

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой энергетики
_____ Н.В.Савина
«_____» _____ 2007 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрическое освещение»

для специальности: 140211 «Электроснабжение»

Составитель: ст. преп. Д.Н. Панькова

Благовещенск

2007 г.

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного университета

Электрическое освещение для специальности 140211 «Электроснабжение»: учебно-методический комплекс дисциплины./ Панькова Д.Н.— Благовещенск. Амурский гос. ун-т, 2007. 103 с.

Учебно-методический комплекс ориентирован на оказание помощи студентам в области организации и прохождения всех видов практик студентам очной и заочной форм обучения по специальности 140211 «Электроснабжение для формирования специальных знаний в области проектирования, светотехнических, электротехнических расчетов и эксплуатации сетей освещения и осветительных установок.

© Амурский государственный университет, 2007
© Д.Н. Панькова

Аннотация

Настоящий УМКД предназначен в помощь студентам всех форм обучения на энергетическом факультете при изучении дисциплины «Электрическое освещение».

При его написании учитывались рекомендации из положения «Об учебно-методическом комплексе дисциплины».

УМКД разрабатывался на основе утвержденных в установленном порядке Государственного образовательного стандарта, типовых учебных планов.

Исключением стали следующие пункты, которые не предусматриваются рабочей программой дисциплины «Электрическое освещение»:

- методические рекомендации по проведению лабораторных работ;
- методические указания по выполнению курсовых проектов (работ);
- комплекты заданий для лабораторных работ.

Данная дисциплина введена в учебный план как факультативная дисциплина, поэтому типовая Федеральная программа отсутствует.

СОДЕРЖАНИЕ

1.1. Рабочая программа дисциплины.....	5
1.2. График самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине «Электрическое освещение».....	19
1.3. Методические рекомендации по проведению семинарских и практических за- нятий (рекомендуемая тематика и вопросы, формы проведения), самостоятельной ра- боты студентов.....	20
1.4. Методические рекомендации по проведению деловых игр, разбору ситуаций и т.п.....	32
1.5. Краткий конспект лекций (по каждой теме).....	35
1.6. Методические указания к практическим (семинарским занятиям).....	72
1.7. Методические указания по выполнению домашних заданий и контрольных работ.....	88
1.8. Перечень программных продуктов, используемых в практике деятельности выпускников.....	93
1.9. Методические указания по применению современных информационных тех- нологий для преподавания дисциплины.....	94
1.10 Методические указания профессорско-преподавательскому составу по орга- низации межсессионного и экзаменационного контроля знаний студентов (материалы по контролю качества образования).....	95
1.11. Комплект заданий для контрольных, домашних работ.....	98
1.12. Комплект контрольных вопросов к зачету.....	102
1.13.Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподаватель- ского состава.....	103

1.1. Рабочая программа: по дисциплине «Электрическое освещение»

для специальности 140211 «Электроснабжение»

(очной, заочной форм обучения)

Курс 3,4	Очная форма обучения	Заочная форма обучения	Ускоренная форма обучения
Семестр	6	8	7
Лекции (час)	36	10	10
Практические занятия	18	4	4
Самостоятельная работа	36	76	76
Зачет	6	8	7
ВСЕГО часов	90	90	90

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО 657900 «Электроэнергетика» и учебного плана специальности «Электроснабжение»: блок дисциплин специализации.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Электрическое освещение» относится к циклу дисциплин, предусмотренных Госстандартом. СДБ 02.04 Блок включает дисциплины по расчету и выбору установок наружного и внутреннего электрического освещения производственных общественных и жилых объектов. Целью преподавания дисциплины «Электрическое освещение» является формирование знаний в области светотехнических и электротехнических расчетов сетей освещения, устройств источников света и осветительных установок. Задачей изучения дисциплины является подготовка инженеров по направлению «Электроэнергетика», применению знаний по проектированию установок электрического освещения производственных, общественных и жилых объектов. В

свою очередь, изучаемая дисциплина является одной из основных при изучении курса «Электроснабжение».

В процессе всех видов занятий по изучению дисциплины «Электрическое освещение» в соответствии с квалификационной характеристикой выпускников, студенты должны знать:

- устройство и принцип действия таких источников света (ИС) как лампы накаливания (ЛН), дуговые ртутные лампы (ДРЛ), дуговые ртутные лампы с излучающими добавками (ДРИ), натриевые лампы (ДНаТ), ксеноновые лампы (ДКсТ), люминесцентные лампы (ЛЛ); методы светотехнических расчетов осветительных установок (ОУ); конструкцию, степени защиты, эксплуатационные группы осветительных приборов (ОП) и правильно выбирать светильники для конкретных условий;

- порядок электрического расчета ОУ, по результатам которого распределить ИС по группам, выбрать сечения и марки проводников в осветительных сетях, распределительные пункты и щитки;

- уметь применять для электрического освещения источники света в зависимости от условий окружающей среды, требований технологического процесса, размеров освещаемого помещения;

- проверять выбранные сечения по длительно допустимому току, по нагреву ТКЗ и потере напряжения;

- защитить осветительные сети от перегрузки и КЗ;

- произвести светотехнический и электрический расчет установок наружного освещения (НО), территорий промышленных предприятий и городов.

Теоретической базой дисциплины «Электрическое освещение» являются курсы «Теоретические основы электротехники», «Безопасность жизнедеятельности», разделы физики «Электричество», «Оптика», и др.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

1 ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ (36 часов)

1. Введение.

1.1 Предмет и задачи курса. Основные светотехнические величины и единицы их измерений. Нормирование установок электрического освещения. Разряды зрительных работ – 2 ч.

1.2. Системы и виды освещения. Качественные характеристики осветительных установок (ОУ). Осветительные приборы – 2 ч.

1.3. Электрические источники света (ИС). Классификация ИС, Устройство, принцип действия и область применения ламп накаливания и газоразрядных ламп (ЛЛ, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ). Схемы включения газоразрядных источников света пускорегулирующие аппараты – 6 ч.

1.4. Кривые силы света (КСС). Моделирование КСС. Выбор светильников по типу КСС – 2 ч.

1.5. Проектирование осветительных установок. Выбор нормируемой освещенности, системы и вида освещения, светильников в освещаемом пространстве – 2 ч.

1.6. Расчет установок эл. освещения. Основные методы расчета (точечный метод, метод коэффициента использования светового потока, метод удельной мощности) – 4ч.

1.7. Регулирование напряжения в осветительных сетях. Электротехнические особенности сетей осветительных установок. Разрядная лампа — нелинейный токоприемник. Компенсация реактивной мощности – 4 ч.

1.8. Электротехнический расчет ОУ, определение расчетной оптимальной нагрузки распределение выбранного количества осветительных приборов по группам, расчет рабочих токов в питающих сетях, выбор марок и сечений питающих линий –4 ч,

1.9. Схемы питания осветительных установок. Потеря напряжения в осветительных сетях. Расчет и выбор сечения проводов осветительных сетей по потере напряжения – 4 ч.

1.10. Защита осветительных сетей. Выбор аппаратов защиты осветительных сетей – 2 ч.

1.11. Правила эксплуатации осветительных установок. Общие требования ПУЭ.

Электробезопасность осветительных установок – 4 ч

2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 часов)

2.1. Светотехнический расчет осветительных установок. Расположение и установка светильников. Определение мощности ламп. – 2 ч.

2.2. Кривые силы света (КСС). Выбор светильников по типу КСС – 2 ч.

2.3. Расчет освещенности горизонтальной, вертикальной и наклонной плоскостей помещения. – 2 ч.

2.4. Расчет освещения точечным методом. Выбор ламп по рассчитанному световому потоку – 2 ч.

2.5. Расчет сетей с газоразрядными лампами при наличии компенсации – 2 ч.

2.6. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока и методом удельной мощности – 4 ч.

2.7. Выбор сечения проводников осветительной сети. Потери напряжения на участках сети. Расчет на минимум проводникового материала осветительной сети – 2 ч.

2.8. Расчет наружного и уличного освещения – 2 ч.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (36 часа)

Самостоятельная работа предусматривает:

– выполнение индивидуальных практических заданий по темам практических работ (18 часов);

– самостоятельная работа с рекомендуемой литературой и журналами научно-технического направления (18 часов).

Темы индивидуальных практических заданий:

3.1. Расчет естественного освещения помещений – 2 ч.

3.2. Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования (метод удельной мощности) – 2 ч.

3.3. Расчет искусственного освещения точечным методом – 2 ч.

3.4. Расчет двухпроводных сетей переменного тока. – 2 ч.

3.5. Расчет четырехпроводных сетей переменного тока. – 2 ч.

3.6. Выбор сечения проводников осветительной сети. Потери напряжения на участках сети. Расчет на минимум проводникового материала осветительной сети – 2 ч.

Необходимые теоретические сведения, задание и исходные данные индивидуальных практических заданий содержатся в учебном пособии: Электрическое освещение. Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ (ЗАОЧНОЙ СОКРАЩЕННОЙ ФОРМЫ)

4. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ (10 часов)

4. Введение. Предмет и задачи курса. Основные светотехнические величины и единицы их измерений. Нормирование установок электрического освещения. Разряды зрительных работ – 2 ч.

4.1. Системы и виды освещения. Осветительные приборы. Электрические источники света (ИС), их классификация. Устройство, принцип действия и область применения ламп накаливания и газоразрядных ламп (ЛЛ, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ).– 2 ч.

1.4. Кривые силы света (КСС). Моделирование КСС. Выбор светильников по типу КСС – 2 ч.

1.5. Проектирование осветительных установок. Выбор нормируемой освещенности, системы и вида освещения, светильников в освещаемом пространстве. Основные методы расчета электрического освещения.– 2 ч.

1.7. Регулирование напряжения в осветительных сетях. Электротехнические особенности сетей осветительных установок. Потеря напряжения в осветительных сетях.– 2 ч.

2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (18 часов)

2.1. Светотехнический расчет осветительных установок. Расположение и установка светильников. Определение мощности ламп. – 2 часа.

2.2. Кривые силы света (КСС). Выбор светильников по типу КСС – 2 ч.

2.3. Расчет освещенности горизонтальной, вертикальной и наклонной плоскостей помещения. – 2 часа.

2.4. Расчет освещения точечным методом. Выбор ламп по рассчитанному световому потоку – 2 часа.

2.5. Расчет сетей с газоразрядными лампами при наличии компенсации. – 2 часа.

2.6. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока и методом удельной мощности. – 4 часа.

2.7. Выбор сечения проводников осветительной сети. Потери напряжения на участках сети. Расчет на минимум проводникового материала осветительной сети. – 2 часа.

2.8. Расчет наружного и уличного освещения. – 2 часа.

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (36 часа)

Самостоятельная работа предусматривает:

- выполнение индивидуальных практических заданий по темам практических работ (18 часов);

- самостоятельная работа с рекомендуемой литературой и журналами научно-технического направления (18 часов).

Темы индивидуальных практических заданий:

3.1. Расчет естественного освещения помещений – 2 ч.

3.2. Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования (метод удельной мощности) – 2 ч.

3.3. Расчет искусственного освещения точечным методом – 2 ч.

3.4. Расчет двухпроводных сетей переменного тока. – 2 ч.

3.5. Расчет четырехпроводных сетей переменного тока. – 2 ч.

3.6. Выбор сечения проводников осветительной сети. Потери напряжения на участках сети. Расчет на минимум проводникового материала осветительной сети – 2 ч.

Необходимые теоретические сведения, задание и исходные данные индивидуальных практических заданий содержатся в учебном пособии: Электрическое освещение. Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.

5. ПЕРЕЧЕНЬ И ТЕМЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ФОРМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Промежуточный контроль знаний студентов по дисциплине предусматривает две контрольные точки в 6 семестре, оценки по которым выставляются на основе информации о выполнении практических заданий:

5.1. Расчет естественного, искусственного освещения помещений – 1 контрольная точка.

5.2. Расчет двухпроводных, четырехпроводных сетей переменного тока.– 2 контрольная точка.

6. ЗАЧЕТ

Зачет предусматривает ответ на один теоретический вопрос и решение практического задания.

Вопросы к зачету:

1. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения ламп накаливания (ЛН).

2. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения ламп ДРЛ.

3. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения ламп ЛЛ.

4. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения ламп ДНаТ.

5. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения МГЛ ламп.

6. Принцип классификации ОН.

7. Объяснить значение букв и цифр в шифре ОН.

8. Нормируемые показатели ОУ (освещенность, защитный угол, коэффициент пульсации светового потока, показатель дискомфорта).
9. Системы освещения.
10. Виды освещения.
11. Выбор светильников в зависимости от требований к ОУ и окружающей среды.
12. Какие исходные данные необходимы для начала электрического и светотехнического расчетов?
13. Метод удельной мощности: порядок расчета, справочная информация, точность расчета, область применения.
14. Метод коэффициента использования светового потока: порядок расчета, справочная информация, точность расчета, область применения.
15. Точечный метод: порядок расчета, справочная информация, точность расчета, область применения.
16. Как определить расчетную нагрузку от освещения?
17. Принцип разбиения ИС на группы, порядок чередования фаз при подключении ОП,
18. Определение рабочего длительно допустимого тока в:
 - трехфазной сети с нулем и без нуля при равномерной нагрузке фаз;
 - двухфазной сети с нулевым проводом при равномерной нагрузке фаз; двухпроводной сети;
 - для каждой из фаз двух- и трехпроводной сети с нулем при любой нагрузке фаз.
19. Проверка выбранных сечений по условию нагрева ТКЗ.
20. Определение потери напряжения в осветительной сети.
21. Аппараты защиты в осветительных сетях - типы, условия выбора.
22. Наиболее распространенные схемы питания ОУ.
23. КРМ в осветительных сетях: определение мощности КУ, принцип ис-

полнения.

24. Наиболее распространенные ИС и ОП для установок НО.
25. Определение числа и мощности ИС для НО.
26. Устройство сетей НО.
27. Схемы питания сетей НО.

Тематика задач:

1. Расчет естественного освещения помещений.
2. Расчет искусственного освещения помещений.
3. Расчет методом коэффициента использования светового потока.
4. Расчет искусственного освещения точечным методом.
5. Выбор напряжения, типов светильников, мощности ламп.
6. Определение расчетной нагрузки от освещения.
7. Определение потери напряжения в осветительной сети.

Для допуска к зачету достаточными основаниями являются выполнение, сдача и проверка всех практических работ (заданий). В порядке исключения к зачету может также быть допущен студент, не выполнивший одну или две работы (задание).

Студент, не сдавший одной или двух работ (заданий) и допущенный к зачету в порядке исключения, отвечает также на дополнительные вопросы по теме этих работ (заданий). Для подготовки ответа студенту отводится 40 мин. Для получения удовлетворительной оценки достаточно показать знание основных понятий по теме вопросов и показать направление решения задачи. Оценка «хорошо» выставляется студенту, правильно решившему задачу и показавшему способность экономического, математического, технического и др. обоснований применяемых решений. Оценка «отлично» выставляется, если, кроме того, студент правильно ответил на дополнительные вопросы по темам, смежным с темами основных вопросов. При этом неправильные ответы на дополнительные вопросы могут служить основанием для снижения оценки до «удовлетворительно», если эти ответы свидетельствуют о слабом понимании материала.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ (ОСНОВНОЙ) ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.1. Электротехнический справочник. Под общей редакцией ВТ. Герасимова, А.Р. Дьякова и др. - М: Издательство МЭИ, 2001 г., том 3, гл. 2
- 1.2. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. -Л.: Энергия 1976 г.
- 1.3. Кшоев С.А. Освещение производственных помещений. — М.: Энергия, 1980г.
- 1.4. Правила устройств электроустановок. Раздел IV. Электрической освещение. -М: Атомиздат, 2001 г.
- 1.5. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Нормы проектирования. -М.: Энергия 1985г.
- 1.6. Справочная книга по светотехнике. Под ред. Ю.В. Айзенберга. - М.: Энергоатомиздат 1998г.
- 1.7. Электрическое освещение. Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 2.1. Епанешников М.М. Электрическое освещение. -М: Энергия, 1873
- 2.2. Кнорринг Г.М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения. -Л. Энергия, 1973г.
- 2.3. Айзенберг Ю.В. Световые приборы. - М.: Энергия 1980,
- 2.4. Электрооборудование установок электрического освещения. Методические указания. - Ленинград, 1982г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ) КАРТА

ДИСЦИПЛИНЫ

Номер недели	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номера)		Используемые наглядные и методические пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			практич. (семина.)	лаборат.		содержание	час	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Предмет и задачи курса. Основные светотехнические величины и единицы их измерений. Нормирование установок электрического освещения. Разряды зрительных работ			СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», Нормы проектирования. -М.: Энергия 1985г.	Работа со справочной литературой: СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», Нормы проектирования. -М.: Энергия 1985г. Электротехнический справочник т. 3 кн.2. Под ред.А.Грудинского .М.:Энергоиздат, 1992 г.	4	Контрольная точка, зачет.
2	2	Системы и виды освещения. Качественные характеристики осветительных установок (ОУ). Осветительные приборы	1. Светотехнический расчет осветительных установок. Расположение и установка светильников. Определение мощности ламп.		Электрическое освещение Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.	Выполнение самостоятельных заданий по темам практических занятий	4	Контрольная точка, проверка индивидуального задания, зачет.
3	3	Электрические источники света (ИС). Классификация ИС, Устройство, принцип действия и область применения ламп накаливания и газоразрядных ламп (ЛЛ, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ)	.			Работа со справочной литературой: Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. -Л.: Энергия 1976 г.	2	Контрольная точка, зачет.
4	3	Схемы включения газоразрядных источников света, ПРА						Контрольная точка, зачет.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	4	Кривые силы света (КСС). Моделирование КСС. Вы-			СНиП 23-05-95 «Естественное и искусствен-	Работа со справочной литературой: СНиП	2	Контрольная точка, зачет.

		бор светильников по типу КСС			ное освещение», Нормы проектирования. -М.: Энергия 1985г.	23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», Нормы проектирования. -М.: Энергия 1985г. Электротехнический справочник т. 3 кн.2. Под ред.А.Грудинского .М.:Энергоиздат, 1992 г.		
6	5	Проектирование осветительных установок. Выбор нормируемой освещенности, системы и вида освещения, светильников в освещаемом пространстве	2. Расчет освещенности горизонтальной, вертикальной и наклонной плоскостей помещения.		Электрическое освещение Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.	Выполнение самостоятельных заданий по темам практических занятий	4	Контрольная точка, проверка индивидуального задания, экзамен
7	6	Расчет установок эл. освещения. Основные методы расчета.	3. Расчет освещения точечным методом. Выбор ламп по рассчитанному световому потоку		Электрическое освещение Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.	Выполнение самостоятельных заданий по темам практических занятий	4	Контрольная точка, проверка индивидуального задания, зачет.
8	6	Точечный метод, метод коэффициента использования светового потока, метод удельной мощности.	4. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока и методом уд. мощ-ти.		Электрическое освещение Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.	Выполнение самостоятельных заданий по темам практических занятий	4	Контрольная точка, проверка индивидуального задания, зачет.
1	2	3	4	5	6	7	8	9

9	7	Регулирование напряжения в осветительных сетях. Электротехнические особенности сетей осветительных установок. Разрядная лампа — нелинейный токоприемник, Компенсация реактивной мощности.	5. Расчет сетей с газоразрядными лампами при наличии компенсации.		Электрическое освещение Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.	Выполнение самостоятельных заданий по темам практических занятий	4	Контрольная точка, проверка индивидуального задания, экзамен
10	8	Электротехнический расчет ОУ, определение расчетной оптимальной нагрузки распределение выбранного количества осветительных приборов по группам, расчет рабочих токов в питающих сетях, выбор марок и сечений питающих линий			Электрическое освещение Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.	Самостоятельная работа со справочной литературой. Электротехнологические промышленные установки. Под ред. Свенчанского А.А. - М.: Энергоиздат, 1982 г.	2	Проверка индивидуального задания, экзамен
11	9	Схемы питания осветительных установок. Потеря напряжения в осветительных сетях.	6. Выбор сечения проводков осветительной сети. Потери напряжения на участках сети. Расчет на минимум проводникового материала осветительной сети		Электрическое освещение Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.	Выполнение самостоятельных заданий по темам практических занятий	4	Проверка индивидуального задания, экзамен
12	9	Расчет и выбор сечения проводов осветительных сетей по потере напряжения	7. Расчет наружного и уличного освещения		Электрическое освещение Основы проектирования, часть 1. Д.Н. Панькова. АмГУ.2003 г.	Выполнение самостоятельных заданий по темам практических занятий	4	Проверка индивидуального задания, зачет
13	10	Защита осветительных сетей. Выбор аппаратов защиты ОС						Зачет
1	2	3	4	5	6	7	8	9

14	11	Правила эксплуатации осветительных установок. Общие требования ПУЭ. Электробезопасность осветительных установок		Правила устройств электроустановок. Раздел IV. Электрической освещение. -М: Атомиздат, 2001 г.		Зачет.
----	----	---	--	--	--	--------

1.2. График самостоятельной учебной работы студентов по дисциплине «Электрическое освещение»

Таблица 1 – Перечень тем самостоятельной работы студентов по курсу «Электрическое освещение»

№	Содержание	Объем (36 ч)	Форма контроля	Сроки
Индивидуальные практические задания (18 ч)				
1	Расчет естественного освещения помещений	2 ч	проверка	1,2 неделя
2	Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования (метод удельной мощности)	2 ч	проверка	1,2 неделя
3	Расчет искусственного освещения точечным методом	2 ч	защита	1,2 неделя
4	Расчет двухпроводных сетей переменного тока	2 ч	проверка	5,6 неделя
5	Расчет четырехпроводных сетей переменного тока	2 ч	защита	5,6 неделя
6	Выбор сечения проводников осветительной сети. Расчет на минимум проводникового материала осветительной сети	2 ч	защита	3,4 неделя
7	Потери напряжения на участках сети. Допустимые (располагаемые) потери напряжения	2 ч	защита	3,4 неделя
8	Защита осветительных сетей. Выбор и проверка предохранителей и автоматических выключателей.	2 ч	проверка	7,8 неделя
9	Расчет уличного освещения. Расчет прожекторной установки	2 ч	защита	9,10 неделя
Самостоятельная работа с литературой научно-технического направления (18 ч)				
1	Работа с литературой научно-технического направления	8 ч	опрос	В течение семестра
2	Работа с периодической литературой, фурналами научно-технического направления	6 ч	опрос	В течение семестра
3	Работа с учебно-методическими пособиями по дисциплине «Электрическое освещение»	4 ч	опрос	В течение семестра

1.3. Методические рекомендации по проведению семинарских и практических занятий (рекомендуемая тематика и вопросы, формы проведения), самостоятельной работы студентов.

1.3.1. Перечень практических занятий (18 часов)

1. Светотехнический расчет осветительных установок. Расположение и установка светильников. Определение мощности ламп. – 2 часа.

2. Кривые силы света (КСС). Выбор светильников по типу КСС – 2 ч.
3. Расчет освещенности горизонтальной, вертикальной и наклонной плоскостей помещения. – 2 часа.
4. Расчет освещения точечным методом, методом коэффициента использования светового потока, методом удельной мощности. Выбор ламп по рассчитанному световому потоку – 2 часа.
5. Расчет сетей с газоразрядными лампами при наличии компенсации. – 2 часа.
6. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока и методом удельной мощности. – 4 часа.
7. Выбор сечения проводников осветительной сети. Потери напряжения на участках сети. Расчет на минимум проводникового материала осветительной сети. – 2 часа.
8. Расчет наружного и уличного освещения. – 2 часа.

*1.3.2. Вопросы, выносимые на самостоятельную работу по всему курсу
«Электрическое освещение»*

1. Дайте определение лучистой энергии и лучистого потока. Как выражается лучистый поток аналитически? В каких единицах он измеряется?
2. Каково распределение чувствительности глаза? Каковы ее спектральные границы и положение максимума при дневном зрении?
3. Дайте определение светового потока и его аналитическое выражение.
4. Дайте определение силы света и единицы для ее измерения.
5. Как связаны между собой сила света и световой поток?
6. Как характеризуется поверхностная плотность светового потока?
7. Что такое освещенность и светимость? Как они связаны между собой? Единицы их измерения.
- 8.. Что такое яркость? В чем ее отличие от светимости? Единицы измерения яркости.
9. Чем характеризуются световые свойства тел? Что такое коэффициенты отражения, пропускания, поглощения? Как они связаны между собой?

10. Какие существуют методы измерения световых характеристик источников света и осветительных приборов?
11. В чем состоят преимущества и недостатки физической фотометрии по сравнению со зрительной фотометрией?
12. Как измеряется освещенность?
13. Как измеряется яркость?
14. Что такое вентильный фотоэлемент, его назначение и устройство.
15. Устройство и назначение люксметра.
16. Что понимается под тепловым излучением?
17. Что понимается под коэффициентом излучения?
18. Назначение, конструкция, световые и электрические характеристики ламп накаливания.
19. Что такое люминесценция?
20. Как протекает электрический разряд в газах и парах металлов?
21. Начертите вольт-амперную характеристику газоразрядного источника света.
22. На чем основано изменение и исправление спектра (цвета свечения) газоразрядных ламп?
23. Как влияет изменение напряжения в сети на работу ламп накаливания и газоразрядных (люминесцентных) ламп?
24. Нарисуйте схему включения люминесцентной лампы в сеть.
25. Каковы основные конструктивные части светильников?
26. Что такое осветительная арматура и ее назначение?
27. Назовите основные светотехнические характеристики светильников.
28. Что положено в основу светотехнической классификации светильников?
29. Какое значение имеет, классификация светильников по степени защиты от воздействия окружающей среды?
30. Как делятся светильники по способу установки?
31. Назовите основные типы светильников с люминесцентными лампами, нашедшими наиболее широкое применение в практике промышленного освещения.
32. Что собой представляет прожектор и его назначение?

В чем заключается задача нормирования осветительных установок?

33. Чем определяется уровень чувствительности глаза?

34. Что называется пороговой разностью яркости?

35. Как определяется пороговый контраст?

36. Что называется блескостью и ослепленностью? В чем их вредность?

37. Что вы понимаете под плантацией глаза?

38. Какое значение имеет равномерность освещения?

39. Когда в нашей стране были введены Правила искусственного освещения

40. Назовите основные факторы, определяющие видимость объекта.

41. Как ведется нормирование освещенности разных объектов (помещений, улиц и т. п.)?

42. Какие факторы влияют на колебание освещенности рабочей поверхности?

43. Что вы понимаете под коэффициентом пульсации освещенности?

44. Каковы задачи проектирования осветительных установок?

45. Какие вопросы решаются на различных стадиях проектирования?

46. Из чего должны состоять технические проекты и рабочие чертежи?

47. Внимательно рассмотрите и начертите условные обозначения, используемые на чертежах.

48. Из каких разделов состоит пояснительная записка к рабочим чертежам?

49. На какой стадии проектирования составляется смета?

50. Рассмотрите различные типы источников света, выпускаемых промышленностью, с технико-экономической стороны, сопоставляя их светотехнические характеристики.

51. Для освещения каких мест используются лампы ДРЛ?

52. При какой температуре окружающей среды обеспечивается устойчивость работы люминесцентных ламп?

53. Какие системы освещения вы знаете? В чем их отличие?

54. Что такое коэффициент запаса, вводимый к нормированной освещенности при расчете мощности источника света?

55. Назовите основные условия выбора светильника.

56. Какие существуют способы размещения светильников общего освещения?
57. Что вы понимаете под питающими и групповыми линиями электрической сети и как они выполняются?
58. Для чего применяется аварийное освещение? Назовите источники питания аварийного освещения.
59. Чем определяется выбор напряжения для осветительной установки?
60. Какими соображениями следует руководствоваться при выборе числа и размещения групповых щитков?
61. Назовите причины, обуславливающие снижение освещенности на рабочих местах.
62. В чем заключается задача светового расчета осветительной установки?
63. Чем определяется прямая и отраженная составляющие освещенности?
64. Что характеризует коэффициент использования осветительной установки?
65. В чем заключается упрощенный способ расчета коэффициента использования осветительной установки?
66. Как производится расчет освещенности от прожектора заливающего света?
67. В чем состоит особенность расчета освещенности от несимметричных светильников?
68. Какие цели ставятся при расчете электрических осветительных сетей?
69. Какие нормы допустимых уровней напряжения установлены правилами устройства электроустановок (ПУЭ) для электрических осветительных сетей внутри производственных и общественных зданий, в сетях наружного освещения, аварийного освещения и освещения жилых зданий?
70. Как определяются полные располагаемые потери напряжения на стропе низкого напряжения трансформаторной подстанции?
71. Как определяются расчетные потери напряжения в сети от щита низкого напряжения трансформаторной подстанции до наиболее удаленной лампы?
72. Как определяется момент нагрузки?
73. Как выполняется расчет трехпроводных (двухфазных) сетей переменного тока?

74. Как выполняется расчет электрических осветительных сетей на минимум проводникового материала?

75. Как выполняется расчет проводов по условиям нагревания и как проверяется их механическая прочность?

1.3.2. План проведения практических занятий

Практические занятия проводятся на основе теоретического курса лекций, прослушанных студентами, самостоятельной работы студентов, а также алгоритмов и методик расчетов, предложенных преподавателем на практическом занятии.

Ход практического или семинарского занятия

1) Тема практического занятия, цель и задачи, план проведения практического занятия.

Здесь:

- приводится тематика практического или семинарского занятия;
- рассматривается ряд вопросов, необходимых студентам для определенного темой практического занятия;
- приводится общий план проведения практического или семинарского занятия;
- ставятся цели и ряд задач, для достижения цели;
- производится знакомство студентов с дополнительной информацией (справочники, каталоги, учебная литература, методические указания, конспекты лекций и пр.);

2) Методы и алгоритмы расчетов по теме практического занятия, проблемная ситуация.

Здесь:

- изучается дополнительная информация, повторяется изученный ранее в курсе лекций материал;
- преподавателем приводятся рекомендации по тематике семинарского занятия и поставленной проблеме;
- рассматриваются варианты решения поставленных задач по изученным или

приведенным ранее в курсе лекций методикам или алгоритмам;

- подводится предварительный итог того, что должен достичь студент на основе решения поставленных задач для достижения поставленной цели на практическом занятии, рассматривается правильность принятия решений.

3) Задание на практическое занятие

Задание на практическое занятие выдается:

- индивидуально каждому студенту или по вариантам, для решения во время практического занятия;

- общее для группы, когда над решением задачи работают все студенты, а один студент решает задачу у доски;

- студенты разбивается на группы, задание выдается одно на группу.

4) Подведение итогов по проведенному практическому заданию.

Здесь:

- обсуждается решение поставленных задач для достижения цели;

- рассматривается правильность выполнения задания, где:

а) при индивидуальном выполнении практического задания – каждый студент защищает полученные собственные результаты,

б) когда над решением задачи работают все студенты, а один студент решает задачу у доски – результаты, полученные в ходе решения поставленной проблемы и достижения определенной цели, анализируются сообща в виде дискуссии,

в) когда задание выдается по группам – полученные результаты представляет и защищает лидер группы,

- делается вывод по проделанной работе и по полученным результатам составляется оценка.

5) Самостоятельная работа студентов.

После каждого семинарского и практического занятия студентам:

- выдается задание для самостоятельной работы во внеаудиторное время (домашнее задание) индивидуально каждому студенту (это могут быть заготовленные преподавателем карточки с заданием, продиктованные преподавателем данные для самостоятельной работы, варианты заданий из методических рекомендаций по дис-

циплине и пр.);

- выдается перечень вопросов самостоятельного изучения для выполнения домашнего задания;

- предлагается план выполнения самостоятельной работы (может быть использован план практического занятия приведенного выше, самостоятельно разработанный студентом план выполнения задания);

- преподавателем разъясняется, как будет осуществляться контроль за выполнением студентом самостоятельной работы (сдача выполненной работы, ее проверка и защита с последующим выставлением оценки).

Ниже кратко приводится пример проведения практического занятия № 7 (в соответствии с рабочей программой).

1) **Тема:** «Выбор сечения проводников осветительной сети. Потери напряжения на участках сети»

Цель практического занятия: Научиться рассчитывать электрическую осветительную сеть по потере напряжения.

Поставленные на практическом занятии задачи:

- научиться рассчитывать располагаемые (допустимые) потери напряжения в сети;

- проанализировать значения параметров различных видов схем (трехфазной с нулем, трехфазной без нуля, двухфазной с нулем, двухфазной без нуля, однофазной с нулем). К основным параметрам относятся: номинальное напряжение сети, коэффициенты схемы, удельные сопротивления и проводимости проводников, нагрузки осветительной (питающей, групповой, разветвленной) сети, коэффициенты приведения моментов и др.;

- научиться рассчитывать: нагрузку осветительной сети, моменты питающей (магистральной) осветительной сети, моменты участков групповой осветительной сети, сечение проводника в главной магистрали по располагаемой потере напряжения; сечение проводников на отходящих участках групповой осветительной сети по распределенным потерям напряжения на основании действительных потерь в главной магистрали осветительной сети.

- осуществить проверку выбранных сечений по нагреву длительно допустимым током и условиям срабатывания защитного аппарата.

Вопросы к данному практическому занятию

Вопросы к практическому занятию формируются на основе лекции по теме «Расчет электрической осветительной сети» и самостоятельной проработки студентами материала по данной тематике. Перечень основных вопросов приводится ниже.

1. Как определить расчетную нагрузку питающей осветительной сети (для сети выполненной лампами накаливания, для сети выполненной газоразрядными лампами)?

2. Каковы основные требования предъявляемые к проводникам осветительной сети?

3. Как определяется рабочий ток в: трехфазной сети с нулем и без нуля при равномерной нагрузке фаз, двухфазной сети с нулевым проводом при равномерной нагрузке фаз, двухпроводной сети, для каждой из фаз двух- и трехпроводной сети с нулем при любой нагрузке фаз для выбора сечения по длительно допустимому току (по условию нагрева)?

4. Что такое момент нагрузки, приведенный момент нагрузки?

5. Как определяются допустимые потери в сети?

6. Что означает понятие распределенная нагрузка, как определить момент нагрузки в сети с распределенной нагрузкой?

7. Как определить сечение по потере напряжения?

8. Как определить потерю напряжения в сетях с неравномерной загрузкой фаз?

9. Как определить ток однофазного короткого замыкания?

10. Как определить сечение по условиям срабатывания защитного аппарата при коротких замыканиях.

11. Как выбирается сечение нулевых проводников?

Общий план проведения практического занятия.

1. Повторение теоретического курса лекции по теме «Расчет электрической осветительной сети» (расчет электрических нагрузок, выбор сечений по нагреву, выбор сечений по потере напряжения, защита осветительных сетей, выбор сечений по

условию срабатывания защитного аппарата).

2. Изучение дополнительной информации на основе справочных и каталожных данных по теме практического занятия (таблицы 12-6, 12-7, 12-9, 12-10, рисунки 12-2, 12-3, 12-4 в книге «Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М.Кнорринга.»).

3. Анализ алгоритмов расчета осветительных сетей, используя лекцию по теме «Расчет электрической осветительной сети», методические указания «Д.Н. Панькова Электрическое освещение. Основы проектирования: Учебно-методическое пособие. Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2003.», справочник «Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М.Кнорринга».

4. Выполнение практического задания.

5. Анализ выполнения работы и полученных результатов.

6. Вывод по выполненному практическому заданию, подведение итогов и оценка результатов.

2) **Методы и алгоритмы расчетов по теме практического занятия, проблемная ситуация.**

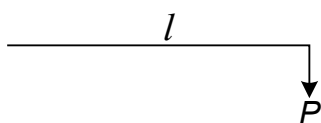
Краткая информация по теме практического задания.

Рассчитать электрическую линию значит определить сечение провода, которое удовлетворяло бы требованиям по механической прочности, термической стойкости, показателям качества электроэнергии и надежности схемы электроснабжения осветительных электроустановок.

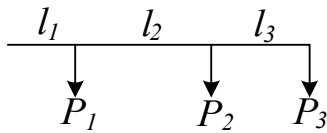
Алгоритм расчета

1. Определяются моменты во всех участках разветвленной осветительной сети (m_{i-j}), включая питающую и групповую сеть:

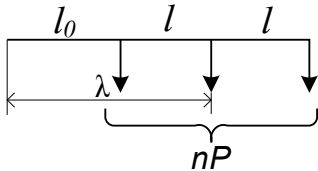
a) $m = Pl$



б) $m = P_1 l_1 + P_2 (l_1 + l_2) + P_3 (l_1 + l_2 + l_3) = l_1 (P_1 + P_2 + P_3) + l_2 (P_1 + P_2) + l_3 P_3$



в) $m = nP \left[l_0 + \frac{l(n-1)}{2} \right] = nP\lambda$ – для сети с распределенной нагрузкой



2. Рассчитывается сечения проводов на головном участке сети:

$S =$

$$\frac{\sum M_{i-j} + \alpha \sum m_{i-j}}{C \Delta U},$$

где $\sum M$ - сумма моментов данного и всех последующих по направлению тока участков с тем же числом проводов в линии, что и на данном участке, α - коэффициент приведения моментов, $\sum m$ - сумма моментов питаемых через данный участок линий с иным числом проводов, чем на данном участке, C – коэффициент схемы.

3. Выбирается ближайшее стандартное сечение.

4. Действительные потери напряжения на головном участке находятся

в соответствии с выражением: $\Delta u = \frac{\sum M}{CS}$,

5. Определяются расчетные потери напряжения на каждом участке:

$$\Delta u_{i-j} = \Delta U - \Delta u.$$

6. Рассчитываются сечения проводов этих участков по формуле:

$$s_{i-j} = \frac{M}{C \Delta u_{i-j}}, \text{ принимаются соответствующие стандартные сечения.}$$

7. Рассчитываются действительные потери напряжения на всех участках и по результату расчета устанавливается наибольшая потеря напряжения в сети

$$\text{по выражению: } \Delta U_{\max} = \Delta u + \Delta u_{\text{уч. max}},$$

где Δu – величина потерь напряжения на головном участке, $\Delta u_{\text{уч. max}}$ – наибольшая величина потерь напряжения участка из группы линий.

3) Задание на практическое занятие

Произвести расчет осветительной сети напряжением 380/220 В переменного тока, выполненной алюминиевыми проводами. Питающая сеть выполнена четырехпроводной, групповые ответвления – двухпроводными. Определить наибольшую потерю напряжения в питающей трехфазной сети при равномерной нагрузке фаз токи в фазных проводах равны и имеют одинаковый сдвиг по фазе по отношению к фазным напряжениям, что позволяет определить потерю напряжения в одной фазе и далее полной потери напряжения во всех трех фазах, если допустимые потери $\Delta U = 4,5\%$. Нагрузка чисто активная – светильники с лампами накаливания

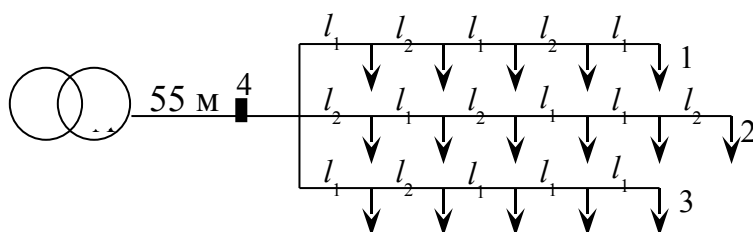


Рисунок – Схема осветительной сети

Таблица – Исходные данные к задаче

Данные для расчета	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Длины участков групповых линий, м										
l_1	6	5	4,5	5,5	5	4,5	6	4	3,5	6
l_2	5	6	4	5	4,5	6	5,5	5,5	6	3,5
2. Мощность, Вт	750	500	450	550	700	650	300	300	300	250

Продолжение таблицы – Исходные данные к задаче

Данные для расчета	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3. Длины участков групповых линий, м										
l_1	2,5	3	3,5	2,5	2,5	4	4	3,5	3,5	3,5
l_2	3	3	2,5	3	2,5	3	3	4,5	5	3,5
4. Мощность, Вт	150	200	250	200	150	300	300	350	400	250

4) Подведение итогов по проведенному практическому заданию.

5) Самостоятельная работа (домашнее задание).

Выдается задание для самостоятельной работы во внеаудиторное время (домашнее задание) индивидуально каждому студенту:

1. По желанию студента рассмотреть любую осветительную сеть с точечными светильниками (в цехе промышленного предприятия, в ЗРУ подстанции, учебной аудитории, в квартире, офисе и пр.).

2. Нарисовать схему осветительной сети с указанием параметров (мощности ламп, расстояния между ними).

3. Произвести расчет по потере напряжения, выбрать сечение проводников.

Перечень вопросов для самостоятельной проработки

1. Схемы выполнения осветительных сетей (в цехах промышленного предприятия, в жилых зданиях, учебных аудитория и пр.).

2. Сортамент и характеристики проводов, кабелей, шинопроводов (ШОС) для питания осветительных установок.

3. Способы выполнения осветительных сетей.

4. Электрооборудование (аппараты защиты, осветительные щитки, шкафы, распределительные пункты и др.)

5. Электроустановочные и электромонтажные изделия.

По выполненной самостоятельной работе выставляется оценка.

1.4. Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий, деловых игр, разбору ситуаций и т.п.

По дисциплине «Электрическое освещение» лабораторных занятий нет.

Семинарское и практическое занятие может проводиться в виде деловой игры.

1.4.1 Схема деловой игры.

1. Преподавателем:

- предлагается проблемная (аварийная) ситуация возникающая в реальных условиях

на производстве;

- формируется цель, связанная с ликвидацией проблемной (аварийной) ситуации;
- рассматривается технический объект, его элементы, технические характеристики, устройство и принцип работы;
- предлагается форма деловой игры.

2. Студентами:

- формируются задачи для достижения поставленной цели;
- выдвигаются варианты решения поставленных задач, это могут быть технические решения, связанные с действиями персонала на производстве, поиск новых технических решений, связанных с изобретательской или рационализаторской деятельностью и пр.;
- анализируются, критикуются, дополняются все предлагаемые варианты поиска технического решения и идеи;
- в процессе обсуждения выбирается правильный вариант, подводится итог.

1.4.2. Формы деловой игры.

Формы деловой игры формируются на основе применяемых стандартных методов активации поиска технических решений.

«Мозговой штурм»: Для поиска решения группа разбивается на две подгруппы. Одна группа генерирует технические решения и выдвигает предложения для устранения проблемной ситуации, другая анализирует предложенные идеи, критикует и выбирает единое правильное решение.

«Метод контрольных вопросов»: Для поиска решения используются специально подготовленные преподавателем вопросы, позволяющих, в форме диалога в процессе коллективного поиска решать поставленные технические задачи.

«Метод черного ящика»: сущность метода заключается в том, что студенты при решении технической задачи отказываются от попыток прямого определения внутренней структуры объекта, а выводы о ведении объекта пытаются сделать путем анализа причинно-следственной связи входных и выходных величин.

Для деловой игры применяются и другие методы активации поиска технических решений, такие как «Морфологический анализ», «Синектика», «АРИЗ». Решая

проблемные ситуации, студенты приобретают знания, необходимые для анализа возникновения аварии, теоретические навыки устранения аварийной ситуации и проведения мероприятий по ликвидации последствий аварии на производстве, познают методы активации поиска технических решений.

1.4.3. Перечень тем для деловых игр и рекомендуемые формы деловой игры.

1. Источники света, осветительные установки («Мозговой штурм», «Метод контрольных вопросов»).
2. Проектирование электрического освещения («Мозговой штурм», «Метод контрольных вопросов», «АРИЗ», «Метод черного ящика»).
3. Выбор напряжения и источников питания осветительных сетей. («Мозговой штурм», «АРИЗ», «Метод черного ящика», «Метод контрольных вопросов»).
4. Схемы питания осветительных установок. («Мозговой штурм», «Морфологический анализ», «Метод контрольных вопросов»).
5. Групповые осветительные сети. («Мозговой штурм», «Морфологический анализ», «Метод контрольных вопросов»).
6. Управление освещением. («Мозговой штурм», «Морфологический анализ», «Синектика»)
7. Заземление в осветительных установках («Мозговой штурм», «Метод контрольных вопросов»).
8. Короткие замыкания в сетях освещения. («Мозговой штурм», «Метод контрольных вопросов»)
9. Прокладка осветительных сетей. («Мозговой штурм», «Метод контрольных вопросов»)
10. Виды и системы освещения, качество освещения. («Мозговой штурм», «Синектика»)

1.4.4. Перечень рекомендуемой литературы

1. Справочная книга по светотехнике /Под ред. Ю.Б.Айзенберга.- М.: Энергоатомиздат, 1983.

2. У. С. Нуйен. Экономические стимулы повышения эффективности осветительных установок. Светотехника, 1995, №3, с. 13-15.
3. Лурье М. Г., Райцельский Л. А. и др. "Устройство, монтаж и эксплуатация осветительных установок". Изд. 2-е, пера. и доп. М., «Энергия», 1976 г.
4. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М.Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
5. СНИП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы и правила РФ.
6. Оболенцев Ю.Б., Гиндин Э.Л. Электрическое освещение общепромышленных помещений. М.: Энергоатомиздат, 1990.
7. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 2001.
8. Тульчин И.К., Нудбер Г.И. Электрические сети и электрооборудование жилых и общественных зданий. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
9. Электротехнический справочник. Т.3. Кн.2. Использование электрической энергии/ Под ред. В.Г.Грудинского, Л.А.Жукова и др.- 6-е изд. –М.: Энергоатомиздат, 1982.
10. Кшоев С.А. Освещение производственных помещений. — М.: Энергия, 1980г.

1.5. Краткий конспект лекций (по каждой теме)

ЛЕКЦИЯ 1 (2ч)

Тема: Введение. Предмет и задачи курса. Основные светотехнические величины и единицы их измерений. Нормирование установок электрического освещения.

План

1. Введение. Предмет и задачи курса.
2. Основные светотехнические величины и единицы их измерений.

3. Нормирование установок эл. освещения. Разряды зрительных работ.

1. Введение. Предметом курса «Электрическое освещение» являются методы светотехнических и электрических расчетов сетей освещения, цель его – научиться применять наиболее распространенные методы расчетов электрических сетей освещения при проектировании систем электроосвещения.

В результате изучения курса студенты должны

знать:

основные светотехнические величины, соотношение между световыми величинами, основы оптического излучения, качественные характеристики осветительных установок;

системы и виды освещения, электрические источники света (линейные и нелинейные), электрические осветительные приборы, электрооборудование сетей освещения, схемы включения источников света;

порядок электрических расчетов осветительных установок и традиционные методы светотехнических расчетов осветительных сетей, нормируемые параметры;

уметь:

рассчитывать системы осветительных сетей традиционными методами, проверять освещенности в контрольных точках;

применять теоретические навыки по размещению и расстановке светильников в освещаемом пространстве при внутреннем и наружном освещении;

выбирать источники света и светильники в соответствии с технологическим процессом, видом зрительных работ, размером освещаемого помещения, нормируемой освещенности;

выполнять расчеты по защите осветительных сетей от перегрузок и токов короткого замыкания, выбирать сечения проводников.

Далее рассматриваются цели, задачи и назначение курса «Электрическое освещение», дается перечень основной и дополнительной литературы по дисциплине.

2. Основные светотехнические величины и единицы их измерений.

Освещенность объекта (E) – отношение светового потока, падающего на поверхность, к площади. Единица измерения – люкс (лк) $E = \frac{d\Phi}{dS}$.

Световой поток – мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому световому ощущению Φ , измеряется в люменах (лм).

Коэффициент пульсации может быть представлен как относительное периодическое изменение светового потока: $K_f = \frac{\Phi_{e\max} - \Phi_{e\min}}{2\Phi_{e\text{cp}}} 100\%$,

где $\Phi_{e\max}$ и $\Phi_{e\min}$ – максимальное и минимальное значения потока излучения за время $T = 0.02$ с (один период при частоте тока 50 Гц), $\Phi_{e\text{cp}}$ – среднее значение

потока излучения за полный период T : $\Phi_{e\text{cp}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \Phi_e(t) dt$,

$\Phi_e(t)$ – функция изменения мгновенных значений потока во времени.

Сила излучения или сила света – I_e (пространственная плотность потока излучения) определяется отношением потока излучения $d\Phi_e$ к телесному углу $d\Omega$, в пределах которого он заключен и равномерно распределен, кандела (кд): $I_e = \frac{d\Phi_e}{d\Omega}$.

Телесный угол представляет собой часть пространства, ограниченную конической поверхностью с вершиной в точке расположения источника излучения. Он определяется отношением площади сферической поверхности, заключенной внутри конуса телесного угла с вершиной в центре сферы, к квадрату радиуса этой сферы:

$$\Omega = \frac{A_{\text{sph}}}{r^2} = 2\pi \sin \alpha \cdot d\alpha.$$

Общий вид уравнения, определяющего телесный угол, опирающийся на некоторую поверхность A : $\Omega = \int_A \frac{\cos \theta}{L^2} dA$,

где θ – угол между нормалью к элементу dA поверхности, на которую опирается телесный угол, и расстоянием L от вершины телесного угла до элемента dA . Единицей телесного угла является стерadian (ср).

Яркость (L) – отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению, кд/м²: $L = \frac{dI}{ds \cos \alpha}$

Светимость (M) – отношение светового потока к площади излучающей его поверхности (лм/м²). $M = \frac{d\Phi}{ds}$.

Коэффициент отражения ρ – отношение отразившегося от тела светового потока Φ_p к падающему световому потоку Φ . Значение коэффициента отражения классифицируются в зависимости от группы рабочей поверхности: темные, средние, светлые.

Также рассматриваются другие характеристики (фон, коэффициент запаса, условная рабочая поверхность и др.)

3. Нормирование установок электрического освещения. Разряды зрительных работ.

Правильное выполнение осветительных установок способствует рациональному использованию электроэнергии, повышению производительности труда, снижению утомляемости людей, уменьшению аварий и случаев травматизма, улучшению качества выпускаемой продукции на производстве, обеспечивает оптимальную освещенность рабочей поверхности при наименьших затратах денежных средств.

Рассматриваются нормативные документы СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», руководящие документы проектирования освещения в промышленных и непромышленных помещениях (Физические факторы производственной среды. Оценка освещения рабочих мест. Методические указания МУ 2.2.4.706—981/МУ ОТ РМ 01—98, ГОСТ 26824—86 и др.). Разряды зрительных работ изучаются на основе СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 2 (2ч)

Тема: Системы и виды освещения. Качественные характеристики освети-

тельных установок (ОУ). Осветительные приборы.

План

1. Системы и виды освещения
2. Качественные характеристики осветительных установок (ОУ).
3. Осветительные приборы.

1. Системы и виды освещения

По способу размещения светильников различают системы общего, комбинированного и местного освещения.

Общее освещение бывает равномерным и локализованным.

Равномерное освещение: светильники располагаются рядами на одинаковом расстоянии друг от друга, создавая одинаковую освещенность.

Локализованное освещение организовывается там, где требуется различная освещенность на разных участках производственного помещения, а также при необходимости направленного света.

Местное освещение устанавливается на отдельных рабочих местах.

Система местного и общего освещения образуют систему комбинированного освещения.

По функциональному назначению искусственное освещение делится на 4 вида: рабочее, аварийное, эвакуационное (аварийное для эвакуации людей), охранное (дежурное).

Приводятся основное назначение и его характеристики, устройство и нормируемая освещенность для каждого вида освещения.

2. Качественные характеристики осветительных установок (ОУ).

По ГОСТУ 13828-84 изучаются светотехнические характеристики осветительных установок: кривые силы света (КСС), соотношение потоков, излучаемых в нижнюю и верхнюю полусферы, коэффициент полезного действия, и защитные углы.

Светильники делят на классы, в зависимости от того, какую долю всего потока светильника составляет поток в нижнюю полусферу: прямого света (80%), преимущественно прямого света (60-80%), рассеянного света (40-60%), преимущественно отраженного света (20-40%), отраженного света (менее 20%). Тот же ГОСТ устанавливает

ливает 7 типовых кривых силы света: концентрированная, глубокая, широкая, косинусная, полуширокая, синусная, равномерная. Каждая КСС имеет свой коэффициент формы K_f .

Здесь же рассматриваются классификация осветительных установок по степени защиты от пыли, воды, взрыва и их нормирование согласно ГОСТ.

3. Осветительные приборы. Определения. Основные понятия.

Осветительные приборы (ОП) – это совокупность источников света (ламп), арматуры, предназначенной для перераспределения светового потока источника, защиты глаз от чрезмерной яркости, крепления источника света и предохранения от механических повреждений и загрязнения.

Все осветительные приборы делят на 3 группы:

- 1) ОП ближнего действия (до 30 м) – светильники,
- 2) ОП дальнего действия (более 30 м) – прожекторы,
- 3) Комплексные осветительные установки на основе щелевых и плоских световодов.

Далее рассматривается каждая группа осветительных приборов: конструктивные элементы, основные характеристики, маркировка, назначение и применение ОП. Также дается классификация ОП по условию окружающей среды помещения: пожароопасные, взрывоопасные, агрессивные.

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 3 (6 ч)

Тема: Электрические источники света, их классификация, устройство, прин-

цип действия и область применения – 2ч. Схемы включения газоразрядных источников света. Пускорегулирующие аппараты – 4ч.

План

1.Электрические источники света (2ч).

1.1. Виды источников света

1.2. Классификация ИС, принцип действия и область применения ламп накаливания и газоразрядных ламп (ЛЛ, ДРЛ, ДРИ, ДНаТ).

2. Схемы включения газоразрядных источников света (4 ч.)

2.1. Общие сведения о пускорегулирующих аппаратах (2ч).

2.2. Основные и дополнительные функции ПРА.

2.3.Структурная схема ПРА - газоразрядная лампа, параметры, классификация и обозначение (маркировка).

2.4 Схемы и характеристики ПРА.

1. Электрические источники света

Здесь рассматривается:

классификация источников света по способу генерирования излучения (температурные, газоразрядные),

типы ламп (температурные: лампы накаливания, галогенные и др., газоразрядные: ртутные лампы низкого давления (люминесцентные), ртутные лампы высокого давления, металлогалогенные лампы, натриевые лампы низкого давления, натриевые лампы высокого давления, индукционные лампы),

принцип действия, устройство, достоинства и недостатки источников света,

классификация по типам исполнения, технические данные, основные параметры электрических источников света (номинальная мощность, световая отдача, измеряемая числом люменов на 1 Вт (лм/Вт), напряжение питающей сети, пусковые и рабочие токи, номинальный световой поток и спад светового потока через определенное время эксплуатации, средняя продолжительность горения лампы, кпд, коэффициент мощности, срок службы и др.).

2. Схемы включения газоразрядных источников света (4 ч)

2.1. Определение: Пускорегулирующие аппараты (ПРА) – светотехническое изделие, с помощью которого осуществляется питание газоразрядной лампы, обеспечивающее необходимые зажигания, разгорания и работы газоразрядной лампы.

2.2 Основные и дополнительные функции ПРА.

Рассматриваются основные функции ПРА: зажигание, разгорание, устойчивость режима работы, стабильность работы, компенсация реактивной мощности.

Рассматриваются дополнительные функции ПРА: подавление радиопомех, снижение пульсации светового потока.

2.3. Структурная схема ПРА - газоразрядная лампа.

Рассматриваются структурная схема, назначение узлов и элементов схемы, пусковые, рабочие, и эксплуатационные параметры, классификация и обозначение (маркировка).

2.3. Схемы и характеристики ПРА.

Приводятся:

схемы и характеристики ПРА для аппаратов мгновенного зажигания, быстрого зажигания, зажигание ламп импульсом напряжения.

Рассматриваются:

простейшие схемы, состоящие из одного балласта;

резонансные схемы, содержащие индуктивные и емкостные элементы;

схемы с трансформаторами и автотрансформаторами;

схемы для ПРА со стартером тлеющего разряда, с полупроводниковым стартером, с емкостным накопителем энергии, схемы типа УИЗУ и ИЗУ.

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 4 (2ч)

Тема: Кривые силы света (КСС), их моделирование. Выбор светильников по типу КСС.

План

1. Определение и нормирование кривых силы света.
2. Построение КСС по принципу зональных телесных углов (диаграмма Руссо).
3. Выбор светильников по КСС.
1. Определение и нормирование кривых силы света.

По ГОСТУ 13828-84 изучаются светотехнические характеристики осветительных установок: кривые силы света (КСС), соотношение потоков, излучаемых в нижнюю и верхнюю полусферы, коэффициент полезного действия, и защитные углы.

Светильники делят на классы, в зависимости от того, какую долю всего потока светильника составляет поток в нижнюю полусферу: прямого света (80%), преимущественно прямого света (60-80%), рассеянного света (40-60%), преимущественно отраженного света (20-40%), отраженного света (менее 20%). Тот же ГОСТ устанавливает 7 типовых кривых силы света: концентрированная, глубокая, широкая, косинусная, полуширокая, синусная, равномерная. Каждая КСС имеет свой коэффициент формы K_f .

Коэффициент формы определяется как отношение максимальной силы света в меридианальной плоскости $I_{\max}$ к условному среднеарифметическому значению силы света в той же плоскости $I_{\text{ср}}$, вычисляемой для зон с шагом 10 градусов.

$$K_f = \frac{I_{\max}}{I_{\text{ср}}}, \text{ где } I_{\text{ср}} = \frac{1}{9} \sum_5^{85} I_{\alpha}$$

где I_{α} – сила света в направлении освещаемой точки поверхности, кд.

2. Построение КСС по принципу зональных телесных углов.

Сущность метода – вычисление и суммирование световых потоков, заключенных в зональных телесных углах пространства.

Световой поток, заключенный в пределах достаточно малого телесного угла равен $F_a = I_a \cdot \Delta \omega$, где $\Delta \omega$ - зональный телесный угол.

Полный поток в пределах плоских углов α_1 и α_2 :

$$F = 2\pi \sum_{\alpha_2}^{\alpha_1} I_{\text{cp}\alpha} \cdot (\cos\alpha_i - \cos\alpha_{i-1}).$$

За среднюю в зоне силу света $I_{\text{cp}\alpha}$ принимается сила света в направлении среднего значения угла $\alpha_2=90^\circ$.

Далее:

рассматривается построение КСС;

заполняется таблица светораспределения источника в нижней полусфере;

вычисляется поток светильника: $\Phi = \Phi_{\text{л}} \cdot \eta \cdot k$,

где k – доля потока в нижнюю полусферу,

средние значения векторов сил света: $|I_{\text{cp}}| = (|I\alpha_i| + |I\alpha_j|)/2$,

а также величины соответствующих зональных телесных углов.

Производится проверка: сумма зональных телесных углов в нижнюю полусферу должна составлять 2π .

Далее изучается порядок построения диаграммы Руссо и кривой силы света, определяются величины эффективного потока и величина защитного угла.

3. Выбор светильников по КСС.

Рассматриваются основные моменты выбора светильников по КСС, достоинства этого метода.

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 5 (2ч)

Тема: Проектирование осветительных установок.

План

1. Стадии и задачи проектирования осветительных установок.
2. Светотехнический расчет.
3. Требования к осветительным установкам.
4. Размещение светильников в освещаемом пространстве.

1. Стадии и задачи проектирования осветительных установок.

Задачи проектирования формируются на основе этапа проектирования и поставленной цели.

Выделяют две основные стадии проектирования осветительных установок:

I. Первый этап – Светотехнический расчет.

Основные задачи первого этапа:

- выбор источников света,
- выбор системы и вида освещения,
- выбор нормируемой освещенности,
- выбор светильников,
- размещение светильников в освещаемом пространстве.

II. Второй этап – Электрический расчет

Основные задачи второго этапа:

- выбор метода расчета электрического освещения (точечный метод, метод коэффициента использования светового потока, метод удельной мощности),
- выбор системы и вида освещения,
- выбор рационального напряжения и источников питания,
- выбор схемы питания осветительной установки и групповых осветительных сетей,
- выбор сечения и марки проводов, способа их прокладки,
- защита осветительных сетей,
- управление освещением,
- заземление в осветительных установках.

Далее подробно рассматривается каждая задача, актуальность поставленной задачи.

2. Светотехнический расчет

а) Выбор источников света и выбор системы и вида освещения.

Здесь рассматривается целесообразность и эффективность применения источников света исходя из назначения освещения, места размещения (производственное помещение, цех, химическая лаборатория, квартира, офис и пр.) осветительной установки и других факторов. При этом руководствуются СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение», Отраслевыми нормами освещения предприятий, зданий и сооружений.

б) Выбор нормируемой освещенности.

Уровень нормированной освещенности для производственных и вспомогательных помещений устанавливают по СНиП 23-05-95 с учетом разряда зрительных работ, выбранного источника света, применяемой системы освещения, отсутствия или наличия естественного света. Нормы освещенности устанавливают при проектировании по отраслевым нормативным документам, а при их отсутствии - в соответствии со СНиП -23-05-95.

При наличии факторов, имеющих значение при выборе освещенности, выбранная по нормам освещенность повышается или понижается на одну ступень. В основу норм положена шкала освещенности: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5; 7; 10; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

К повышающим факторам относятся: удаленность рабочей поверхности от глаз на 1 м; непрерывный характер работы; повышенная опасность травматизма; повышенные санитарные требования; отсутствие или недостаточность естественного освещения; предназначенность помещения для работы или обучения подростков.

Понижающие факторы: кратковременность пребывания людей в помещении; наличие оборудования, не требующего постоянного наблюдения за ним.

в) Выбор светильников.

Осуществляется на основе: оценки характера окружающей среды, требований к светораспределению и ограничению слепящего действия, экономической целесообразности и эксплуатационной группы.

Для производственных помещений принимаются светильники прямого и преимущественно прямого светораспределения с типовыми КСС типа Г (глубокая), К (концентрированная) или Д (косинусная), для административных, общественных и жилых помещений, а также для помещений, к которым предъявляются требования к качеству освещения, - светильники рассеянного, преимущественно отраженного или отраженного светораспределения типовыми КСС типа М (равномерная), Л (полуширокая) или Ш (широкая).

г) размещение светильников в освещаемом пространстве.

Здесь:

рассматриваются варианты устройства осветительных установок в освещаемом пространстве с учетом выше приведенных факторов и требований к осветительным установкам (см. ниже), а также высоты и площади помещения.

рассчитываются основные параметры: расчетная высота с учетом свеса светильников (круглосеметричные светильники, светящиеся линии при выполнении освещения люминесцентными лампами, осветительные панели), расстояния между светильниками в ряду и рядами светильников, расстояния от стен до светильников, число рядов светильников и число светильников в ряду, общее число светильников.

3. Требования к осветительным установкам.

Изучаются следующие требования:

1. Достаточная яркость рабочей поверхности (рассматривается разряды зрительной работы, точность выполняемой производственной операции).
2. Постоянство освещения (рассматриваются процессы колебания освещенности вследствие колебания напряжения).
3. Ограничение пульсации светового потока, борьба с явлением стробоскопического эффекта (колебаний светового потока во времени, определяемых безинерционностью излучения электрического разряда), характерного для газоразрядных источников света. Рассматривается применение схем включения ламп таким образом, чтобы соседние лампы получали напряжение со сдвигом фаз, т.е. включение ламп в многоламповых светильниках на разные фазы

или применение двухламповой схемы, где одна лампа включается последовательно с индуктивным сопротивлением, а другая последовательно с индуктивным и емкостным сопротивлением

4. Ограничение ослепленности.

Ограничение ослепленности в действующих СНиП сводится к регламентации минимально допускаемой высоты подвеса светильника над полом освещаемого помещения в зависимости от защитного угла светильника, характера рассеивателя и мощности источника света, определяющих его яркость и силу света по направлению к глазу наблюдателя.

Светильники с защитным углом менее 10 без рассеивателей и с лампами в прозрачной колбе для общего освещения помещений не допускаются.

Угол, заключенный между горизонталью, проходящей через тело накала лампы, и линией, соединяющей крайнюю точку тела накала с противоположным краем отражателя, называется защитным углом светильника. Величину защитного

угла можно определить из соотношения:
$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{R + r},$$

где h - расстояние от тела накала лампы до уровня выходного отверстия светильника, мм; R -радиус выходного отверстия светильника, мм; r -радиус кольца тела накала лампы, мм.

5. Распределение яркости в поле зрения.

Для сохранения удовлетворительного распределения яркости в окружающем пространстве светильники общего освещения должны создавать на уровне рабочей поверхности не менее 10% освещенности, нормированной для данного рода работ при комбинированном освещении, но не более 30%.

Неравномерность распределения яркости в поле зрения может быть вызвана падающими тенями, возникающими от расположенных вблизи предметов, корпуса работающего или неравномерным освещением рабочей поверхности. Неравномерность распределения яркости по рабочей поверхности не регламентирована СНиП, однако при проектировании осветительной установки надо стремиться к

устранению затенения и равномерному распределению освещенности в пределах рабочей поверхности.

4 Размещение светильников в освещаемом пространстве

Основным вопросом устройства осветительных установок является правильное расположение выбранных светильников. От его решения зависят экономичность, качество освещения и удобство эксплуатации.

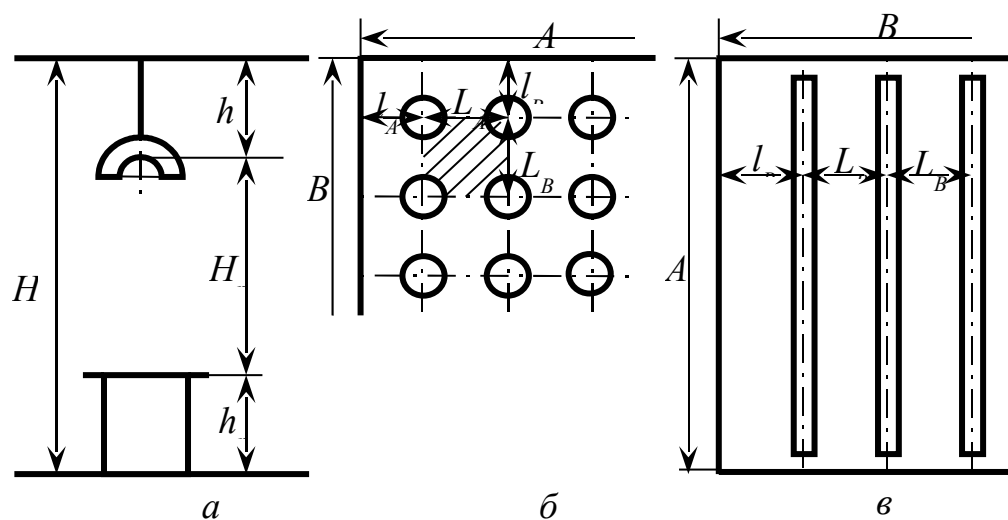


Рис. Размещение светильников в разрезе (а) и на плане помещения с круглосимметричным светораспределением по углам прямоугольника (б) и в линию для светильников с люминесцентными лампами (в).

Расстояния между светильниками в ряду L_A и расстояние между рядами светильников L_B определяются по формуле: $L_{A,B} \approx \lambda_c H_p$, где λ_c — светотехническое наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками (табл.7); H_p — расчетная высота установки светильников, м.

Светотехническое наивыгоднейшее относительное расстояние λ_c обеспечивает такое расстояние между светильниками, при котором распределение освещенности на рабочей поверхности наиболее равномерно. Увеличение λ_c сверх рекомендуемого значения ухудшает равномерность освещения рабочих поверхностей, но уменьшает установленную мощность источников. При $\lambda_c = \lambda_{\text{э}}$ ($\lambda_{\text{э}}$ — энергетически наивыгоднейшее относительное расстояние) мощность источников минимальная.

Увеличение относительного расстояния между светильниками сверх λ_{Σ} ухудшает качество освещения и повышает мощность источников.

Рекомендуемое значение λ для светильников с типовыми КСС

Типовая кривая	λ_c	λ_{Σ}
Концентрированная	0,4...0,7	0,6...0,9
Глубокая	0,8...1,2	1,0...1,4
Косинусная	1,2...1,6	1,6...2,1
Равномерная	1,8...2,6	2,6...3,4
Полуширокая	1,4...2,0	1,8...2,3

Расчетную высоту установки светильников H_p рассчитывают по выражению:

$$H_p = H - h_c - h_p,$$

где H – высота помещения, м; h_c – высота свеса светильников (расстояние от светового центра светильников до перекрытия), м; h_p – высота расчетной поверхности над полом, на которой нормируется освещенность, м.

В помещениях, относящихся по степени опасности поражения электрическим током к помещениям с повышенной опасностью и особо опасным, высота установки светильников над полом ($H_p + h_p$) должна быть более 2,5 м. При равномерном размещении светильников по углам прямоугольника рекомендуется, чтобы $L_A : L_B \leq 1,5$. Расстояние от стены до ближайшего ряда светильников l_B или до ближайшего светильника в ряду l_A принимается в пределах $(0,3 \dots 0,5) L_{A,B}$.

По известным $l_{A,B}$ и $L_{A,B}$, длине A и ширине B помещения определяется число рядов светильников: $N_2 = (B - 2 l_B) / L_B + 1$.

Число светильников в одном ряду: $N_1 = (A - 2 l_A) / L_A + 1$.

Общее число светильников в помещении $N_{\Sigma} = N_1 N_2$.

Значения N_1 и N_2 округляются до целого числа.

Светильники размещаются на плане с учетом строительного модуля помещения. При проектировании осветительных установок с люминесцентными лампами первоначально намечается только число рядов светильников N_2 . При этом светотехнически наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками определяется по поперечной кривой силы света светильников.

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 6 (4 ч)

Тема. Расчет установок электрического освещения. Основные методы расчета (точечный метод, метод коэффициента использования светового потока, метод удельной мощности).

После того, как выбран тип светильников, установлена величина нормируемой освещенности для принимаемых источников света (ламп накаливания или люминесцентных ламп), намечено их размещение, остается рассчитать мощность осветительной установки и мощность применяемого источника света. Существуют следующие способы определения мощности ламп:

- 1) метод удельной мощности;
- 2) метод коэффициента использования;
- 3) точечный метод.

1) Метод удельной мощности.

Этот способ расчета наиболее прост, дает достаточно точные результаты и широко применяется в проектировании. Расчет по удельной мощности применяется для общего равномерного освещения, но не пригоден для расчета локализованного освещения. Им можно рассчитывать только общее освещение помещений площадью больше 10 м, не загроможденных оборудованием, при общем равномерном расположении светильников и нормировании по всему помещению одинаковой освещенности на горизонтальной плоскости.

Значения удельной мощности W , Вт/м² (мощность ламп на каждый квадратный метр площади освещаемого помещения), находятся по таблицам удельной мощности светильников.

Величина удельной мощности зависит от:

- а) высоты подвеса светильников над рабочей поверхностью - с увеличением высоты удельная мощность увеличивается;
- б) размеров освещаемого помещения - с увеличением площади помещения удельная мощность уменьшается;

в) величины нормируемой освещенности - с увеличением освещенности удельная мощность увеличивается;

г) типа светильников;

д) коэффициентов отражения потолка, стен и пола.

Последовательность расчета методом удельной мощности при использовании ламп накаливания следующая:

1. Намечают тип и число светильников (ламп) в помещениях исходя из расчетной высоты p и расстояния между светильниками или рядами светильников $L=1,5 h$.

2. По таблице удельной мощности светильников /Кнорринг/ принимают значение удельной мощности W .

3. Определяют расчетную мощность одной лампы по формуле

$$P_{\text{л}} = \frac{W \cdot S}{n}.$$

4. По таблицам /Кнорринг/ выбирают ближайшую по мощности лампу. Если мощность лампы значительно отличается от расчетной, то изменяют количество светильников или ламп.

Расчет освещения методом удельной мощности при освещении люминесцентными лампами производят в такой последовательности:

1. В зависимости от h , S , E и типа светильника принимают значения удельной мощности W для ламп ЛБ. Удельная мощность для других ламп определяется умножением табличных данных на коэффициент: для ламп ЛХБ, ЛТБ - на 1,13; для ламп ЛД, ЛТБ80 - на 1,29; для ламп ЛДЦ - на 1,68.

2. Определяется количество люминесцентных ламп - n . Мощность

одной лампы $P_{\text{л}}$ принимается по таблицам /Кнорринг/. $n = \frac{W \cdot S}{P_{\text{л}}}.$

3. По количеству ламп, устанавливаемых в одном светильнике (n_l) и полному расчетному их количеству (n) определяется количество светильников.

4. Намечаются места установки светильников с проверкой расстояния между светильниками и между рядами. Если расстояния оказываются больше расчетных ($L=1,5h$), то производят перерасчет на светильники с меньшим количеством ламп.

2) Метод коэффициент использования.

Коэффициент использования осветительной установки показывает, какая часть светового потока ламп падает на рабочую поверхность:

$$\eta = \frac{\Phi}{n\Phi_l},$$

где Φ - световой поток, падающий на рабочую поверхность, лм; n - количество ламп; Φ_l - световой поток одной лампы, лм.

Величина коэффициента использования зависит от типа светильников, коэффициентов отражения потолка ρ_{II} и стен ρ_{CT} , индекса помещения φ , учитывающего соотношение его размеров. Коэффициенты отражения чистых побеленных потолков и стен в сухих помещениях 70%, во влажных - 50%, бетонных потолков и стен, оклеенных обоями, - 30%.

$$\varphi = \frac{A \cdot B}{h(A + B)},$$

где A, B - длина и ширина освещаемого помещения, м; h - расчетная высота, м.

Величину коэффициента использования определяют в процентах. В формулу расчета освещения коэффициент подставляют в долях единицы.

Расчет освещения лампами накаливания заключается в определении светового по-

тока лампы Φ_l :
$$\Phi_l = \frac{E_H \cdot S \cdot k \cdot Z}{n \cdot \eta},$$

где E_H - нормируемая минимальная освещенность, лк; S-площадь помещения, м²; k_z - коэффициент запаса, связанный со старением лампы и запылением светильников.

Расчет освещения методом коэффициента использования (при освещении ЛЛ) заключается в определении количества необходимых ламп для обеспечения нормируемой освещенности.

Расчетная формула имеет вид
$$n = \frac{E_H \cdot S \cdot k \cdot Z}{\eta \cdot \Phi_{\lambda}},$$

где $Z=1,15$ - коэффициент минимальной освещенности, равный отношению средней освещенности $E_{\text{ср}}$ к нормированной минимальной E_H .

3) Точечный метод. Точечный метод дает возможность определить в любой точке помещения освещенность как в горизонтальной, так и в вертикальной или наклонной плоскостях. В основном он применяется при расчете локализованного и наружного освещения в случаях, когда часть светильников закрывается расположенным в помещении оборудованием, при освещении наклонных или вертикальных поверхностей, а также для расчета освещения производственных помещений с темными стенами и потолком (литейные, кузнечные цехи, большинство цехов металлургических заводов и т.п.).

В основу точечного метода положено уравнение, связывающее освещенность и

силу света:
$$E = \frac{I_a \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}{k \cdot h_p^2},$$

где I_a - сила света в направлении от источника на заданную точку рабочей поверхности (определяют по кривым силы света или по таблицам выбранного типа светильника); α - угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением силы света к расчетной точке; μ - коэффициент, учитывающий действие удаленных от расчетной точки светильников и отраженного светового потока от стен, потолка, пола, оборудования, падающего на рабочую поверхность в расчетной точке (прини-

мают в пределах $\mu = 1,05 \dots 1,2$); k - коэффициент запаса; h_p - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью.

Расчет ведется по специальным формулам, номограммам, графикам и вспомогательным таблицам. Наиболее простым является определение освещенности в горизонтальной плоскости от светильников с ЛН с помощью графиков пространственных изолукс. Такие графики строятся для светильников каждого типа и имеются в справочных книгах по проектированию электроосвещения. «Изолуксой» называется линия, соединяющая точки с одинаковой освещенностью.

Расчет освещенности точечным методом от светильников с симметричным светораспределением рекомендуется вести в такой последовательности:

По соотношению d/h_p определяют $tg\alpha$ и, следовательно, угол α и $\cos^3\alpha$, где d - расстояние от расчетной точки до проекции оси симметрии светильника на плоскость, ей перпендикулярную и проходящую через расчетную точку.

2. По кривой силы света (или табличным данным) для выбранного типа светильников и угла α выбирают I_α .

3. По формуле подсчитывают горизонтальную освещенность от каждого светильника в расчетной точке.

4. Определяют суммарную освещенность в контрольной точке, создаваемую всеми светильниками.

5. Вычисляют расчетный световой поток (в люменах), который должен быть создан каждой лампой для получения в расчетной точке требуемой (нормированной) освещенности.

6. По найденному расчетному световому потоку подбирают лампу требуемой мощности.

По каждому методу на лекции приводятся примеры расчетов.

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 7 (4 ч)

Тема: Регулирование напряжения в осветительных сетях – (2 ч). Электротехнические особенности сетей осветительных установок. Разрядная лампа - нелинейный токоприемник. Компенсация реактивной мощности – (2 ч).

План

1. Регулирование напряжения в осветительных сетях.
2. Электротехнические особенности сетей осветительных установок
3. Компенсация реактивной мощности.

1. Регулирование напряжения в осветительных сетях.

Рассматриваются:

нормы отклонения напряжения в осветительных сетях (ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.);

негативное влияние на работу осветительных сетей и установок, мероприятия по поддержанию нормируемого уровня рабочего напряжения;

специальные устройства по поддержанию напряжения (ограничители и стабилизаторы напряжения);

достоинства и недостатки выпускаемых промышленностью устройств по поддержанию напряжения.

2. Электротехнические особенности сетей осветительных установок

Здесь:

изучаются особенности сетей осветительных установок с газоразрядными лампами, как нелинейными токоприемниками (в зависимости от схемы включения газоразрядной лампы осветительная установка рассматривается как цепь последова-

тельно включенных нелинейных элементов (ГРЛ, резистор), реактивных элементов (емкость, индуктивность), активного сопротивления (лампа дроссель)),

рассчитываются: мощность ОУ с учетом мощности высших гармоник,

коэффициент мощности как: $\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{P}$,

и коэффициент искажений:

$$\operatorname{tg}\chi = \frac{G}{P},$$

где P – потери мощности на активных элементах, кВт;

Q – реактивная мощность, квар;

G – мощность высших гармоник, кВт.

$$G = \sqrt{(U_{\text{л}} I)^2 - P_{\text{л}}^2};$$

рассматриваются схемные решения по снижению до нуля тока высших гармоник.

3. Компенсация реактивной мощности.

В зависимости от схемы включения газоразрядных ламп и типа ПРА реактивные токи, генерируемые индуктивными балластами необходимо компенсировать. С этой целью необходимо рассчитать необходимую для компенсации реактивной мощности емкость, для чего определяется:

активная и реактивная мощность осветительной сети,

средний коэффициент мощности,

необходимая реактивная мощность (Q_k) для выбора компенсационных конденсаторов, исходя из среднего значения коэффициента мощности (неудовлетворяющего) и значения до которого необходимо его повысить (значение считается удовлетворительным если они не менее $\cos \varphi = 0,85$, в противном случае необходима установка компенсационных конденсаторов, увеличивающие его значение до 0,90-0,94),

емкость в мкФ компенсационных конденсаторов по формуле:

$$C = \frac{Q_k}{2\pi \cdot f \cdot U_c^2 \cdot 10^{-3}},$$

где f – частота тока сети, Гц;

U_c – напряжение сети, кВ.

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 8 (4 ч)

Тема: Схемы питания осветительных установок. Потеря напряжения в осветительных сетях. Расчет и выбор сечения проводов осветительных сетей по потере напряжения.

План.

1. Расчетные нагрузки
2. Выбор сечений проводников и тросов по механической прочности
3. Выбор сечений проводников по нагреву
4. Расчет и выбор сечения проводов осветительных сетей по потере напряжения.

1. Расчетные нагрузки

Определяются расчетные нагрузки питающих осветительных сетей:

Для ламп накаливания:

$$P_p = P_{уст} \cdot K_c$$

Для газоразрядных ламп:

$$P_p = P_{уст} \cdot K_c \cdot K_{пра},$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность лампы, Вт; K_c – коэффициент спроса, величина справочная (например для учебных, лечебных и детских учреждений – 0,8; для производственных зданий 0,85-0,95; для п/ст и РУ -0,6 и т.д.); $K_{пра}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в ПРА, принимается для ламп типов ДРЛ и ДРИ –1,1, для люминесцентных – 1,2-1,35.

2. Выбор сечений проводников и тросов по механической прочности

здесь рассматриваются Минимальные сечения проводников по механической прочности.

Наименьшие допустимые сечения проводников по механической прочности для сетей электрического освещения приводятся в /табл.12-1 Кнорринг, также ПУЭ/.

3. Выбор сечений проводников по нагреву

Температура нагрева проводников зависит от величины проходящего по ним тока:

- для трехфазной сети, с 0-лем и без 0-ля, при равномерной нагрузке фаз: $I =$

$$\frac{P_3}{\sqrt{3}U_{\text{л}} \cos\phi},$$

- для двухфазной сети с 0-лем, при равномерной нагрузке фаз: $I = \frac{P_2}{2U_{\text{ф}} \cos\phi},$

- для двухпроводной сети, однофазной с 0-лем, двухфазной: $I = \frac{P_2}{U_{\text{н}} \cos\phi},$

- для каждой из фаз двух- и трехфазной сети с 0-лем при любой, в том числе неравномерной загрузке фаз:

$$I = \frac{P_1}{U_{\text{ф}} \cos\phi},$$

здесь: P – активная мощность нагрузки одной, двух, трех фаз, Вт (кВт)

$\cos\phi$ – коэф-т мощности нагрузки,

$U_{\text{л}}, U_{\text{ф}}, U_{\text{н}}$ – напряжение сети, линейное, фазное, номинальное, В.

Выбор сечения проводов по условиям нагрева заключается в сравнении длительно допустимого значения тока (по табл. ПУЭ) с расчетным значением. При этом должно соблюдаться условие

$$I_{\text{дл. доп}} \geq I_{\text{р.}}$$

Для расчета токовой нагрузки вводятся поправочные коэффициенты при условиях если:

температура окружающей среды отлична от 25°C – при прокладке по воздуху, и 15°C – при прокладке в земле – температурный коэффициент – k_1 , нормируется ПУЭ табл 1.3.3

рядом прокладываются кабели и расстояние между ними менее 35 мм вводится коэф-т на количество кабелей k_2 , нормируется ПУЭ.

Таким образом условие выбора соответствует выражению

$$I_{\text{дл. доп}} \cdot K_1 \cdot K_2 \geq I_p.$$

Поправочные коэффициенты на токи для кабелей, неизолированных и изолированных проводов и шин в зависимости от температуры земли и воздуха

Условная температура среды, °С	Нормированная температура жил, °С	Поправочные коэффициенты на токи при расчетной температуре среды, °С											
		-5 и ниже	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-

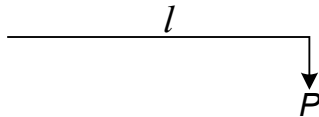
4. Расчет и выбор сечения проводов осветительных сетей по потере напряжения.

Рассчитать электрическую линию значит определить сечение провода, которое удовлетворяло бы требованиям по механической прочности, термической стойкости, показателям качества электроэнергии и надежности схемы электроснабжения осветительных электроустановок.

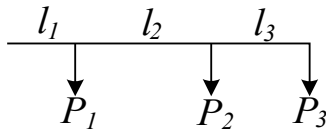
Алгоритм расчета

- Определяются моменты во всех участках разветвленной осветительной сети (m_{i-j}), включая питающую и групповую сеть:

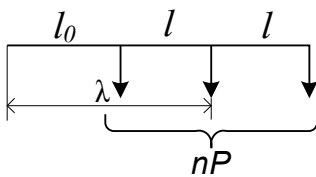
$$a) m = Pl$$



$$б) m = P_1 l_1 + P_2(l_1 + l_2) + P_3(l_1 + l_2 + l_3) = l_1(P_1 + P_2 + P_3) + l_2(P_1 + P_2) + l_3 P_3$$



$$в) m = nP \left[l_0 + \frac{l(n-1)}{2} \right] = nP\lambda - \text{ для сети с распределенной нагрузкой}$$



9. Рассчитывается сечения проводов на головном участке сети:

S =

$$\frac{\sum M_{i-j} + \alpha \sum m_{i-j}}{C \Delta U},$$

где $\sum M$ - сумма моментов данного и всех последующих по направлению тока участков с тем же числом проводов в линии, что и на данном участке, α - коэффициент приведения моментов, $\sum m$ - сумма моментов питаемых через данный участок линий с иным числом проводов, чем на данном участке, C – коэффициент схемы.

10. Выбирается ближайшее стандартное сечение.

11. Действительные потери напряжения на головном участке находятся

в соответствии с выражением: $\Delta u = \frac{\sum M}{CS},$

12. Определяются расчетные потери напряжения на каждом участке:

$$\Delta u_{i-j} = \Delta U - \Delta u.$$

13. Рассчитываются сечения проводов этих участков по формуле:

$$s_{i-j} = \frac{M}{C \Delta u_{i-j}}, \text{ принимаются соответствующие стандартные сечения.}$$

14. Рассчитываются действительные потери напряжения на всех участках и по результату расчета устанавливается наибольшая потеря напряжения в сети

по выражению: $\Delta U_{\max} = \Delta u + \Delta u_{\text{уч. max}}$,

где Δu – величина потерь напряжения на головном участке, $\Delta u_{\text{уч. max}}$ – наибольшая величина потерь напряжения участка из группы линий.

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 9 (2 ч.)

Тема: Защита осветительных сетей. Выбор аппаратов защиты осветительных сетей – 2 ч.

План

1. Защита осветительных сетей, требования к аппаратам защиты.
2. Условия выбора аппаратов защиты (предохранителей, автоматических выключателей).
3. Выбор сечения проводников по условиям срабатывания защитного аппарата.

Расчет токов короткого замыкания.

1. Защита осветительных сетей, требования к аппаратам защиты.

Автоматический воздушный выключатель (автомат) служит для проведения тока в нормальном режиме и автоматического отключения электрической цепи при перегрузках, КЗ, чрезмерном понижении напряжения питания, для нечастых (до 6 в час) оперативных включений и отключений электрических цепей.

К автоматам предъявляются следующие требования.

Токоведущая цепь автомата должна пропускать номинальный ток в течение сколь угодно длительного времени. Режим продолжительного включения для автомата является нормальным. Токоведущая система автомата может подвергаться воздействию больших токов КЗ как при замкнутых контактах, так и при включении на существующее КЗ.

Автомат должен обеспечивать многократные отключения предельных токов КЗ, которые могут достигать сотен кА. После отключения этих токов автомат должен быть пригоден для длительного пропускания номинального тока.

Для обеспечения электродинамической и термической стойкости энергоустановок, уменьшения разрушений и других последствий, вызываемых токами КЗ, автоматы должны иметь малое время отключения. С целью уменьшения габаритных размеров распределительного устройства и повышения безопасности обслуживания необходимо минимальная зона выхлопа нагретых и ионизированных газов в процессе гашения дуги.

Элементы защиты автомата должны обеспечивать селективность и необходимые токи и времена срабатывания.

В зависимости от вида воздействующей величины автоматы делятся на максимальные автоматы по току, минимальные автоматы по току, минимальные автоматы по напряжению, автоматы обратного тока, максимальные автоматы, работающие по производной тока, поляризованные максимальные автоматы (отключают цепь при нарастании тока в одном – прямом направлении) и неполяризованные, реагирующие на возрастание тока в любом направлении. Для построения селективно действующей защиты автоматы должны иметь регулировку тока и времени срабатывания. В некоторых случаях требуется комбинированная защита – максимальная по току и минимальная по напряжению.

Автоматические выключатели снабжают специальным устройством релейной защиты, которое в зависимости от типа выключателя выполняют в виде токовой отсечки, максимальной токовой защиты или двухступенчатой токовой защиты. Для этого используют электромагнитные и тепловые реле. Эти реле называют расцепителями.

Номинальным током автоматического выключателя $I_{ном,а}$ называют наибольший ток, при протекании которого выключатель может длительно работать без повреждений. Номинальным напряжением автоматического выключателя $U_{ном,а}$ называют указанное в паспорте напряжение, равное напряжению электрической сети, для работы которой этот выключатель предназначен. *Номинальным током* расцепителя $I_{ном,рас}$ называют указанный в паспорте ток, длительное протекание которого не вызывает срабатывание расцепителя. *Током уставки* расцепителя называют наименьший ток при протекании которого расцепитель срабатывает.

Предохранители – это электрические аппараты, предназначены для защиты электрических цепей от токовых перегрузок и токов КЗ. Основными элементами предохранителя являются плавкая вставка включаемая последовательно с защищаемой цепью, и дугогасительное устройство.

К предохранителям предъявляются следующие требования:

1. Времятоковая характеристика предохранителя должна проходить ниже, но возможно ближе к времятоковой характеристике защищаемого объекта.
 2. Время срабатывания предохранителя при КЗ должно быть минимально возможным, особенно при защите полупроводниковых приборов. Предохранители должны работать с токоограничением.
 3. При КЗ защищаемой цепи предохранители должны обеспечивать селективность защиты.
 4. Характеристики предохранителя должны быть стабильными, а технологический разброс их параметров не должен нарушать надежность защиты.
 5. В связи с возросшей мощностью установок предохранители должны иметь высокую отключающую способность.
 6. Конструкция предохранителя должна обеспечивать возможность быстрой и удобной замены плавкой вставки при ее перегорании.
2. Условия выбора аппаратов защиты (предохранителей, автоматических выключателей).

Автоматы

1. Номинальный ток теплового расцепителя, защищающего от перегрузки выбирается по расчетному току защищаемой линии. $I_{\text{н расц}} \geq I_p$,

Ток срабатывания (отсечки) электромагнитного расцепителя проверяется по максимальному кратковременному току ШМА.

$$2. I_{\text{ср.эл}} \geq I_{\text{пик}} \cdot k$$

где $k = (1,25 - 1,4)$, $I_{\text{пик}}$ – пиковое значение тока рассчитывается как:

$$I_{\text{пик}} = I_p + (Kn - 1)I_{\text{тах ном}}$$

Проверяется по согласованию теплового расцепителя с сечением проводника:

$$I_{\text{н расц}} \leq 1,5I_{\text{дл.доп}}$$

Предохранители

Плавкие предохранители выбираются по следующему алгоритму:

1. Необходимо соблюдение условия: $I_{\text{в}} \geq I_{\text{пуск}}/2,5$,

где $I_{\text{в}}$ – номинальный ток плавкой вставки, А; 2,5 – коэффициент перегрузки для легких пусков, учитывающий превышение тока сверх номинального значения; $I_{\text{пуск}}$ – пусковой ток ЭП, равный: $I_{\text{пуск}} = K_{\text{п}} \cdot I_{\text{ном.эп}}$, где $K_{\text{п}}$ – кратность пуска для ламп, величина табличная /табл. 10-2, Кнорринг/, $I_{\text{ном.эп}}$ – номинальный ток отдельного ЭП, А;

2. Проверяем согласование выбранной вставки с сечением проводника $I_{\text{в}} \leq 3 \cdot I_{\text{д.л.доп}}$

л.доп

3. Выбор сечения проводников по условиям срабатывания защитного аппарата.

Расчет токов короткого замыкания.

Проверяем предохранитель по чувствительности к КЗ: $I_{\text{к}}^{(1)} \geq k \cdot I_{\text{с}}$

Где k – минимально допустимая кратность тока кз по отношению к номинальному току аппарата защиты (по ПУЭ). Ток короткого замыкания определяется как:

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{ф}}}{z_{\text{п}} + \frac{z_{\text{т}}}{3}},$$

где $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение сети, В, $z_{\text{т}}$ – полное сопротивление силового трансформатора, Ом (табл. 12-26, Кнорринг), $z_{\text{п}}$ – полное сопротивление петли фаза-нуль линии до наиболее удаленной точки сети, Ом.

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 10 (2 ч)

Тема: Наружное освещение

План

1. Назначение наружного освещения
2. Нормативные требования к ОУ наружного освещения.
3. Классификация светильников наружного освещения.
4. Выбор схемы размещения светильников. Расчет уличного освещения светильниками
5. Расчет прожекторной установки.

1. Назначение наружного освещения

Основные задачи НО: обеспечение безопасности движения транспорта, обеспечение освещения тротуаров, парков, аллей и др. зон для безопасности движения пешеходов, обеспечение охранного освещения территории предприятий, строительных площадок и пр. в темное время суток.

2. Нормативные требования к ОУ наружного освещения.

Установки стационарного НО улиц, дорог, автострад и пр. должны создавать необходимые условия ЗР для водителей, пешеходов, обеспечивающие обнаружение препятствий на пути движения:

для водителей – с расстояния в несколько десятков метров,

для пешеходов – с расстояния в несколько метров.

НО улиц, дорог и площадей различных категорий (А,Б,В) в городах и поселках, исходя из условий обеспечения средней яркости дорожного покрытия нормируются согласно табл.11 СНиП 23-05-95 (табл.16.1, Айзенберг), а т.ж уровня средней горизонтальной освещенности, который регламентируется для площадок предприя-

тий– табл.8, улиц и дорог различных категорий – табл.11, непроезжих частей, скверов и пр. –табл.12, территорий общественных зданий – табл.13, парков, стадионов – табл.14, сел – табл.15, тоннелей – табл.16 СНиП 23-05-95.

Для ограничения слепящего действия установок НО регламентируется их высота (п.7.18, 7.19, 7.20).

3. Классификация светильников наружного освещения.

Согласно международной классификации по характеру светораспределения для углов $\alpha > 70^\circ$ и направлению максимальной силы света типовые КСС в вертикальной плоскости для ОП различают на три группы: ограниченного, полуограниченного, неограниченного светораспределения. (рис 16.4 Айзинберг).

Светораспределение светильников, наилучшим образом удовлетворяющее светотехническим требованиям ОУ назыв. эффективным или образцовым. Допустимые значения сила света в зоне углов $75-90^\circ$.

α	75°	80°	85°	90°
Сила света,кд	200/200	80/50	25/15	20/0

В числителе для ДРЛ, в знаменателе для МГЛ и НЛВД.

НО может выполняться как светильниками (например освещение улиц, внутриквартальных территорий и пр.), так и прожекторами (например освещение охраняемых территорий, стадионов, ОРУ подстанций и т.д.).

4. Выбор схемы размещения светильников. Расчет уличного освещения светильниками.

Выбор светильников, НО производится в соответствии с техн. заданием на проектирование и с учетом генплана объекта. В зависимости от значимости освещаемого объекта и интенсивности движения определяется нормируемое значение яркости с учетом размещения ОП устанавливается их светораспределение, тип и мощность используемого ИС.

При выборе типа и мощности ИС необходимо учитывать спектральный состав излучения его экономическую целесообразность.

Схема размещения светильников для уличного освещения с учетом ширины проезжей части приведена в табл.(16.8 Айзенберг). Обычная высота установки 6-10

м.

В установках, где нормирована ср. яркость покрытия за основу расчета берется η_L (табл. 9-3, Кнорринг)

Определяется необходимый поток Φ' , лм/м²: $\Phi = \frac{L \cdot k \cdot \pi}{\eta_L}$.

где L – нормируемая яркость кд/м² (СНиП 23-05-95), k – коэф-т запаса, η_L – коэффициента использования по яркости, зависящий от отношения b/h – ширины проезжей части и высоты установки ОУ.

Выбирается лампа для освещения и тип светильника. По мощности лампы определяется территория ее освещения как: $s = \frac{\Phi_L}{\Phi}$, м². Делением площади освещаемой территории на ширину полосы (дороги) определяется шаг опор.

Проверка уровня освещенности проезжих частей и прилегающих к ним тротуаров производится по следующему алгоритму:

По отношению b/h определяется значение коэффициента использования по яркости (Кнорринг табл.9-3).

2. По выражению $L = \frac{\Phi \cdot \eta}{E_n \cdot k \cdot z \cdot v}$, определяется шаг опор (расстояние между опорами со светильниками), м.

3. Определяется минимальная освещенность тротуара в удаленной точке Д (рис.), лк: $E = \frac{\Phi \cdot \eta_1}{L \cdot k \cdot z \cdot v_1}$.

4. Проверяется освещенность для удаленной точки тротуара по СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

5. Расчет прожекторной установки.

Преимущество прожекторного освещения: возможность освещения больших, открытых площадей без установки опор и прокладки сетей, облегчение эксплуатации за счет сокращения рабочих мест требующих обслуживания, лучшее освещение вертикальных поверхностей.

Недостатки: большое слепящее действие, необходимость квалифицированного

ухода (фокусировка, чистка отражателя и др.), резкие тени от крупных предметов.

Алгоритм расчета прожекторной установки

1. Установленную мощность прожекторного освещения определяют по формуле:

$$P_{уст} = E_n K_z m A,$$

где E_n - нормированная освещенность, лк;

K_z - коэффициент запаса; m - величина, которая установлен для прожекторов с лампами накаливания в пределах 0,5 – 0,9 Вт/лм, а с лампами ДРЛ и галогенными лампами - равным 0,25 – 0,30 Вт/лм;

A - освещаемая площадь, м².

По значению $P_{уст}$ выбирается число, тип прожектора и его светотехнические данные.

2. Рассчитывается высота установки

$$h_{\min} = \sqrt{\frac{I_0}{300}},$$

где I_0 - осевая сила света (ккд) рассчитывается как отношение потока прожектора (Φ_n , лм), выбранного по установленной мощности, к потоку лампы (Φ_l ,

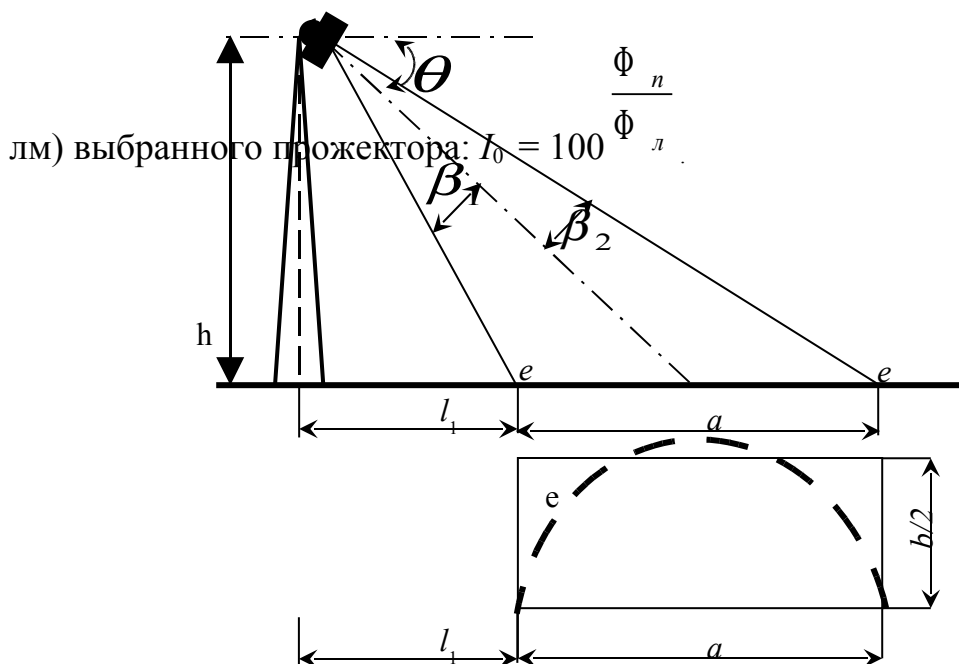


Рис. Схема прожекторной установки: θ – угол наклона прожектора; β_1, β_2 – расчетные углы рассеяния проектируемой изолуксы (е); h – высота установки прожектора над освещаемой поверхностью.

3. Определяется угол установки прожектора в вертикальной плоскости

$$\theta = 1^\circ + \arcsin \sqrt{\frac{\pi \sin(4\beta_{\text{вм}}) \operatorname{tg}(2\beta_{\text{зм}})}{2\Phi_{\text{л}} \eta} E_{\text{н}} K_3 h^2},$$

где $\Phi_{\text{л}}$ – поток лампы, лм; η – КПД прожектора; $\beta_{\text{вм}}, \beta_{\text{зм}}$ – половинные максимальные углы рассеяния в вертикальной и горизонтальной плоскости.

Светораспределение прожектора моделируется формулой:

$$I_{\beta} = I_0 \left[(1 + \cos n\beta) / 2 \right]^M,$$

M и n – величины (табл.), зависящие от освещаемых плоскостей.

Прожекторная мачта устанавливается на оси, проходящей через центр длинной стороны освещаемой плоскости на расстоянии l_1 от ее ближней стороны. Величина l_1 может быть определена следующим способом:

$$l_1 = h \left[\operatorname{tg}(0.9\beta_{\text{вм}} + \theta) \right]^{-1},$$

$$6. \text{ Освещенность в любой точке площадки } E = \frac{I_{\beta} \sin^3(\theta \pm \beta)}{K_3 h^2},$$

где расчетные углы в соответствии со схемой будут равны:

для ближайшей точки территории:

$$\beta_1 = \operatorname{arctg} \frac{h}{l_1} - \theta,$$

для дальней стороны территории:

$$\beta_2 = \theta - \operatorname{arctg} \frac{h}{l_1 + a},$$

для центра территории:

$$\beta = \arctg \frac{h}{l_1 + \frac{a}{2}} - \theta$$

Подводится итог по прослушанной лекции.

ЛЕКЦИЯ 12 (4 ч)

Тема: Управление осветительными сетями (2ч). Монтаж осветительных сетей.

Правила эксплуатации осветительных установок. Общие требования ПУЭ. Электро-
безопасность осветительных установок. (2ч)

План

1. Управление осветительными сетями.
2. Монтаж осветительных сетей.
3. Правила эксплуатации осветительных установок. Общие требования ПУЭ.
Электробезопасность осветительных установок.

1. Управление осветительными сетями.

Требования к управлению освещением: необходимо управление из мест, наиболее удобных к эксплуатации, светильники следует разбивать на отдельно управляемые групп, способы и устройства управления освещением должно создавать наиболее благоприятное условие для экономии эл.энергии, без ухудшения освещения.

В производственных помещениях следующие виды управления:

местное – применяются простые аппараты управления: выключатели, переключатели, устанавливаемые в помещении, или у входов в помещение для освещения помещений с тяжелыми условиями среды (напр. душевые, склады, кладовые).

централизованное – применяется для крупных производственных помещений, где установка большого количества выключателей (переключателей) нецелесообразно, поэтому такое управление осуществляется от групповых щитков, используя в ка-

честве аппаратов управления автоматы щитков, защищающие групповые линии.

дистанционное (ДУ) – в крупных производственных зданиях в которых общее освещение питается от большого числа подстанций предусматривается управление освещением из одного места, где имеется постоянное дежурство обслуживающего персонала, способным следить за включением и отключением освещения отдельных участков, например диспетчерский пункт и др. ДУ осуществляется магнитными пускателями или контакторами, установленные на щитах станций управления (ЩСУ) или в шкафах управления и пр.

автоматическое (АУ) – при таком управлении включение и отключение освещения обеспечивается без участия человека в зависимости от изменения осветительных условий, создаваемых естественным освещением или по заданному суточному графику.

Далее рассматриваются технические решения по каждому виду управления освещением и условий окружающей среды в помещениях, схемы управления освещением из нескольких мест, принцип работы дистанционного управления с приведением принципиальной схемы ДУ, расчет сетей ДУ (алгоритм расчета приводится в п 12-8 Кнорринг), а также схема фотореле типа ФР-1 для АУ освещением и принцип его работы.

3. Монтаж осветительных сетей.

Здесь рассматривается: основной состав работ при монтаже ОУ, таких как выбор и разметка трасс электропроводки, мест установки светильников, пробивные и крепежные работы, выполнение контактных соединений, испытание и сдача в эксплуатацию; монтаж осветительных шинопроводов типа ШОС-67 и др; монтаж светильников, способы их установки и крепления (кронштейн, трос). монтаж электрической аппаратуры (установка щитов и шкафов, приборов учета и измерительных приборов, затягивание в них проводов и кабелей питающих и отходящих, проверка состояния работы всех элементов ОУ).

4. Правила эксплуатации осветительных установок. Общие требования ПУЭ.

Электробезопасность осветительных установок.

Здесь рассматриваются:

общие требования ПУЭ, правила эксплуатации ОУ
прием осветительной установки в эксплуатацию (ПТЭ),
организация эксплуатации (ПТЭ) внутреннего освещения,
организация эксплуатации (ПТЭ) уличного освещения,
электробезопасность ОУ, в том числе классификация помещений в отношении опасности поражения электрическим током, меры защиты от поражения эл. током – заземление и зануление, основные положения по их выполнению.
Подводится итог по прослушанной лекции.

1.6. Методические указания к практическим (семинарским занятиям).

1.6.1. Перечень практических занятий (18 часов)

1. Светотехнический расчет осветительных установок. Расположение и установка светильников. Определение мощности ламп. – 2 часа.
2. Кривые силы света (КСС). Выбор светильников по типу КСС – 2 ч.
3. Расчет освещенности горизонтальной, вертикальной и наклонной плоскостей помещения. – 2 часа.
4. Расчет освещения точечным методом. Выбор ламп по рассчитанному световому потоку – 2 часа.
5. Расчет сетей с газоразрядными лампами при наличии компенсации. – 2 часа.
6. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока и методом удельной мощности. – 4 часа.
7. Выбор сечения проводников осветительной сети. Потери напряжения на участках сети. Расчет на минимум проводникового материала осветительной сети. – 2 часа.
8. Расчет наружного и уличного освещения. – 2 часа.

Общий план проведения практического (семинарского занятия).

1. Цель практического занятия
2. Краткие теоретические сведения. Повторение теоретического курса лекции (см п.1.6.) по теме практического занятия.
3. Изучение дополнительной информации на основе справочных и каталожных данных по теме практического занятия.

4. Анализ алгоритмов и методик к практическому занятию, на основе лекций, методических указаний, дополнительной технической литературы (справочников, каталогов и пр.).

5. Выполнение практического задания.

6. Анализ выполнения работы и полученных результатов.

7. Вывод по выполненному практическому заданию, подведение итогов и оценка результатов.

1.6.2. Примеры решения типовых задач:

Пример 1

В помещении площадью $S = A \cdot B = 16 \times 10 = 160 \text{ м}^2$ с $\rho_{\text{пл}} = 0,5$, $\rho_{\text{стен}} = 0,3$, $\rho_{\text{пол}} = 0,1$ на расчетной высоте $h = 3,2 \text{ м}$ предполагается установить светильники типа ДСП 02-2х40-10 (кривые силы света типа Д-3, КПД=60%) с люминесцентными лампами типа ЛБ. Требуется определить необходимое количество светильников для создания освещенности $E_n = 300 \text{ лк}$ при коэффициенте запаса $k_z = 1,8$ и коэффициенте равномерности $Z = 1,1$.

По таблице находим $W_{100\text{лк}} = 2,9 \text{ Вт/м}^2$. Но так как в таблице $E_n = 100 \text{ лк}$, $k_z = 1,5$ и КПД - 100%, пропорциональным перерасчетом определяем/Л-3/

$$W = 2,9 \cdot 1,8 \cdot 300 / (1,5 \cdot 0,6 \cdot 100) = 17,4 \text{ Вт/м}^2.$$

Количество светильников

$$N = W \cdot S / P = 17,4 \cdot 160 / 80 = 35 \text{ штук.}$$

Таким образом, предусматриваем 3 ряда по 12 светильников в каждом.

Пример 2

В производственном помещении длиной 18 м, шириной 10 м и высотой 4 м намечено установить 8 светильников ППР-200. Высота подвеса светильников над уровнем пола 3,5 м. Определить мощность ламп, если нормированная освещенность на уровне пола помещения равна 20 лк. Напряжение осветительной сети 220 В.

1. По таблице для $H_p = 3,5$ м, $E_n = 20$ лк и $S = 18 \cdot 10 = 180$ м² находим значение удельной мощности $W = 6,2$ Вт/м².

2. Определяем потребную мощность лампы:
 $6,2 \cdot 180 / 8 = 139,5$ Вт.

3. Принимаем лампу типа Б220-150 мощностью 150 Вт.

Для помещений меньшей площади (меньше 10 м²) и для лестничных клеток мощность ламп накаливания выбирают по табл. 5.

Помещения	Наибольшая мощность ламп, Вт
Площадью от 5 до 10 м ² при освещенности по норме, лк:	
20...25	
10...15	100
2...5	60
	25
Площадью менее 5 м ² :	
тамбуры, проходы,	15
душевые, уборные	25
Лестничные клетки (световые точки устанавливают через площадку)	25

Пример 3

Сделать расчет освещения (определить количество и мощность ламп) методом удельной мощности для горячего цеха площадью $S = 10 \cdot 6 = 60$ м², высотой $H = 3,5$ м. Напряжение электрической сети 220 В; $h = 2,2$ м, устанавливаемый светильник НСП17-200-103.

Намечаем к установке количество светильников - 6. Размещаем их в вершинах квадратов с $L = 3$ м.

По приложению находим значения удельной мощности. При $E = 75$ лк, $h = 2,2$ м (2...3), $S = 60$ м² (5...150) удельная мощность $W = 20,5$ Вт/м².

Определяем расчетную мощность одной лампы:

$$P_n = \frac{WS}{n} = \frac{20,5 \cdot 60}{6} = 205 \text{ Вт.}$$

Выбираем лампу мощностью 200 Вт. Полная установленная мощность ламп $P = 6 \cdot 200 = 1200$ Вт. Фактическая удельная мощность

$$W_{\phi} = \frac{P}{S} = \frac{1200}{60} = 20 \text{ Вт/м.}$$

Пример 4

Сделать расчет освещения методом коэффициента использования для горячего цеха завода площадью $S = 10 \cdot 6 = 60$ м. Высота $H = 3,5$ м, напряжение электрической сети $V=220$ В. Использовать лампы накаливания.

Решение. Для горячего цеха принимаем светильники НСП-17-200-103. Определяем расчетную высоту

$$h = H - h_p - h_{cb} = 3,5 - 0,8 - 0,5 = 2,2 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками

$$L = 1,5 h = 1,5 \cdot 2,2 = 3,3 \text{ м.}$$

Принимаем $L = 3$ м. При этом светильники располагаем в вершинах квадрата 3×3 м. Расстояние от стен принимаем в 2 раза меньше расстояния между светильниками ($L / 2 = 1,5$ м), т.е. 1,5 и 2 м.

Устанавливаем 6 светильников. Светильник НСП17-200-103 является одноламповым, поэтому число ламп также будет равняться 6.

Чтобы найти коэффициент использования, определяем индекс помещения:

$$\phi = \frac{A \cdot B}{h(A + B)} = \frac{10 \cdot 6}{2,2 \cdot (10 + 6)} = 1,7$$

$$\rho_{\text{п}} = 70\%; \rho_{\text{ст}} = 50\%.$$

Коэффициент использования $\eta = 47\%$ или 0,47, его находим по таблице.

Определяем световой поток одной лампы для освещенности 75 лк:

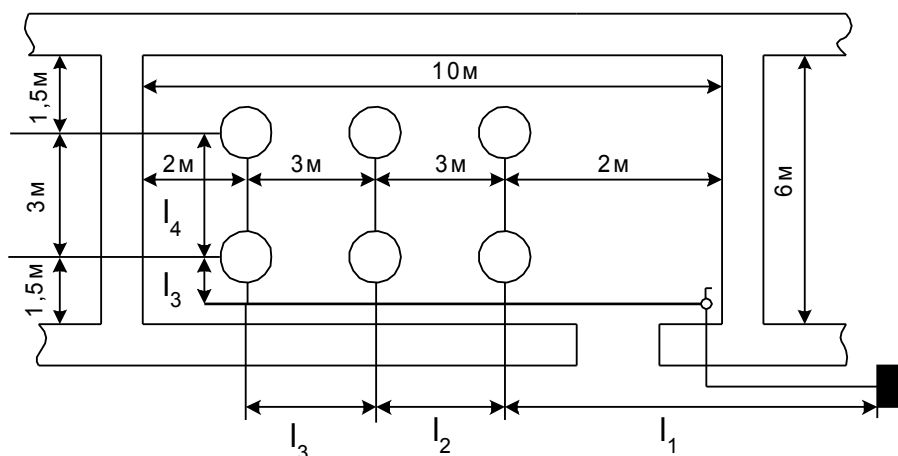
$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S \cdot k \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{75 \cdot 60 \cdot 1,3 \cdot 1,2}{6 \cdot 0,47} = 2490 \text{ лм.}$$

По таблице /Л-4/ находим лампу на 215...225 В, световой поток которой близок к полученному. Лампа Г215-225-200 мощностью 200 Вт имеет световой

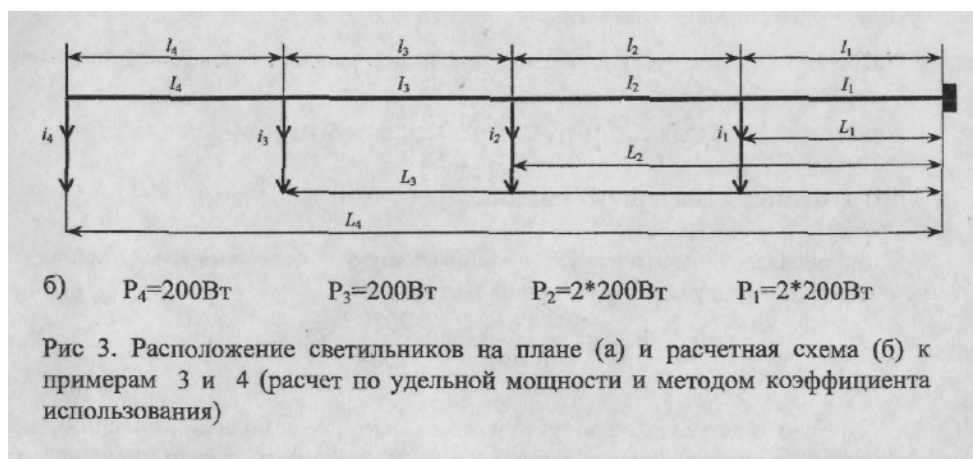
поток 2920 лм. Принимаем 6 ламп мощностью по 200 Вт. Полная установленная мощность ламп $P = 1200 \text{ Вт}$ ($6 * 200$). Удельная мощность

$$W = \frac{P}{S} = \frac{1200}{60} = 20 \text{ Вт/}$$

На основании примеров 3 и 4 можно сделать вывод, что при расчете разными методами получаются одинаковые результаты.



а)



Пример 5

На этаже производственного помещения длиной $A = 24 \text{ м}$, шириной $B = 18 \text{ м}$ и высотой $H = 4,2 \text{ м}$ намечено установить 16 светильников типа НСП11-200. Высота рабочей поверхности $h_p = 0,8 \text{ м}$. Свес светильника (расстояние от потолка до центра лампы) принят $h_{св} = 0,5 \text{ м}$. Напряжение питающей сети 220 В. Ориентировочные значения коэффициентов отражения потолка, стен и рабочей поверхности 50; 30; 10% или $\rho_{\text{п}} = 0,5$; $\rho_{\text{ст}} = 0,3$; $\rho_{\text{рп}} = 0,1$.

Решение

1. Определяем расчетную высоту подвеса светильника над рабочей поверхностью

$$H_p = H - (h_{св} + h_{рп}) = 4,2 - (0,5 + 0,8) = 2,9 \text{ м.}$$

Вычисляем показатель (индекс) помещения (в некоторых работах его обозначают и 1)

$$\phi = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} = \frac{24 \cdot 18}{2,9 \cdot (24 + 18)} = 3,5.$$

3. По принятым значениям коэффициентов отражения и показателю помещения ϕ находим коэффициент использования светового потока $\eta = 58\% - 0,58$.

4. Из норм освещенности находим $E_H = 30$ лк и коэффициент запаса $k_z = 1,5$.

5. Приняв $Z = 1,1$, определяем расчетный световой поток одной лампы

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot k \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{30 \cdot 432 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,58} = 2388 \text{ лм.}$$

6. Из ламп накаливания общего назначения выбираем ЛН типа Б мощностью 200 Вт, номинальный световой поток которой $\Phi_{л} = 2920$ лм.

7. Проверяем расхождение расчетного и номинального световых потоков лампы:

что находится в допустимых пределах.

8. Определяем фактическую минимальную освещенность рабочей поверхности с учетом выбранной лампы:

$$E_{\min} = E_H \cdot \frac{\Phi_{л}}{\Phi_p} = 30 \cdot \frac{2920}{2388} = 37 \text{ лк.}$$

Если в результате расчета окажется, что лампа больше по мощности, следует увеличить число светильников и повторить расчет или найти необходимое число ламп, преобразуя формулу в

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot Z}{\Phi_l \cdot \eta}.$$

Расстояние между светильниками определяют по уравнению

$$L = \lambda_{\text{э}} \cdot H_p,$$

где L - расстояние между светильниками (или рядами ЛЛ), м;

$\lambda_{\text{э}} = L/H$ - наивыгоднейшее относительное расстояние между светильниками.

Пример 6

Помещение площадью 100 м^2 высотой 5 м освещается четырьмя светильниками типа РСП113-400 с лампами ДРЛ мощностью 400 Вт . Светильники расположены по углам квадрата со стороной 5 м (рис. 5). Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью $h_p = 4,5 \text{ м}$. Нормированная освещенность в контрольной точке А равна 250 лк .

Определить, соответствует ли освещенность в контрольной точке требуемой норме.

1. Определяем $\text{tg} \alpha$ (рис. 6), α и $\cos^3 \alpha$

$$\text{tg} \alpha = \frac{d}{h_p} = \frac{\sqrt{2.5 + 2.5}}{4.5} = 0.786$$

$$\alpha = 37^\circ; \cos^3 \alpha = 0,49.$$

2. Определяем I_α По таблице 5 «Дискретные значения силы света светильников РСШЗ (ДРЛ)» [3], которая составлена по кривой силы света светильников РСШЗ (ДРЛ) при условной лампе со световым потоком $\Phi_l = 1000 \text{ лм}$, находим силу света I_α при $\alpha = 37^\circ$ (интерполируя между значениями силы света для угла $\alpha = 35^\circ$ и 45°), $I_{\alpha 1000} = 214 \text{ кд}$. Световой поток установленной в светильнике лампы ДРЛ мощностью 400 Вт равен 19000 лм . Поэтому $I_\alpha = 214 \cdot (19000 / 1000) = 214 \cdot 19 = 4066 \text{ кд}$.

Таблица

α , град	0	5	15	25	35	45	55	65	75
I_α	284	280	277	258	228	181	106	56	26

3. Рассчитываем освещенность от одного светильника в горизонтальной плоскости в контрольной точке А. Принимая коэффициент запаса $k = 1,5$ для одного светильника и $\mu = 1,05$, получим

$$E_A = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \cdot \mu}{k \cdot h_p} = \frac{4066 \cdot 0.49 \cdot 1.05}{1.5 \cdot 4.5^2} = 68.8 \text{ лк.}$$

Так как в расчетной точке каждый из четырех светильников создает одинаковую освещенность, то суммарная горизонтальная освещенность в точке А будет

$$\sum E_A = 4 \cdot 68,8 = 275,2 \text{ лк.}$$

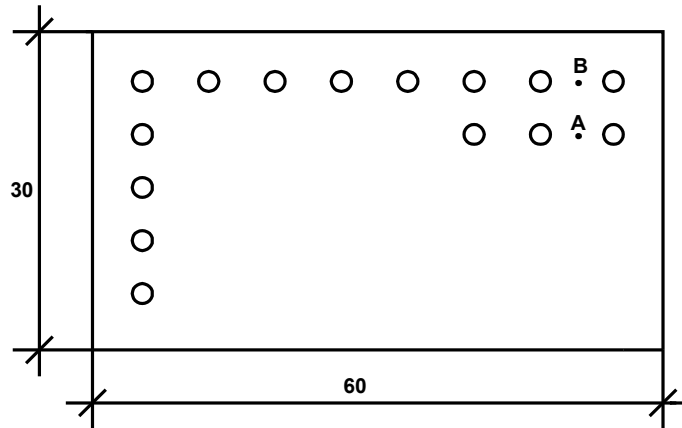
Фактическая освещенность повышает нормированную (250 лк) примерно на 10%, что находится в допустимых пределах.

1.6.3. Примеры задач для практической и самостоятельной работы

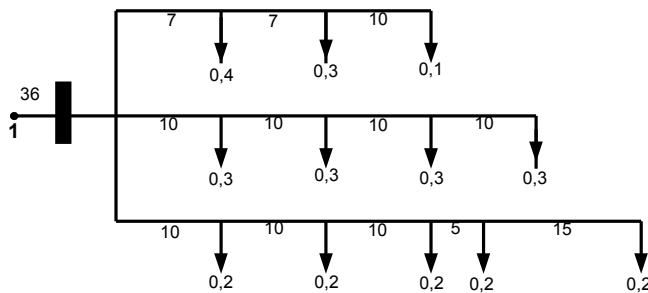
1. Рассчитать ОУ, определить количество светильников ЛДР с лампами ЛБ, при $E=300$ лк, $\mu=1.1$, $k=1.5$, $h=4$ м в помещении размерами 27×14.5 . Точка А освещается шестью полурядами отмеченными цифрами от 1 до 6.
2. Освещение инструментального цеха размерами $60 \times 36 \times 10$ м, $h_p=0.8$ м, $h_c=1.2$ м выполнено лампами ДРЛ в светильниках РСП 05/Г03. Наметить размещение светильников в цехе, определить число светильников.
3. На этаже производственного помещения $24 \times 18 \times 4.2$ м установить 16 светильников типа НСП 11-200. Высота рабочей поверхности 0.8 м, напряжение сети 220 В, свес светильников $h_{св} = 0.5$ м, ориентировочные значения коэффициентов отражения потолка, стен и рабочей поверхности 50%, 30 %, 10% соответственно.

организация эксплуатации (ПТЭ) внутреннего освещения,

4. Рассчитать освещение производственного помещения точечным методом с размерами 60 x 30 x 10, расстояние между светильниками 8 x 6 м (l_a, l_b), $h_p=0.8$ м, $h_c=1.2$ м. Светильники РСП 05/ Г03 с лампами ДРЛ. Определить наименьшую освещенность в точках А и В.



5. Произвести расчет на минимум проводникового материала (медь) для однофазной сети $U_c=220$ В. Допустимые потери напряжения $\Delta U_p=5.2\%$. Нагрузки в кВт, длины в м. Ответвления двухпроводные, как и магистраль.



6. Выполнить расчет освещенности горизонтальной, вертикальной и наклонной (под углом $\theta = 60^\circ$) плоскостей помещения, расположенных согласно рисунку. Выбрать тип светильников и мощность ламп. Условия среды в помещении нормальные, напряжение питающей осветительной сети 220 В. Данные для задачи приведены в таблице.

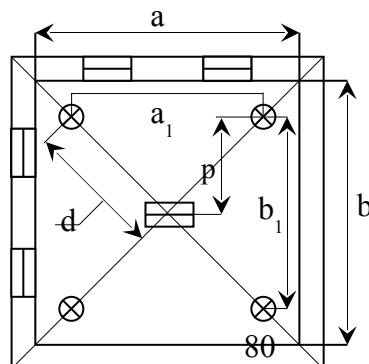


Рис. План помещения

Исходные данные к задаче 7.

Данные для расчета	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Размеры помещения: ширина а и длина b, м	8 8	8 8	9 9	10 10	9 9	6 6	7 7	8 8	5 5	6 6
1. Расположение светильников: a ₁ , м b ₁ , м	5 5	5 5	6 6	6 6	7 7	4 4	5 5	6 6	4 4	5 5
2. Высота подвеса светильников, h _р , м	4	4	5	5	6	5	4	6	5	4

Методические указания к задаче 7

При расчете светильников общего освещения целесообразно проводить по следующему алгоритму:

1. Определяется тангенс угла падения светового луча в расчетную точку:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{h_p},$$

где d – расстояние от расчетной точки до проекции оси симметрии светильника на плоскость, ей перпендикулярную и проходящую через расчетную точку, определяется по формуле

$$d = \sqrt{\left(\frac{a_1}{2}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{b_1}{2}\right)^2}.$$

2. По найденному тангенсу определяются угол α и $\cos^3 \alpha$.

3. Рассчитывается фактическая сила света I_a светильника. По таблице

3-5 [6] светотехнических характеристик светильников с лампами накаливания находится сила света под углом α для заданного светильника с условной лампой $(I_a)_{1000}$ в канделах (кд). Пересчитывается фактическая сила света по формуле

$$I_a = (I_a)_{1000} \frac{F_{\lambda}}{1000}.$$

4. Определяется освещенность горизонтальной плоскости от одного светильника по выражению, лк

$$E_{\Gamma} = \frac{I_a \cos^3 \alpha}{h_p^2 K_3},$$

где K_3 - коэффициент запаса принимается равным 1,3.

Так как каждый из четырех светильников создает в расчетной точке одинаковую освещенность, то суммарная освещенность равна

$$\sum E_{\Gamma} = 4 E_{\Gamma}.$$

5. Определяется освещенность вертикальной плоскости. Расчетная точка, лежащая в вертикальной плоскости, освещается лишь двумя светильниками.

Поэтому освещенность вертикальной плоскости

$$E_B = 2 E_{\Gamma} \frac{P}{h_p}, \text{ лк,}$$

где $P = \frac{b_1}{2}$ - расстояние от светильника до вертикальной плоскости, на которой находится расчетная точка.

6. Освещенность наклонной плоскости рассчитывается по формуле

$$E_H = 2 E_{\Gamma} (\cos \theta + \frac{P}{h_p} \sin \theta), \text{ лк.}$$

7. В помещении площадью 16 х 10 с $\rho_{\text{н}} = 0.5$, $\rho_{\text{с}} = 0.3$, $\rho_{\text{рп}} = 0.1$ на расчетной высоте $h = 3.2$ м предполагается установить светильники типа ЛПО 02-4х40 (кривые силы света Д-3, КПД = 60%) с люминесцентными лампами типа ЛБ. Требуется определить необходимое количество светильников для создания освещенности $E_{\text{н}} = 300$ лк при $k_3 = 1.8$ и $z = 1.1$.

8. Рассчитать на минимум проводникового материала для осветительной сети напряжением 380/220 В, выполненной алюминиевыми проводами. Определить

наибольшую потерю напряжения в четырехпроводной сети переменного тока. Групповые ответвления выполнены двухпроводными. В питающей трехфазной сети при равномерной нагрузке фаз токи в фазных проводах равны и имеют одинаковый сдвиг по фазе по отношению к фазным напряжениям, что позволяет определить потерю напряжения в одной фазе и далее полной потери напряжения во всех трех фазах, если допустимые потери $\Delta U = 4,5 \%$.

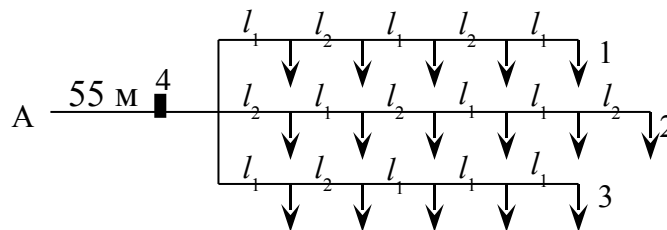


Рис. Схема осветительной сети

Исходные данные к задаче 8

Данные для расчета	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Длины участков групповых линий, м										
l_1	4	5	4,5	5,5	5	4,5	6	4	3,5	6
l_2	5	6	4	5	4,5	6	5,5	5,5	6	3,5
6. Мощность, Вт	750	500	450	550	700	650	300	350	400	250

Нагрузка чисто активная – светильники с лампами накаливания

Методические указания к задаче 8

15. Определяются моменты (m_{i-j}) во всех участках сети: $m = Pl$

16. Рассчитывается сечения проводов на головном участке сети:

$$S = \frac{\sum M_{i-j} + \alpha \sum m_{i-j}}{C \Delta U},$$

где $\sum M$ - сумма моментов данного и всех последующих по направлению тока участков с тем же числом проводов в линии, что и на данном участке, α - коэффици-

ент приведения моментов (значение табличное), $\sum m$ - сумма моментов питаемых через данный участок линий с иным числом проводов, чем на данном участке, C – постоянная величина, приводится при различных напряжениях и материале в табличное значение.

17.Выбирается ближайшее стандартное сечение.

18.Действительные потери напряжения на головном участке находятся

в соответствии с выражением: $\Delta u = \frac{\sum m}{CS}$,

19.Определяются расчетные потери напряжения на каждом участке:

$$\Delta u_{i-j} = \Delta U - \Delta u.$$

20. Рассчитываются сечения проводов этих участков по формуле: $S_{i-j} = \frac{M}{C \Delta u_{i-j}}$,

принимаются соответствующие сечения.

21. Рассчитываются действительные потери напряжения на всех участках и по результату расчета устанавливается наибольшая потеря напряжения в сети по выражению: $\Delta U_{\max} = \Delta u + \Delta u_{\text{уч. max}}$,

где Δu – величина потерь напряжения на головном участке, $\Delta u_{\text{уч. max}}$ – наибольшая величина потерь напряжения участка из группы линий.

9. Рассчитать прожекторную установку для освещения ОРУ подстанции длиной a , м; шириной b , м; нормированной освещенностью E_n , лк и коэффициентом запаса K_3 . Определить высоту установки прожектора, освещенность в ближней, дальней точке, а также в центре территории. Рассмотреть вариант установки двух, трех прожекторов.

Светотехнические данные прожекторов

Тип прожектора	Тип лампы	$h_{\min}$, м	I_0 , ккд	$\beta_{\text{вм}}^0$	$\beta_{\text{зм}}^0$	Вертикальная плоскость		Горизонтальная плоскость		η , %
						n	M	n	M	
ПЗС 45	Г-1000	21	100	13	15	13	1,11	12	0,51	44
ПСМ50	Г-1000	20	120	10,5	10,5	17	0,55	17	0,55	34
ПСМ50	ДРЛ-400	8	19,5	35	35	5	1,18	5	1,18	29

ПСМ40	Г-500	15	70	9,5	9,5	18	0,63	18	0,63	37
ПСМ30	Г-200	10,5	33	8,25	8,25	21	0,85	21	0,85	31
ПЗР250	ДРЛ-250	6	11	30	30	6	0,91	6	0,91	31
ПЗР400	ДРЛ-400	8	19	30	30	6	0,94	6	0,94	23
ПЗС45	ДРЛ-700	10	30	34	33	5	1,13	5	0,98	27
ПЗС35	Г-500	18	100	7	14,5	25	3,52	12	0,86	49
ПКН1-1000	КГ-1000	11,5	55	8	42	22	0,44	4	0,55	60
ПКН2-1000	КГ-1000	10	31	14	41	9	1,64	4	0,58	60
ПКН1-1500	КГ-1500	17	90	13	42	13	2,79	4	0,68	60

Исходные данные к задаче 9

Данные для расчета	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a , м	80	100	65	95	105	75	85	90	60	70
b , м	40	55	30	45	50	40	45	50	35	35
E_n , лк	6	4	7	5	8	3,5	4,5	5	5,5	5
K_3	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5

10. Требуется наметить размещение светильников типа НСП-17-200-103 (ППР- 200) с лампами накаливания, определить необходимое число светильников и мощность ламп для освещения производственного помещения размерами А х В х Н. Высота рабочей поверхности $h_p = 0,8$ и свеса светильников $h_c = 0,5$. Для решения использовать указания п.6.2.

Исходные данные к задаче 11

Данные для расчета	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина А, м	30	38	20	30	60	50	45	55	48	35
Ширина В, м	16	12	15	15	30	22	18	25	20	16
Высота Н, м	3,5	4	7,5	7	10	7,5	10	7	8	8

11. Рассчитать освещение центральной дороги и прилегающего к ней тротуара. Высота опоры со светильником РКУ-250 (лампа ДРЛ) – 7,5 м. Ширина освещаемой полосы 15 м. Нормированная освещенность $E_n = 2,5$ лк. Коэффициент запаса $K_3 = 1,5$.

12. В помещении площадью $S = A \cdot B = 16 \times 10 = 160 \text{ м}^2$ с $\rho_{\text{п}} = 0,5$, $\rho_{\text{стен}} = 0,3$, $\rho_{\text{пол}} = 0,1$ на расчетной высоте $h = 3,2$ м предполагается установить светильники типа ЛСП 02-2х40-10 (кривые силы света типа Д-3, КПД=60%) с люминесцентными лам-

пами типа ЛБ. Требуется определить необходимое количество светильников для создания освещенности $E_n = 300$ лк при коэффициенте запаса $k_z = 1,8$ и коэффициенте равномерности $Z = 1,1$.

13. В производственном помещении длиной 18 м, шириной 10 м и высотой 4 м намечено установить 8 светильников ППР-200. Высота подвеса светильников над уровнем пола 3,5 м. Определить мощность ламп, если нормированная освещенность на уровне пола помещения равна 20 лк. Напряжение сети 220 В.

14. Сделать расчет освещения (определить количество и мощность ламп) методом удельной мощности для горячего цеха площадью $S = 10 \times 6 = 60 \text{ м}^2$, высотой $H = 3,5$ м. Напряжение электрической сети 220 В; $h = 2,2$ м, устанавливаемый светильник НСП17-200-103.

15. Сделать расчет освещения методом коэффициента использования для горячего цеха $10 \times 6 \times 3,5$. Напряжение электрической сети $U_c = 220$ В. Для расчета использовать лампы накаливания.

16. На этаже производственного помещения длиной $A = 24$ м, шириной $B = 18$ м и высотой $H = 4,2$ м намечено установить 16 светильников типа НСП11-200. Высота рабочей поверхности $h_p = 0,8$ м. Свес светильника (расстояние от потолка до центра лампы) принят $h_{св} = 0,5$ м. Напряжение питающей сети 220 В. Ориентировочные значения коэффициентов отражения потолка, стен и рабочей поверхности 50; 30; 10% или $\rho_{п} = 0,5$; $\rho_{ст} = 0,3$; $\rho_{рп} = 0,1$.

17. Помещение площадью 100 м^2 высотой 5 м освещается четырьмя светильниками типа РСП113-400 с лампами ДРЛ мощностью 400 Вт. Светильники расположены по углам квадрата со стороной 5 м. Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью $h_p = 4,5$ м. Нормированная освещенность в контрольной точке А равна 250 лк. Определить, соответствует ли освещенность в контрольной точке требуемой норме.

18. Прожекторная установка, состоящая из трех прожекторов типа ПЗО-45 мощностью 1 кВт каждого (220 В) для освещения строительной площадки подключена к одной фазе трехфазной сети с напряжением 380 В двухжильным медным ка-

белем длиной 85 м. Определить сечение жилы кабеля, выбрать плавкую вставку предохранителя и проверить соответствие номинального тока плавкой вставки и допустимого тока для выбранного сечения. Относительная допустимая потеря напряжения 2,5 %. Как изменится сечение жилы кабеля и ток плавкой вставки предохранителя, если питание прожекторной установки будет осуществляться от трехфазной линии трехжильным медным кабелем?

19. Четырехпроводная линия трехфазной осветительной сети цеха напряжением 380 В предполагается выполнить проводами марки АПВ, проложенной в одной трубе. Мощность потребителя 18 кВт ($\cos\varphi=1$). Длина линии от ТП до распределительного щитка 50 м. Определить сечение провода выбрать предохранитель для двух значений температуры окружающей среды: нормальной $t=25^{\circ}\text{C}$ и повышенной $t=40^{\circ}\text{C}$, если допустимая потеря напряжения 2,5 %.

20. Четырехжильный кабель с алюминиевыми жилами, проложенный в земле, питает группу строений из трех жилых домов. Нагрузка каждого дома 12 кВт при $\cos\varphi=0,9$. Номинальное напряжение линии 380 В. Определить сечение кабеля магистральных участков и токи плавких вставок предохранителей.

21. Осветительная нагрузка лампы накаливания 800 Вт, напряжение 127 В присоединяется двухпроводным ответвлением длиной 25 м к трехфазной сети. Определить потерю напряжения в ответвлении, выполненном изолированным медным проводом сечением $1,5 \text{ мм}^2$. Как изменится потеря напряжения, если перевести напряжение на 220 В?

22. Определить способ расположения опор со светильниками (выбрать тип светильника, источник света) и рассчитать расстояние между ними для освещения:

- а) магистральной дороги общегородского значения шириной 48 (55) м.
- б) магистральной дороги районного значения шириной 25 (35) м.
- в) улицы местного значения шириной 12 (18) м.
- г) переулка шириной 8 (15) м.

Проверить величину освещенности на соответствие нормируемому значению.

1.7. Методические указания по выполнению домашних заданий и контрольных работ.

1.7.1. Примеры задач для контрольных работ

1. Рассчитать прожекторную установку для освещения строительной площадки площадью $100 \times 60 \text{ м}^2$, с нормируемой освещенностью $E_n = 2 \text{ лк}$.

Алгоритм

1. Установленную мощность прожекторного освещения определяют по формуле: $P_{уст} = E_n K_z m A$,

где E_n - нормированная освещенность, лк; K_z - коэффициент запаса; m - величина, которая установлен для прожекторов с лампами накаливания в пределах 0,5 – 0,9 Вт/лм, а с лампами ДРЛ и галогенными лампами - равным 0,25 – 0,30 Вт/лм; A - освещаемая площадь, м^2 . По значению $P_{уст}$ выбирается число, тип прожектора и его светотехнические данные.

2. Рассчитывается высота установки

$$h_{\min} = \sqrt{\frac{I_0}{300}},$$

где I_0 - осевая сила света (ккд) рассчитывается как отношение потока прожектора (Φ_n , лм), выбранного по установленной мощности, к потоку лампы (Φ_l ,

лм) выбранного прожектора: $I_0 = 100 \frac{\Phi_n}{\Phi_l}$.

3. Определяется угол установки прожектора в вертикальной плоскости

$$\theta = 1^\circ + \arcsin \sqrt{\frac{\pi \sin(4\beta_{\text{вм}}) \operatorname{tg}(2\beta_{\text{зм}})}{2\Phi_l \eta} E_n K_z h^2},$$

где Φ_l - поток лампы, лм; η - КПД прожектора; $\beta_{\text{вм}}, \beta_{\text{зм}}$ - половинные максимальные углы рассеяния в вертикальной и горизонтальной плоскости.

Светораспределение прожектора моделируется формулой:

$$I^\beta = I_0 \left[(1 + \cos n\beta) / 2 \right]^M,$$

M и n – величины (табл.), зависящие от освещаемых плоскостей.

Пржекторная мачта устанавливается на оси, проходящей через центр длинной стороны освещаемой плоскости на расстоянии l_1 от ее ближней стороны. Величина l_1 может быть определена следующим способом:

$$l_1 = h [\operatorname{tg}(0.9\beta_{\text{вм}} + \theta)]^{-1},$$

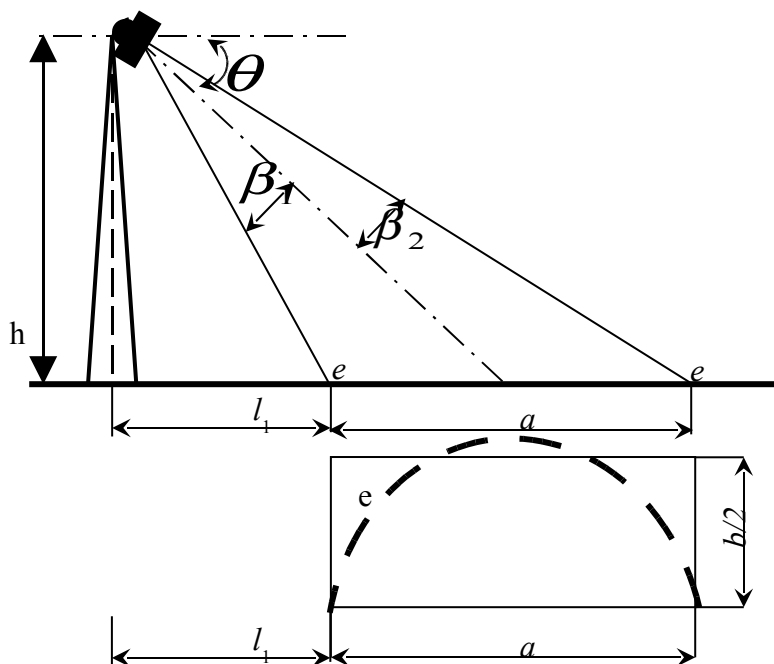


Рис. Схема прожекторной установки: θ – угол наклона прожектора; β_1, β_2 – расчетные углы рассеяния проектируемой изолуксы (е); h – высота установки прожектора над освещаемой поверхностью.

6. Освещенность в любой точке площадки $E = \frac{I\beta \sin^3(\theta \pm \beta)}{K_3 h^2}$, где расчетные углы

в соответствии со схемой будут равны:

для ближайшей точки территории: $\beta_1 = \operatorname{arctg} \frac{h}{l_1} - \theta$,

для дальней стороны территории: $\beta_2 = \theta - \operatorname{arctg} \frac{h}{l_1 + a}$,

для центра территории: $\beta = \operatorname{arctg} \frac{h}{l_1 + \frac{a}{2}} - \theta$.

2. Рассчитать освещение центральной дороги и прилегающего к ней тротуара. Высота опоры со светильником h , м. Ширина освещаемой полосы до светильника $в$, ширина тротуара $в_1$, м. Нормированная освещенность E_n , лк. Коэффициент запаса K_3 . Светильник выбрать, в соответствии с мощностью лампы.

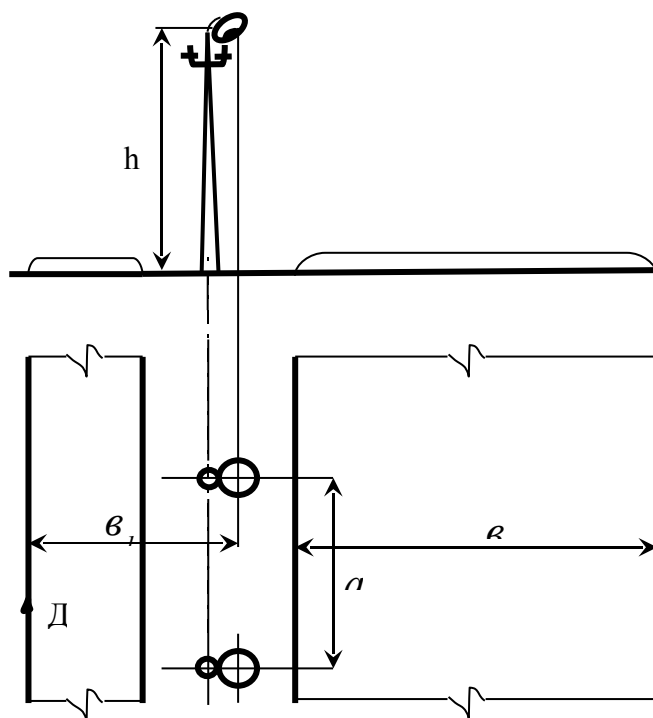


Рис. Схема освещения улицы.

Исходные данные к задаче

Данные для расчета	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Источник света:										
ДРЛ мощностью, Вт	125	250	400	125	125	250	400	250	250	125
E_n , лк	2,5	2	6	4	2,5	2	3	2	4	4
K_3	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5
$в$, м	15	18	20	12	16	19	19	13	17	16
$в_1$, м	2,5	4	3	3	4,5	3,5	2,5	3	4	3
h , м	7,5	8	9	7	7	7,5	10	7	8	9

Алгоритм

1. По отношению $в/h$ определяется значение коэффициента использования (Кнорринг табл.9-3).

2. По выражению $L = \frac{\Phi \cdot \eta}{E_n \cdot k \cdot z \cdot в}$, определяется шаг опор (расстояние между

опорами со светильниками), м.

3. Определяется минимальная освещенность тротуара в удаленной точке Д

(рис.), лк:
$$E = \frac{\Phi \cdot \eta_1}{L \cdot k \cdot z \cdot v_1}.$$

4. Проверяется освещенность для удаленной точки тротуара по СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

3. Произвести расчет сетей с газоразрядными лампами при наличии компенсации. Исходные данные: Общая мощность освещения – Р, кВт, в том числе лампы накаливания Р_н, кВт, и лампы ДРЛ Р_{гл}, кВт с учетом потерь в ПРА (cosφ=0,5). Загрузка фаз равномерная. Питание осуществляется трехфазной четырехпроводной линией. Определить мощность компенсирующего устройства, произвести компенсацию. Выбрать автоматический выключатель на осветительном щитке, сечение фазовых и нулевых проводников.

Мощность ОУ	Варианты																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Р, кВт	25	22	18	20	18	22	30	27	23	26	19	31	25	15	33	19	32	28
Р _н , кВт	6	8	5	3	3	6	8	9	7	4	4	6	5	4	10	6	11	8

Алгоритм

1. Определяется значение реактивной мощности для ламп ДРЛ при существующем коэффициенте мощности: $Q_1 = (P - P_n) \tan \varphi$, квар

2. Полная реактивная мощность ОУ: $S_1 = \sqrt{P^2 + Q_1^2}$, кВА

3. Ток групповой линии: $I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_n}$, А

По расчетному току выбирается сечение фазных проводов по условию нагрева: $I_n \leq I_{\text{доп}}$

4. Определяется коэффициент мощности ОУ: $\cos \varphi_1 = \frac{P}{S_1}$.

5. При коэффициенте мощности менее 0,85, необходимо провести компенсацию реактивной мощности вначале групповой линии, повысив cosφ до значения близкого к 0,95. Далее определяется мощность КУ в начале групповой линии: $Q_{\text{КУ расч.}} = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$, квар и выбирается конденсатор близкий по мощности к расчет-

ной.

6. Определяется значение некомпенсированной реактивной мощности:

$$Q_2 = Q_1 - Q_{KV}, \text{ квар.}$$

7. Определяется полная мощность ОУ (S_2) после компенсации реактивной мощности по ф-ле п.2.

8. Определяется коэффициент мощности ОУ после компенсации: $\cos\varphi_2 = \frac{P}{S_2}$.

9. Определяется ток автомата по выражению: $I_A = \frac{S_2 \cdot k_{\pi}}{\sqrt{3} \cdot U_{\pi}}$. А

где k_{π} – коэффициент на пусковые токи принимается /табл, 10-2, Кнорринг/.

Принимается автомат с током расцепителя $I_{расц.} \geq I_A$.

1.8. Перечень программных продуктов, используемых в практике деятельности выпускников.

В качестве программных продуктов применяются

Пакет прикладных программ «Zapusk» - для расчета осветительной нагрузки.

САПР «Карат» – для расчета осветительной нагрузки методами удельной плотности осветительной нагрузки, точечным методом.

1.9. Методические указания по применению современных информационных технологий для преподавания дисциплины.

Последовательность введения исходной информации:

1. Ввести номинальное напряжение, кВ.
2. Ввести следующие параметры (через запятую):
удельную плотность осветительной нагрузки,
площадь структурной единицы (цеха, завода, поселка и т.д.), м^2 ,
коэффициент спроса осветительной нагрузки,
коэффициент мощности осветительной нагрузки.

После ввода исходной информации на экране выводятся результаты расчета.

1.10. Методические указания профессорско-преподавательскому составу по организации межсессионного и экзаменационного контроля знаний студентов (материалы по контролю качества образования).

1.10.1. Общие методические указания

Для оценки знаний студентов в течение всего семестра ведется контроль по прослушанному курсу лекций, проведенным практическим занятиям и самостоятельной работе студентов для дисциплины «Электрическое освещение» по следующей схеме:

1. Оценка качества усвоенного студентами материала к первой контрольной точки.
2. Оценка качества усвоенного студентами материала ко второй контрольной точке.
3. Оценка качества знаний по окончании семестра. Сдача зачета.

1.10.2. Перечень материалов по контролю качества образования.

1. Комплект вопросов устного опроса по контролю качества (перечень вопросов формируется в соответствии с тематикой прослушанных студентами лекций, **см. пункт 1.3.1.**).
2. Комплект вопросов блиц опросов (проводится на практических занятиях, либо вначале лекции по тематике ранее прослушанной студентами лекции, **см. пункт 1.3.1.**).
3. Комплект практических задач. Комплект представлен **в пункте 1.6.3**
4. Перечень тем рефератов по дисциплине (приводится ниже **пункт 1.10.2.**).
5. Перечень вопросов для самостоятельной проработки студентами. Перечень вопросов для самостоятельной проработки представлен **в пункте 1.3.1.**
6. Комплект вариантов контрольных работ (к первой и ко второй контрольной точке). Комплект представлен **в пункте 1.11.1.**
7. Перечень контрольных вопросов выносимых на зачет. Перечень представлен **в пункте 1.16.**
8. Перечень практических заданий выносимых на зачет. Комплект представ-

лен в пункте 1.10.3.

1.10.2. Примерный перечень тем рефератов

1. Источники оптического излучения (галогенные, люминесцентные, ртутные, металлогалогенные, ксеноновые натриевые, импульсные лампы, вольфрамовые лампы накаливания и прочие источники света).
2. Световые приборы (классификация, светотехнические характеристики, уровень создаваемых помех, защита от воздействия среды, номенклатура световых приборов и пр.).
3. Пускорегулирующие аппараты.
4. Нормирование осветительных установок.
5. Светотехнические расчеты осветительных установок.
6. Экономия энергии в осветительных установках.
7. Эксплуатация осветительных установок.
8. Утилизация газоразрядных ламп.
9. Особенности освещения взрыво- и пожароопасных зон.
10. Промышленное освещение.
11. Освещение территорий промышленных предприятий.
12. Освещение общественных зданий и сооружений.
13. Архитектурное освещение.
14. Наружное освещение городов.
15. Влияние некачественной электроэнергии на работу осветительных сетей.
16. Энергосберегающие источники света.
17. Тенденции совершенствования схем и конструкций светотехнических устройств и др.

1.10.3. Тематика задач для практических занятий и самостоятельной работы студентов

1. Размещение светильников в освещаемом пространстве.
2. Расчет освещения методом удельной мощности (для круглосимметричных светильников и светящихся линий).

3. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока (для круглосимметричных светильников и светящихся линий).
4. Расчет освещения точечным методом (для круглосимметричных светильников и светящихся линий).
5. Разработка схем осветительных сетей.
6. Определение моментов нагрузки в осветительных сетях (питающих, групповых).
7. Выбор напряжения, типов светильников, мощности ламп.
8. Расчет электрических нагрузок питающих осветительных сетей.
9. Определение потери напряжения в осветительной сети.
10. Выбор сечения проводников сетей освещения по условиям нагрева.
11. Выбор сечения проводников сетей освещения по потере напряжения
12. Определение допустимых потерь в сетях освещения
13. Выбор аппаратов защиты сетей освещения
14. Расчет токов КЗ в сетях освещения
15. Компенсация реактивной мощности в сетях освещения с ГРЛ. Расчет мощности и емкости конденсаторов.
16. Расчет уличного освещения
17. Расчет прожекторной установки
18. Расчет сетей дистанционного управления освещением.

1.11. Комплект заданий для контрольных работ

1.11.1. Варианты контрольных работ

Варианты контрольной работы (к первой контрольной точке)

ВАРИАНТ I

1. Объяснить понятия светотехнических величин:

- освещенность объекта,
- телесный угол.

2. Системы освещения.

3. Расшифровать типы ламп: ЛБ, ДКсТ, ДРВ;

маркировку светильника: НСБ03-100-002-У4.

4. Описать принцип работы ламп МГЛ.

5. Выбор осветительных приборов.

6. Суть светотехнического расчета методом коэффициента использования светового потока

7. Компенсация реактивной мощности в сетях с газоразрядными лампами. Определение мощности конденсатора.

8. Задача (из ряда задач приведенных в п. 1.9).

ВАРИАНТ II

1. Объяснить понятия светотехнических величин:

- световой поток,
- коэффициент отражения.

2. Виды освещения.

3. Расшифровать типы ламп: ДРЛ, ДРИ, МГЛ;

маркировку светильника: НСП21-200-002-У3.

4. Описать принцип работы ламп люминесцентных ламп.

5. Какие параметры учитываются при размещении светильников в освещаемом пространстве.

6. Суть точечного метода расчета освещения, выполняемого светящимися линиями (лампами ЛЛ).

7. Компенсация реактивной мощности в сетях с газоразрядными лампами.

Определение емкости конденсатора для компенсации реактивной мощности в сетях с ГРЛ.

8. Задача (из ряда задач приведенных в п. 1.9).

ВАРИАНТ III

1. Объяснить понятия светотехнических величин:

- ослепленность,

- коэффициент пульсации светового потока.

2. Выбор системы освещения при проектировании.

3. Расшифровать типы ламп: ЛН, ДНаТ, ДКсТЛ;
маркировку светильника: ЛСП15-2× 40-001-УХЛЗ.

4. Описать принцип работы галогенных ламп.

5. Группы осветительных приборов

6. Суть светотехнического расчета методом удельной мощности.

7. Мероприятия по повышению коэффициента мощности в сетях с ГРЛ.

8. Задача (из ряда задач приведенных в п. 1.9).

ВАРИАНТ IV

1. Объяснить понятия светотехнических величин:

- светимость,

- коэффициент запаса.

2. Дополнительные системы освещения.

3. Расшифровать типы ламп: ДРИЗ, ДРЛР, ЛДЦ;
маркировку светильника: ГСП18-400-004-УЗ.

4. Описать принцип работы индукционных ламп.

5. Какие параметры учитываются при размещении светильников в освещаемом пространстве.

6. Суть точечного метода расчета освещения, выполняемого точечными светильниками.

7. Определение некомпенсированной мощности.

8. Задача (из ряда задач приведенных в п. 1.9).

Варианты контрольной работы (ко второй контрольной точке)

ВАРИАНТ I

1. ПРА, назначение
2. Определение расчетной нагрузки питающей осветительной сети
3. Расшифровать тип ПРА: УБИ-40/220-ВПП-910
4. Выбор сечения проводника по условию нагрева.
5. Выбор аппаратов защиты сетей освещения
6. Назначение наружного освещения, нормативные требования к ОУ наружного освещения
7. Требования к управлению освещением, местное управление.
8. Задача (из ряда задач приведенных в п. 1.9).

ВАРИАНТ II

1. Основные функции ПРА
2. Определение тока для трехфазной сети, с 0-лем и без 0-ля, при равномерной нагрузке фаз.
3. Расшифровать тип ПРА: 1 ДБИ-400-ДРЛ/220-Н-641
4. Выбор сечения проводника по механической прочности.
5. Проверка на соответствие защитного аппарата сечению проводника.
6. Расчет прожекторной установки.
7. Централизованное управление освещением.
8. Задача (из ряда задач приведенных в п. 1.9).

ВАРИАНТ III

1. Дополнительные функции ПРА
2. Определение тока для двухфазной сети с 0-лем, при равномерной нагрузке фаз.
3. Расшифровать тип ПРА: 1ДБИ-700ДРЛ/220-В-432-У2
4. Выбор сечения проводника по потере напряжения.
5. Время- токовая характеристика аппаратов защиты (автоматов, предохранителей).

6. Классификации светильников НО. Выбор схемы размещения светильников НО.

7. Дистанционное управление освещением.

8. Задача (из ряда задач приведенных в п. 1.9).

ВАРИАНТ IV

1. Структурная схема ПРА-ГЛ. Классификация по условиям зажигания ГРЛ.

2. Определение тока для двухпроводной сети, однофазной с 0-лем, двухфазной

3. Расшифровать тип ДРЛ: 2УБИ-30U/220-АВПП-800-УЗ

4. Определение допустимых потерь напряжения в осветительной сети

5. Как выполняется защита осветительных сетей от перегрева, от ткз.

6. Расчет уличного освещения.

7. Автоматическое управление освещением.

8. Задача (из ряда задач приведенных в п. 1.9).

Оценка качества усвоенного студентами материала на момент промежуточной аттестации

Оценка качества знаний ведется по следующим направлениям:

- на основании успеваемости в течение семестра и на момент промежуточной аттестации по итогам работы на практических (семинарских) занятиях, самостоятельной работы студентов,
- на основании успеваемости в течение семестра и на промежуточной аттестации по итогам устных опросов (блиц опросов) на лекционных занятиях,
- по итогам написания контрольной работы для подведения итога качества знаний студентов к промежуточной аттестации.

1.12. Комплект контрольных вопросов к зачету.

Зачет предусматривает ответ на один теоретический вопрос и решение практического задания.

1.11.1. Вопросы к зачету

1. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения ламп накаливания (ЛН).
2. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения ламп ДРЛ.
3. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения ламп ЛЛ.
4. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения ламп ДНаТ.
5. Устройство, принцип преобразования электроэнергии в видимый свет и область применения МГЛ ламп.
6. Принцип классификации ОН.
7. Объяснить значение букв и цифр в шифре ОН.
8. Нормируемые показатели ОУ (освещенность, защитный угол, коэффициент пульсации светового потока, показатель дискомфорта).
9. Системы освещения.
10. Виды освещения.
11. Выбор светильников в зависимости от требований к ОУ и окружающей среды.
12. Какие исходные данные необходимы для электрического и светотехнического расчетов?
13. Метод удельной мощности: порядок расчета, справочная информация, точность расчета, область применения.
14. Метод коэффициента использования светового потока: порядок расчета, справочная информация, точность расчета, область применения.
15. Точечный метод: порядок расчета, справочная информация, точность расчета, область применения.

16. Как определить расчетную нагрузку электрического освещения?
17. Принцип разбиения ИС на группы, порядок чередования фаз при подключении ОП.
18. Определение рабочего длительно допустимого тока в:
 - трехфазной сети с нулем и без нуля при равномерной нагрузке фаз;
 - двухфазной сети с нулевым проводом при равномерной нагрузке фаз;двухпроводной сети;
- для каждой из фаз двух- и трехпроводной сети с нулем при любой нагрузке фаз.
19. Проверка выбранных сечений по условию нагрева. Расчет ТКЗ в осветительных сетях.
20. Определение потери напряжения в осветительной сети.
21. Аппараты защиты в осветительных сетях - типы, условия выбора.
22. Наиболее распространенные схемы питания ОУ.
23. КРМ в осветительных сетях: определение мощности КУ. Установка компенсирующих устройств.
24. Наиболее распространенные ИС и ОП для установок наружного освещения.
25. Определение числа и мощности ИС для наружного освещения.
26. Устройство сетей наружного освещения.
27. Схемы питания сетей наружного освещения (уличное освещение светильниками, прожекторами).

1.13. Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.

Лекции: ст. преп. кафедры энергетики Панькова Диана Николаевна.

Практика: ст. преп. кафедры энергетики Панькова Диана Николаевна.

Зачет: ст. преп. кафедры энергетики Панькова Диана Николаевна.