автоматизированных систем управления освещением (АСУО). Принципы АСУО (одноуровневое, двухуровневое управление). Структурная схема системы управления освещением и ее компоненты. Управляющие сигналы (аналоговое, цифровое управление).
 40. Компоненты систем управления освещением. Электромагнитные компоненты. Трансформаторы и дроссели. Зажигающее устройство и стартеры. Коррекция коэффициента мощности. Электронные компоненты. Электронный трансформатор. Управление освещением через электронные трансформаторы и балласт. Диммеры.
 41. Сигналы управления и протоколы. Аналоговое управление. Цифровое управление. Стандартные протоколы управления освещением. Сети и шины. Компьютеры в управлении освещением. Практическое значение управления освещением: эстетика, экономия энергии.
 42. Практические системы управления освещением. Системы управления электроэнергией и зданием. Взаимодействие систем управления освещением с системами управления отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха. Умный дом. Рабочее место. Конференц зал, аудитория. Музеи, галереи и библиотеки. Выставки. Отели, госпитали, институты. Рестораны, бары. Световая реклама. Розничная торговля. Теплицы. Технологические помещения. Здравоохранение. Дорожное освещение. Зрелищные мероприятия. Малые и большие сцены. Телевидение. Открытая эстрада. Стадионы, арены, парковки. Дискотеки и клубы.