

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
в г. Петровске

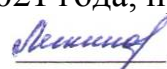
УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала СГТУ
имени Гагарина Ю.А. в г.Петровске
Е.А.Бесшапошникова
«30» июня 2021 г.



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу
МДК.02.02 «Устройство и техническое обслуживание сетей электроснабжения»

специальности
13.02.07 «Электроснабжение (по отраслям)»

Методические указания рассмотрены
на заседании предметной (цикловой)
комиссии общепрофессиональных дисциплин,
профессиональных модулей специальностей
технического профиля
«14» июня 2021 года, протокол № 13
Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2021

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению лабораторных работ разработаны в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.02 «Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей», Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2017 № 1216 и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
- ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
- ОК 04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
- ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
- ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
- ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.
- ОК 09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
- ОК 11 Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.
- ПК 2.1 Читать и составлять электрические схемы электрических подстанций и сетей.
- ПК 2.4 Выполнять основные виды работ по обслуживанию воздушных и кабельных линий электроснабжения.
- ПК 2.5 Разрабатывать и оформлять технологическую и отчетную документацию.

Изучение профессионального модуля направлено на освоение основного вида деятельности «Техническое обслуживание оборудования электрических подстанций и сетей».

При выполнении лабораторных работ студент должен **уметь**:

- разрабатывать электрические схемы устройств электрических подстанций и сетей;
- вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств;
- обеспечивать выполнение работ по обслуживанию трансформаторов и преобразователей электрической энергии;
- обеспечивать проведение работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств электроустановок;
- контролировать состояние воздушных и кабельных линий, организовывать и проводить работы по их техническому обслуживанию;
- использовать нормативную техническую документацию и инструкции;
- выполнять расчеты рабочих и аварийных режимов действующих электроустановок и выбирать оборудование;
- оформлять отчеты о проделанной работе;

- При выполнении лабораторных работ студент должен **знать:**
- устройство оборудования электроустановок;
- условные графические обозначения элементов электрических схем;
- логику построения схем,
- типовые схемные решения, принципиальные схемы эксплуатируемых электроустановок;
- виды работ и технологию обслуживания трансформаторов и преобразователей;
- виды и технологии работ по обслуживанию оборудования распределительных устройств;
- эксплуатационно-технические основы линий электропередачи, виды и технологии работ по их обслуживанию;

- основные положения правил технической эксплуатации электроустановок;
- виды технологической и отчетной документации, порядок ее заполнения.

Содержание лабораторных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов междисциплинарного курса.

Объем лабораторных занятий определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность лабораторного занятия - 2 академических часа. Перед проведением лабораторного занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению лабораторных работ междисциплинарного курса содержит 19 лабораторных занятия.

Перечень лабораторных работ

МДК.02.02 Устройство и техническое обслуживание сетей
электрообеспечения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Способы контроля состояния воздушных кабельных линий

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Способы контроля состояния воздушных кабельных линий

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Организация и проведение работы по техническому обслуживанию
воздушных и кабельных линий

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Организация и проведение работы по техническому обслуживанию
воздушных и кабельных линий

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Электрический расчет воздушной линии

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Тема: Электрический расчет воздушной линии

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Тема: Расчет и выбор компенсирующего устройства

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Тема: Расчет и выбор компенсирующего устройства

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

Тема: Определение места расположения центра электрических нагрузок

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

Тема: Определение места расположения центра электрических нагрузок

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

Тема: Определение места расположения центра электрических нагрузок

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

Тема: Изучение конструкции светильников внутреннего (наружного) освещения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

Тема: Изучение конструкции светильников внутреннего (наружного) освещения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

Тема: Изучение конструкции светильников внутреннего (наружного) освещения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: Способы контроля состояния воздушных кабельных линий

Цель работы: научиться выполнять электрический расчет линии электропередач с выбором сечения проводов.

Задание: выполнить электрический расчет для линий СА длиной l_{CA} и АВ длиной l_{AB} . Потребители А и В получают питание по схеме, приведенной на рисунке 1.1. Значения максимальных мощностей потребителей P_A и P_B , коэффициентов мощности $\cos\varphi_a$ и $\cos\varphi_b$, номинальное напряжение в линии U_n , продолжительность использования максимума нагрузки T_{max} , приведены в таблице 1.1 в соответствии с вариантами.

Таблица 1.1 - Исходные данные

Вариант	P_A , кВт	P_B , кВт	U_n , кВ	$\cos\varphi_a$	$\cos\varphi_b$	l_{CA} , км	l_{AB} , км	T_{max}
1	600	800	10	0,8	0,7	2	4	6500
2	990	630	6	0,92	0,92	4,5	9	2250
3	500	1000	35	0,6	0,9	7,5	10	4500
4	100	200	10	0,8	0,6	0,4	0,6	4700
5	105	85	6	0,92	0,92	6	2	3500
6	3000	500	35	0,8	0,6	6,5	5	4700
7	1000	1200	35	0,92	0,92	8	5,7	7000
8	500	100	10	0,92	0,8	6	0,7	5500
9	150	600	6	0,93	0,92	3	0,8	3000
10	300	800	10	0,9	0,92	1,8	6	4500
11	900	130	6	0,62	0,92	4,5	9	2250
12	900	800	35	0,92	0,92	5,6	10	6000
13	800	600	35	0,8	0,7	6	8	3700
14	600	800	10	0,8	0,6	10	7	3900
15	4000	800	35	0,8	0,6	3	6	2700
16	900	700	10	0,8	0,7	5	8	3700
17	1000	1050	35	0,6	0,8	4	7	3800
18	500	900	6	0,8	0,9	4	6	3000
19	800	750	10	0,9	0,8	5	10	4500
20	600	900	6	0,8	0,7	3	2	2800
21	400	800	10	0,92	0,98	1,5	4	5200
22	5000	900	35	0,8	0,7	7	5	4500
23	600	900	10	0,8	0,7	3	7	2800
24	1000	2000	35	0,8	0,6	4,5	8,6	6000
25	500	900	10	0,8	0,92	2	4	5200
26	500	1000	6	0,6	0,8	2,8	3	3700
27	3100	600	35	0,8	0,6	5,5	2,5	4800
28	2500	1500	35	0,92	0,95	8	4	6500
29	650	900	10	0,8	0,75	2	5	2250
30	750	1050	10	0,6	0,85	4	3	4500
31	1600	800	35	0,93	0,86	7	6	4700
32	500	600	6	0,8	0,7	0,5	1,5	3500

33	1000	500	10	0,6	0,8	3	7	4700
34	900	750	6	0,8	0,9	5	3	5200
35	1250	650	35	0,9	0,8	1 1	5	3700
36	800	650	10	0,8	0,7	6	2	4800

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: Способы контроля состояния воздушных кабельных линий

Цель работы: научиться выполнять электрический расчет линии электропередач с выбором сечения проводов.

Задание: выполнить электрический расчет для линий СА длиной l_{CA} и АВ длиной l_{AB} . Потребители А и В получают питание по схеме, приведенной на рисунке 1.1. Значения максимальных мощностей потребителей P_a и P_b , коэффициентов мощности $\cos\varphi_a$ и $\cos\varphi_b$, номинальное напряжение в линии U_n , продолжительность использования максимума нагрузки T_{max} , приведены в таблице 1.1 в соответствии с вариантами.

Таблица 1.1 - Исходные данные

Вариант	P_a , кВт	P_b , кВт	U_n , кВ	$\cos\varphi_a$	$\cos\varphi_b$	l_{CA} , км	l_{AB} , км	T_{max}
1	600	800	10	0,8	0,7	2	4	6500
2	990	630	6	0,92	0,92	4,5	9	2250
3	500	1000	35	0,6	0,9	7,5	10	4500
4	100	200	10	0,8	0,6	0,4	0,6	4700
5	105	85	6	0,92	0,92	6	2	3500
6	3000	500	35	0,8	0,6	6,5	5	4700
7	1000	1200	35	0,92	0,92	8	5,7	7000
8	500	100	10	0,92	0,8	6	0,7	5500
9	150	600	6	0,93	0,92	3	0,8	3000
10	300	800	10	0,9	0,92	1,8	6	4500
11	900	130	6	0,62	0,92	4,5	9	2250
12	900	800	35	0,92	0,92	5,6	10	6000
13	800	600	35	0,8	0,7	6	8	3700

14	600	800	10	0,8	0,6	10	7	390 0
15	4000	800	35	0,8	0,6	3	6	270 0
16	900	700	10	0,8	0,7	5	8	370 0
17	1000	1050	35	0,6	0,8	4	7	380 0
18	500	900	6	0,8	0,9	4	6	300 0
19	800	750	10	0,9	0,8	5	10	450 0
20	600	900	6	0,8	0,7	3	2	280 0
21	400	800	10	0,92	0,98	1,5	4	520 0
22	5000	900	35	0,8	0,7	7	5	450 0
23	600	900	10	0,8	0,7	3	7	280 0
24	1000	2000	35	0,8	0,6	4,5	8,6	600 0

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: Организация и проведение работы по техническому обслуживанию воздушных и кабельных линий

Цель работы: научиться определять потери напряжения в линии.

Определение активного и индуктивного удельных сопротивлений участка воздушной линии выполняется по Приложению 2.1. Индуктивное сопротивление для линий напряжением 6 - 10 кВ выбирается для расстояния 2000 мм между проводами, а для линий напряжением 35 кВ – для расстояния 3000 мм между проводами.

Сопротивление линии на участке СА, Ом:

$$R_{CA} = r_{0CA} \cdot l_{CA}$$

$$X_{CA} = x_{0CA} \cdot l_{CA}$$

Сопротивление линии на участке АВ, Ом:

$$R_{AB} = r_{0AB} \cdot l_{AB}$$

$$X_{AB} = x_{0AB} \cdot l_{AB}$$

1. Определение потерь напряжения

Продольная составляющая падения напряжения, В:

$$\Delta U = I_{CA} (R_{CA} \cdot \cos \varphi_A + X_{CA} \cdot \sin \varphi_A) + I_B (R_{AB} \cdot \cos \varphi_B + X_{AB} \cdot \sin \varphi_B) \text{ Линейная потеря напряжения, В:}$$

$$\Delta U_L = \sqrt{3} \cdot \Delta U$$

Поперечная составляющая падения напряжения, В:

$$\delta U = I_{CA} (X_{CA} \cdot \cos \varphi_A - R_{CA} \cdot \sin \varphi_A) + I_B (X_{AB} \cdot \cos \varphi_B - R_{AB} \cdot \sin \varphi_B)$$

2. Определение относительной потери напряжения и сравнение ее с допустимым значением, %:

$$\eta = \frac{\Delta U_L}{U_{ном}} \cdot 100\% \quad \text{---}$$

$\varepsilon_{\text{доп}} \geq \varepsilon$ Допустимые потери напряжения

$\varepsilon_{\text{доп}} = 10\%$

Если расчетное значение ε больше допустимого, следует принять большее значение сечения проводов или кабеля и повторить расчет потерь.

3. Сделать вывод о проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: Организация и проведение работы по техническому обслуживанию воздушных и кабельных линий

Цель работы: научиться определять потери напряжения в линии.

Определение активного и индуктивного удельных сопротивлений участка воздушной линии выполняется по Приложению 2.1. Индуктивное сопротивление для линий напряжением 6 - 10 кВ выбирается для расстояния 2000 мм между проводами, а для линий напряжением 35 кВ – для расстояния 3000 мм между проводами.

Сопротивление линии на участке СА, Ом:

$$R_{CA} = r_{0CA} \cdot l_{CA}$$

$$X_{CA} = x_{0CA} \cdot l_{CA}$$

Сопротивление линии на участке АВ, Ом:

$$R_{AB} = r_{0AB} \cdot l_{AB}$$

$$X_{AB} = x_{0AB} \cdot l_{AB}$$

4. Определение потерь напряжения

Продольная составляющая падения напряжения, В:

$$\Delta U = I_{CA} (R_{CA} \cdot \cos \varphi_A + X_{CA} \cdot \sin \varphi_A) + I_B (R_{AB} \cdot \cos \varphi_B + X_{AB} \cdot \sin \varphi_B)$$

Линейная потеря напряжения, В:

$$\Delta U_L = \sqrt{3} \cdot \Delta U$$

Поперечная составляющая падения напряжения, В:

$$\delta U = I_{CA} (X_{CA} \cdot \cos \varphi_A - R_{CA} \cdot \sin \varphi_A) + I_B (X_{AB} \cdot \cos \varphi_B - R_{AB} \cdot \sin \varphi_B)$$

5. Определение относительной потери напряжения и сравнение ее с

допус-тимым значением, %:

$$\varepsilon = \frac{\Delta U_{\text{л}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%$$

ε

$\varepsilon_{\text{доп}} \geq \varepsilon$ Допустимые потери
напряжения $\varepsilon_{\text{доп}}=10\%$

Если расчетное значение ε больше допустимого, следует принять
большее значение сечения проводов или кабеля и повторить расчет
потерь.

6. Сделать вывод о проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Тема: Электрический расчет воздушной линии

Цель работы:

1. Рассчитать экономическое сечение $q_{\text{э}}$ проводов воздушной трехфазной линии с одной нагрузкой на ее конце. Для всех вариантов линия должна быть выполнена из голых проводов
2. Подобрать действительной (стандартное) сечение проводов линии $q_{\text{н}}$ и проверить его по условиям нагрева
3. Для линии выбранного сечения подсчитать:
А) потерю линейного напряжения $\Delta U_{\text{л}}$ (кВ);
Б) относительную потерю напряжения, т.е. отношение потери напряжения к номинальному напряжению линии
4. Проверить выбранное сечение по допустимой потере напряжения

Исходные данные

$$P=2200+(ПЦ*10+ВЦ)*5 \text{ кВт}$$

$$L=(0,3 \dots 1) U_{\text{ном}} \text{ км}$$

$$\cos \varphi = 0,92$$

$$T=2800 \text{ ч/год}$$

$$U_{\text{н}}=35 \text{ кВ}, 10 \text{ кВ}, 6 \text{ кВ}, 110 \text{ кВ}, 220 \text{ кВ}$$

Марка провода

Ход работы

1. Определяем рабочие токи в линии

$$I_{\text{РАБ}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times \cos \varphi \times U_{\text{н}}}$$

2. По справочнику определяем экономическую плотность тока $j_{\text{эк}}$ по заданному числу часов использования максимальной нагрузки T
3. Рассчитываем экономическое сечение проводов воздушной трехфазной линии

$$q_{\text{эк}} = \frac{I_{\text{РАБ}}}{j_{\text{эк}}}$$

4. По расчетному экономическому сечению выбираем стандартное сечение по условию

$$q_{\text{эк}} \leq q_{\text{ст}}$$

5. Для выбранного сечения выписываем активное и реактивное сопротивление по справочнику

$$Z=0.33 ; x=0.422$$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Тема: Электрический расчет воздушной линии

Цель работы:

1. Рассчитать экономическое сечение q_e проводов воздушной трехфазной линии с одной нагрузкой на ее конце. Для всех вариантов линия должна быть выполнена из голых проводов
2. Подобрать действительной (стандартное) сечение проводов линии q_n и проверить его по условиям нагрева
3. Для линии выбранного сечения подсчитать:
А) потерю линейного напряжения ΔU_L (кВ);
Б) относительную потерю напряжения, т.е. отношение потери напряжения к номинальному напряжению линии
4. Проверить выбранное сечение по допустимой потере напряжения

Исходные данные

$$P=2200+(ПЦ*10+ВЦ)*5 \text{ кВт}$$

$$L=(0,3\dots 1)U_{\text{ном}} \text{ км}$$

$$\cos = 0,92$$

$$T=2800 \text{ ч/год}$$

$$U_n=35 \text{ кВ}, 10 \text{ кВ}, 6 \text{ кВ}, 110 \text{ кВ}, 220 \text{ кВ}$$

Марка провода

Ход работы

1. Определяем рабочие токи в линии

$$I_{\text{РАБ}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times \cos \varphi \times U_n} :$$

2. По справочнику определяем экономическую плотность тока $j_{\text{эк}}$ по заданному числу часов использования максимальной нагрузки T
3. Рассчитываем экономическое сечение проводов воздушной трехфазной линии

$$q_{\text{эк}} = \frac{I_{\text{РАБ}}}{j_{\text{эк}}}$$

4. По расчетному экономическому сечению выбираем стандартное сечение по условию

$$q_{\text{эк}} \leq q_{\text{ст}}$$

5. Для выбранного сечения выписываем активное и реактивное сопротивление по справочнику
 $Z=0.33$; $x=0.422$

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Тема: Расчет и выбор компенсирующего устройства

Цель работы: научить производить выбор компенсирующих устройств для предприятий и цехов.

Тип установки	Мощность, кВАр	Количество ступеней	Удельные потери кВт/квар	Габариты (длина, ширина, высота), мм
Для осветительных сетей 380 В				
УК2-0.38-50УЗ	50	2	0,0045	375х430х650
УК3-0.38-75УЗ	75	3	0,0045	580х430х650
УК2-0,38-100УЗ	100	2	0,0045	375х430х965
Для силовых сетей 380 В				
УКБН-0.38-100-50УЗ	100	2	0,0045	800х440х895
УКБТ-0,38-150УЗ	150	1	0,0045	630х520х1400
УКТ-0.38-150УЗ	150	1	0,0045	700х560х1660
УКБ-0,38-150УЗ	150	—	0,0045	580х460х1200
УКБН-0.38-200-50УЗ	200	4	0,0045	800Х440Х1685
Для силовых сетей 6 и 10 кВ				
УКМ-6.3-400-У1	400	1	0,003	2140х860х2060
УК-6.3-450-ЛУЗ	450	1	0,003	2140х880х1800
УК-6.3-900-ЛУЗ	900	1	0,003	3540х880х1800
УК-6.3-1125-ЛУЗ	1125	1	0,003	4240х880х1800

Таблица 3

Технические данные конденсаторных установок напряжением 6 кВ			
№пп	Марка, тип	Uном, кВ	Qном, кВАр
1	КУ-6-I	6,0	330,0
2	КУ-6-II	6,0	500,0
3	КУН-6-II	6,0	420,0
4	КУ-6-I с БРВ-1	6,0	330,0
5	КУ-6-II с БРВ-1	6,0	500,0
6	УК-6-450	6,0	450,0
Технические данные косинусных конденсаторов напряжением 6 кВ			
1	КЭП-6,3-200-2У1	6,3	200,0
2	КЭП-6,3-225-2У1	6,3	225,0
3	КЭКШ-6,3-200-1У1	6,3	200,0
4	КЭКФ-6,3-200-1У1	6,3	200,0
5	КЭКФ-6,6-200-2УХЛ1	6,6	200
6	КСКФ-6,6-150-2У1	6,6	150
7	КЭ1-6,3-37,5-2У3	6,3	37,5
8	КЭ2-6,3-75-2У3	6,3	75
Технические данные синхронных компенсаторов на напряжение 6 кВ			

1	КС-16-6 n = 1000 об/мин	6,3	16000
Технические данные конденсаторных установок напряжением 10 кВ			
1	КУ-10-I	10,0	330,0
2	КУ-10-II	10,0	500,0
3	КУН-10-II	10,0	400,0
4	КУ-10-I с БРВ-1	10,0	330,0
5	КУ-10-II с БРВ-1	10,0	500,0
6	УК-10-450	10,0	450,0
Технические данные косинусных конденсаторов напряжением 10 кВ			
1	КЭП-10,5-200-2У1	10,5	200,0
2	КЭП-10,5-225-2У1	10,5	225,0
3	КЭ1-10,5-37,5-2У3	10,5	37,5
4	КЭ2-10,5-75-2У3	10,5	75,0
Технические данные синхронных компенсаторов напряжением 10 кВ			
1	КС-16-11 n = 1000 об/ мин	10,5	16000
2	КСВ-50-11 n = 750 об/ мин	11	50000
3	КСВ-100-11 n = 750 об/ мин	11	1000000
Технические данные конденсаторных установок напряжением 0,38 кВ			
1	УКЛ(П)Н-0,38-150-50У3	0,38	150,00
2	УКЛ(П)Н-0,38-300-50У4	0,38	300,00
3	УКТ-0,38-75-50У5	0,38	75,00
4	УКН-0,38-75-50У6	0,38	75,00
5	УКН-0,38-150-50У5	0,38	150,00
6	УКТ-0,38-150-50У6	0,38	150,00
7	ККУ-0,38-МсБРВ-2	0,38	160,00
8	ККУ-0,38-VсHD-2	0,38	280,00
9	УКМ58-0,4-20-10У3	0,4	20,00
10	УКМ58-0,4-30-10У3	0,4	30,00
11	УКМ58-0,4-50-25У3	0,4	50,00
12	УКМ58-0,4-67-33,3У3	0,4	67,00
13	УКМ58-0,4-100-33,3У3	0,4	100,00
14	УКМ58-0,4-150-33,3У3	0,4	150,00
15	УКМ58-0,4-180-33,3У3	0,4	180,00
16	УКМ58-0,4-200-33,3У3	0,4	200,00
17	УКМ58-0,4-300-33,3У3	0,4	300,00
18	УКМ58-0,4-402-67У3	0,4	402,00
19	УКМ58-0,4-603-67У3	0,4	603,00
Технические данные косинусных конденсаторов напряжением 0,38 кВ			
1	КЭ1-0,38-25-2У3	0,38	25,0
2	КЭ1-0,38-25-3У3	0,38	25,0
3	КЭ2-0,38-40-2У3	0,38	40,0
4	КЭ2-0,38-40-3У3	0,38	40,0
5	КЭ2-0,38-50-2У3	0,38	50,0
6	КЭ2-0,38-50-3У3	0,38	50,0
7	КЭК1-0,4-33,3-2У3	0,4	33,3
8	КЭК1-0,4-33,3-3У3	0,4	33,3
9	КЭК1-0,4-67-2У3	0,4	67,0

10	КЭК1-0,4-67-3У3	0,4	67,0
11	КМПС-0,4-12,5-3У3	0,4	12,5

Контрольные вопросы

1. Назначение реактивной мощности, потребляемой электроприёмниками?
2. Основные потребители реактивной мощности?
3. Негативные последствия, возникающие при прохождении реактивной мощности по питающим электрическим сетям?
4. Естественные способы компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях?
5. Способы искусственной компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях?
6. Почему компенсация реактивной мощности производится на промышленных предприятиях, но не производится в электрических сетях питающие микрорайоны, жилые массивы, города и посёлки?
7. Достоинства и недостатки конденсаторных батарей по сравнению с синхронными компенсаторами?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Тема: Расчет и выбор компенсирующего устройства

Цель работы: научить производить выбор компенсирующих устройств для предприятий и цехов.

Справочный материал:

Способы искусственной поперечной компенсации реактивной мощности, требующие применения больших затрат на установку специальных компенсирующих устройств, являющиеся источниками реактивной энергии:

- ✓ применение конденсаторных установок и батарей, включаемых параллельно электроприёмниками реактивной мощности на напряжении 0,38 – 10,5кВ;
- ✓ применение синхронных компенсаторов, включаемых на стороне низкого напряжения узловых распределительных подстанций 6 - 10,5кВ;
- ✓ применение статических источников реактивной мощности, включаемые параллельно с электроприёмниками реактивной мощности с резкопеременной ударной нагрузкой на напряжении 0,38 – 10,5кВ (дуговые печи, индукционные печи, прокатные станы и т.д.);

Способы улучшения качества электроэнергии

- Для устранения значительных отклонений напряжения и снижения колебаний применяются следующие способы регулирования напряжения:

1. Применением силовых трансформаторов с устройствами регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) на стороне высокого напряжения;
2. Линейные вольтодобавочные трансформаторы с регулированием под нагрузкой;
3. Применение генераторов местных электростанций крупных предприятий;
4. Применение синхронных двигателей с автоматическим регулированием тока возбуждения;

5. Синхронные компенсаторы для узловых распределительных подстанций района электрических сетей с силовыми трансформаторами мощностью 63000кВА и более и напряжением на высокой стороне 220кВ и выше;
6. Конденсаторные установки и батареи для продольной и поперечной компенсации реактивной мощности;
7. Статические источники реактивной мощности.

Исходные данные для расчета компенсирующих устройств.

Данные, определённые из расчёта нагрузок

Активная расчётная мощность - P_p в кВт (МВт);

Реактивная расчётная мощность - Q_p в кВАр (МВт);

Полная расчётная мощность - S_p в кВА (МВА);

Расчётный коэффициент мощности – $\cos \varphi_p$;

Расчётный тангенс мощности – $\tg \varphi_p$;

Данные, определённые из расчёта силовых трансформаторов:

Количество трансформаторов на подстанции – $n_{тр}$ в шт;

Стандартная номинальная мощность выбранного трансформатора – $S_{ном}$ в кВА;

Напряжение сторон трансформатора – $U_{ВН}/U_{НН}$ в кВ;

Фактический коэффициент загрузки трансформатора – $\beta_{факт}$;

Ток холостого хода трансформатора – $i_{хх}$ в %;

Напряжение короткого замыкания трансформатора – $U_{кз}$ в %;

Данные, задаваемые руководителем курсового проекта:

Коэффициент мощности энергосистемы - $\cos \varphi_{эс}$;

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

Тема: Определение места расположения центра электрических нагрузок

Цель работы- определение центра электрических нагрузок для выбора места расположения ГПП завода.

Центр электрических нагрузок определяется для выбора места расположения ГПП завода, так как при совпадении ЦЭН и ГПП уменьшаются потери напряжения и нагрузки линии.

План площадки завода. Центр Электрических Нагрузок (ЦЭН), Масштаб 1:10000

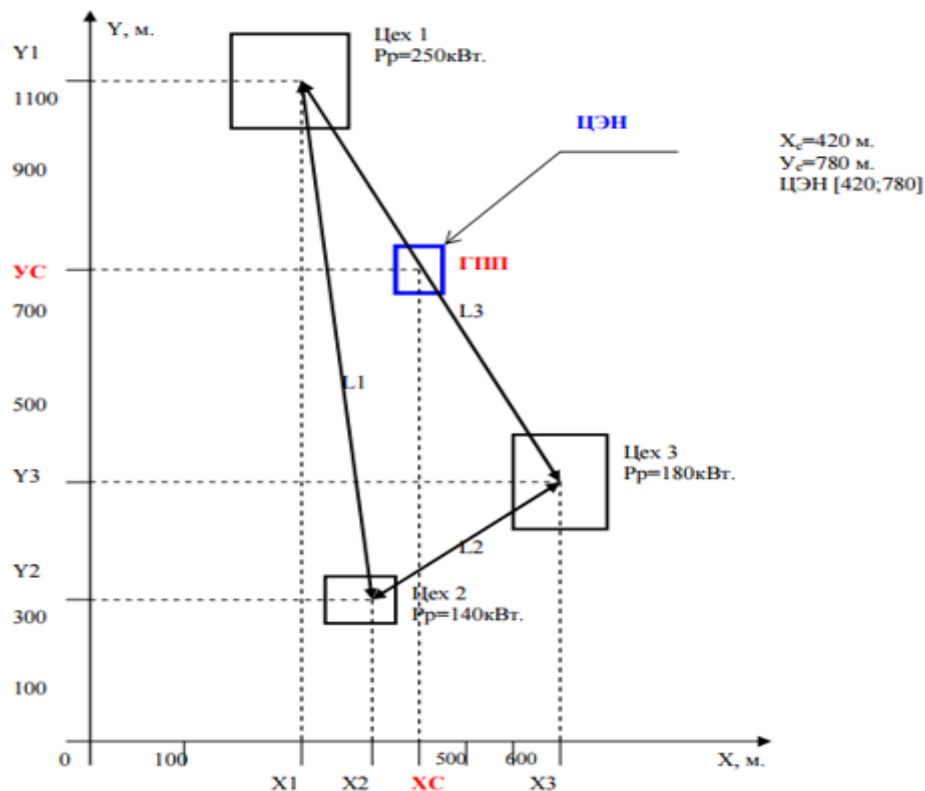


Рисунок 7- Пример определения центра электрических нагрузок (ЦЭН) и места расположения ГПП (ГРП)

Порядок определения ЦЭН:

1. Изображаем план промплощадки в масштабе;
2. Измеряется расстояние от осей координат до центров цехов или приемников;
3. Рассчитывается активная мощность каждого цеха (блока, участка);
4. Вычисляются координаты центра электрических нагрузок (ЦЭН) X_c и Y_c :

$$Y_c = \frac{P_1 \cdot Y_1 + P_2 \cdot Y_2 + P_3 \cdot Y_3}{P_1 + P_2 + P_3} \quad X_c = \frac{P_1 \cdot X_1 + P_2 \cdot X_2 + P_3 \cdot X_3}{P_1 + P_2 + P_3}$$

Где $P_1, 2, 3$ - суммарная установленная мощность электроприемников соответственно 1, 2, 3 цехов.

X и Y – расстояние от соответствующих осей до центров цехов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

Тема: Определение места расположения центра электрических нагрузок

Цель работы- определение центра электрических нагрузок для выбора места расположения ГПП завода.

Центр электрических нагрузок определяется для выбора места расположения ГПП завода, так как при совпадении ЦЭН и ГПП уменьшаются потери напряжения и нагрузки линии.

План площадки завода. Центр Электрических Нагрузок (ЦЭН), Масштаб 1:10000

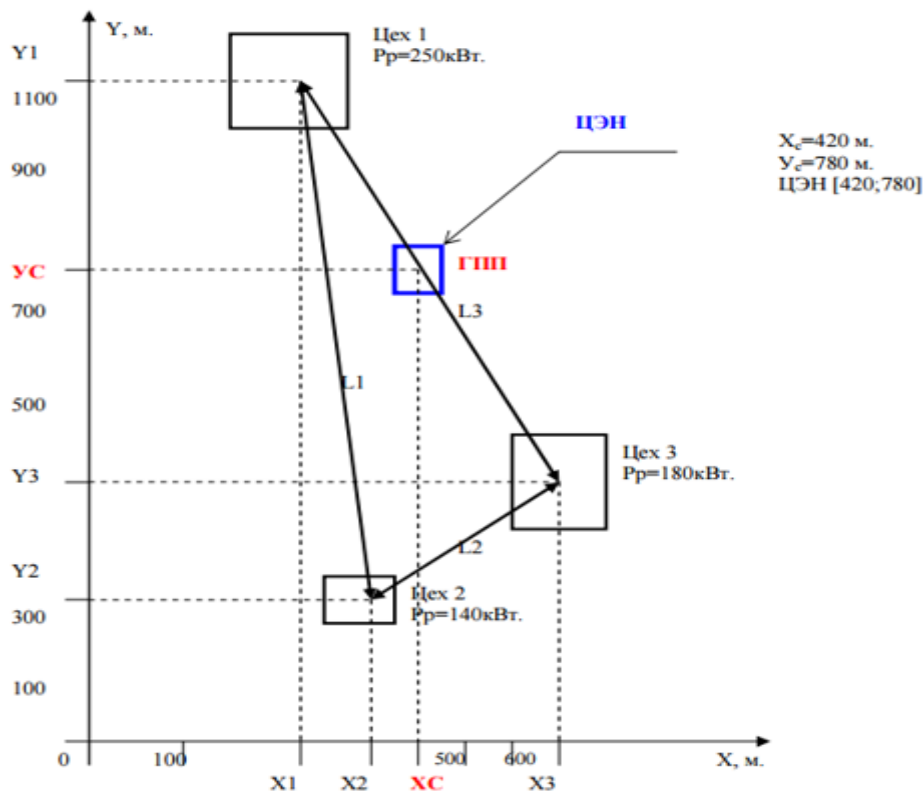


Рисунок 7- Пример определения центра электрических нагрузок (ЦЭН) и места расположения ГПП (ГРП)

Порядок определения ЦЭН:

5. Изображаем план промплощадки в масштабе;
6. Измеряется расстояние от осей координат до центров цехов или приемников;
7. Рассчитывается активная мощность каждого цеха (блока, участка);
8. Вычисляются координаты центра электрических нагрузок (ЦЭН) X_c и Y_c :

$$Y_c = \frac{P_1 \cdot Y_1 + P_2 \cdot Y_2 + P_3 \cdot Y_3}{P_1 + P_2 + P_3} \quad X_c = \frac{P_1 \cdot X_1 + P_2 \cdot X_2 + P_3 \cdot X_3}{P_1 + P_2 + P_3}$$

Где $P_{1,2,3}$ - суммарная установленная мощность электроприемников соответственно 1, 2, 3 цехов.

X и Y – расстояние от соответствующих осей до центров цехов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11

Тема: Определение места расположения центра электрических нагрузок

Цель работы- определение центра электрических нагрузок для выбора места расположения ГПП завода.

Центр электрических нагрузок определяется для выбора места расположения ГПП завода, так как при совпадении ЦЭН и ГПП уменьшаются потери напряжения и нагрузки линии.

План площадки завода. Центр Электрических Нагрузок (ЦЭН), Масштаб 1:10000

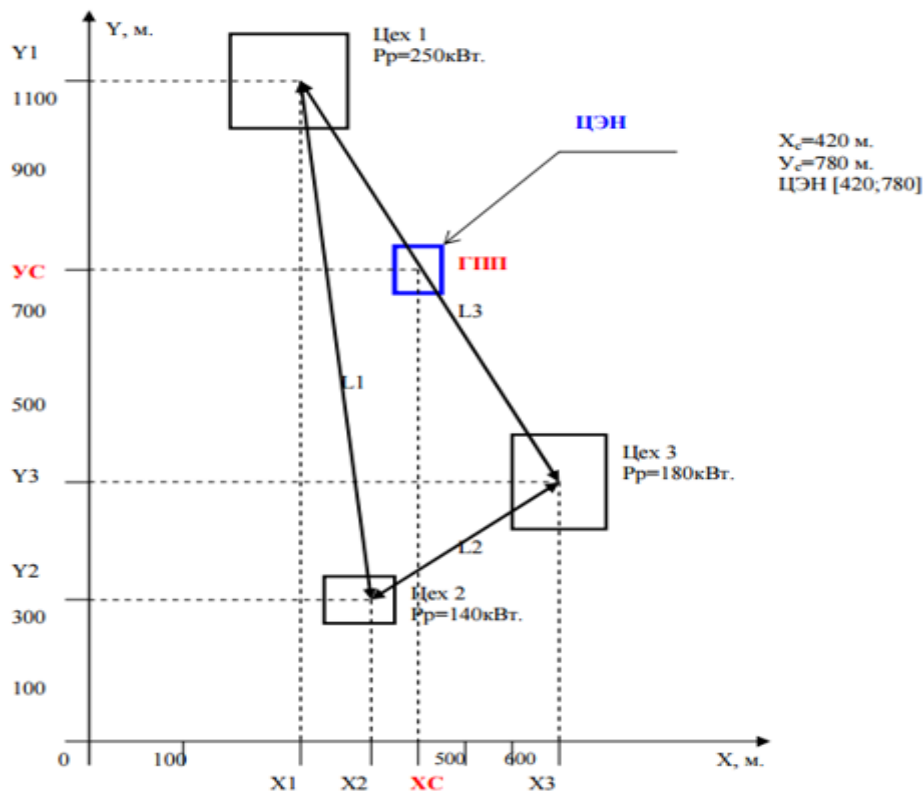


Рисунок 7- Пример определения центра электрических нагрузок (ЦЭН) и места расположения ГПП (ГРП)

Порядок определения ЦЭН:

9. Изображаем план промплощадки в масштабе;
10. Измеряется расстояние от осей координат до центров цехов или приемников;
11. Рассчитывается активная мощность каждого цеха (блока, участка);
12. Вычисляются координаты центра электрических нагрузок (ЦЭН) X_c и Y_c :

$$Y_c = \frac{P_1 \cdot Y_1 + P_2 \cdot Y_2 + P_3 \cdot Y_3}{P_1 + P_2 + P_3} \quad X_c = \frac{P_1 \cdot X_1 + P_2 \cdot X_2 + P_3 \cdot X_3}{P_1 + P_2 + P_3}$$

Где $P_{1,2,3}$ – суммарная установленная мощность электроприемников соответственно 1, 2, 3 цехов.

X и Y – расстояние от соответствующих осей до центров цехов.

АБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

Тема: Изучение конструкции светильников внутреннего (наружного) освещения

Цель работы: ознакомиться с технологией монтажа и ремонта электропроводок и светильников знать технику безопасности при монтаже

Задание

Задание 1. ПУЭ Раздел 1.1.13

Перечислить виды помещения в отношении опасности поражения людей электрическим током:

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____

Задание №2 ПУЭ Раздел 1.7.3. Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения для систем заземления, перечислить их и обосновать:

Например: система TN - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;

Задание №3.

Работы по монтажу электроустановок жилых и общественных зданий должны организовываться и проводиться в соответствии с требованиями СНиП 3.05.06-85.

Выбрать электропроводки по способу их монтажа

Обозначить в таблице способы применения электропроводок

Обозначения:

«+» - разрешается;

«-» - не разрешается;

«0» - не применяется или обычно в практике не используется.

Примечание: специальный короб - это короб прямоугольного сечения, предназначенный для прокладки проводов и кабелей, и не имеющий съемных или открывающихся крышек.

Вопросы для самоконтроля

2. Какие виды электропроводок прокладываются в жилых зданиях?

3. Какие виды электропроводок прокладываются в гражданских зданиях?

4. Как выполняется скрытая электропроводка кабелем по кирпичным стенам?

5. Какова последовательность монтажа проводов и кабелей в пластиковых трубах скрыто и где она применяется?

6. Какие способы крепления светильников существуют?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13

Тема: Изучение конструкции светильников внутреннего (наружного)освещения

Цель работы: ознакомиться с технологией монтажа и ремонта электропроводок и светильников знать технику безопасности при монтаже

Задание

Задание 1. ПУЭ Раздел 1.1.13

Перечислить виды помещения в отношении опасности поражения людей электрическим током:

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____

Задание №2 ПУЭ Раздел 1.7.3. Для электроустановок напряжением до 1 кВ приняты следующие обозначения для систем заземления, перечислить их и обосновать:

Например: система TN - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;

Задание №3.

Работы по монтажу электроустановок жилых и общественных зданий должны организовываться и проводиться в соответствии с требованиями СНиП 3.05.06-85.

Выбрать электропроводки по способу их монтажа

Обозначить в таблице способы применения электропроводок

Обозначения:

«+» - разрешается;

«-» - не разрешается;

«0» - не применяется или обычно в практике не используется.

Примечание: специальный короб - это короб прямоугольного сечения, предназначенный для прокладки проводов и кабелей, и не имеющий съемных или открывающихся крышек.

Вопросы для самоконтроля

2. Какие виды электропроводок прокладываются в жилых зданиях?

3. Какие виды электропроводок прокладываются в гражданских зданиях?

4. Как выполняется скрытая электропроводка кабелем по кирпичным стенам?

5. Какова последовательность монтажа проводов и кабелей в пластиковых трубах скрыто и где она применяется?

6. Какие способы крепления светильников существуют?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14

Тема: Изучение конструкции светильников внутреннего (наружного) освещения

Цель работы: научиться определять основные световые величины путем решения задач, ответить на вопросы

Справочный материал: Задание выполняется по теме «Основные световые величины и единицы их измерения», необходимо знать формулы вычисления светового потока, освещенности, сила света, а также их обозначения и измерения. Необходимо решить примеры и ответить на вопросы

Задание №1. Решить примеры

1. Сила света точечного источника составляет 100 кд. Определите полный световой поток, испускаемый этим источником.

2. Полный световой поток электрической лампы равен 1884 лм. Необходимо определить силу света этого источника.

Задание №2. Выполнить решение ситуационной задачи с подробным объяснением

Предположим, что от красного и зеленого сигналов светофора на сетчатку глаза падает приблизительно одинаковый световой поток. Одинаковой ли мощности лампы, установленные в светофоре? Если нет, то мощность, какой лампы больше — зеленой, желтой или красной?

Задание №3. Ответить на вопросы

1. Приведите примеры технических устройств, которые реагируют на поступление световой энергии.

2. Что называют световым потоком? В каких единицах он измеряется?
3. К свету какого цвета -зеленого или красного — чувствительность глаза выше?
4. По какой формуле определяют силу света? В каких единицах она измеряется?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

Цель работы: научиться определять основные световые величины путем решения задач, ответить на вопросы

Справочный материал: Задание выполняется по теме «Основные световые величины и единицы их измерения», необходимо знать формулы вычисления светового потока, освещенности, сила света, а также их обозначения и измерения. Необходимо решить примеры и ответить на вопросы

Задание №1. Решить примеры

1. Сила света точечного источника составляет 100 кд. Определите полный световой поток, испускаемый этим источником.
2. Полный световой поток электрической лампы равен 1884 лм. Необходимо определить силу света этого источника.

Задание №2. Выполнить решение ситуационной задачи с подробным объяснением

Предположим, что от красного и зеленого сигналов светофора на сетчатку глаза падает приблизительно одинаковый световой поток. Одинаковой ли мощности лампы, установленные в светофоре? Если нет, то мощность, какой лампы больше — зеленой, желтой или красной?

Задание №3. Ответить на вопросы

1. Приведите примеры технических устройств, которые реагируют на поступление световой энергии.
2. Что называют световым потоком? В каких единицах он измеряется?
3. К свету какого цвета -зеленого или красного — чувствительность глаза выше?
4. По какой формуле определяют силу света? В каких единицах она измеряется?

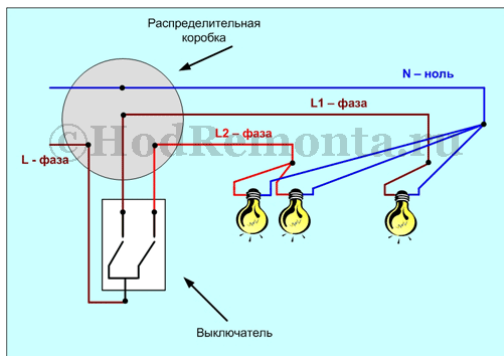
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

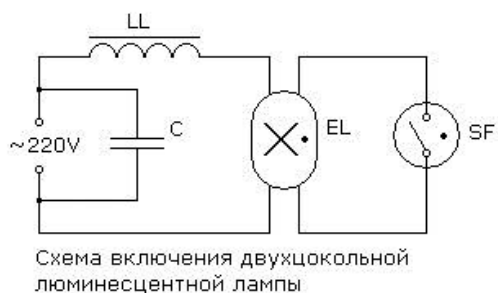
Цель работы: научиться рисовать схемы соединения электрических ламп различного типа, и знать принцип их работы

Задание №1. Нарисовать электрическую и монтажную схему соединения пяти рожковой люстры с лампой накаливания и рассказать принцип их работы. Назвать все достоинства и недостатки данного типа источника.

Схема соединения ЛН довольно проста:



Задание №2. Нарисовать электрическую и монтажную схему соединения светильника с 2 мя люминесцентными лампами рассказать принцип их работы. Назвать все достоинства и недостатки данного типа источника.



Задание №3. Нарисовать электрическую и монтажную схему светодиодной лампы рассказать принцип их работы. Назвать все достоинства и недостатки данного типа источника.

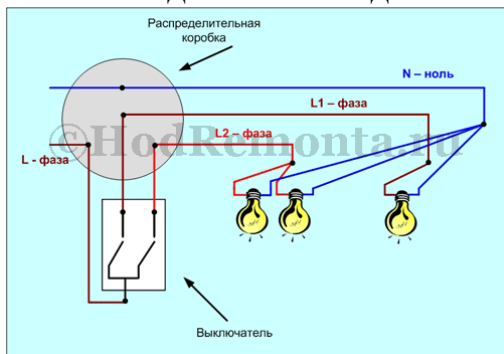
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

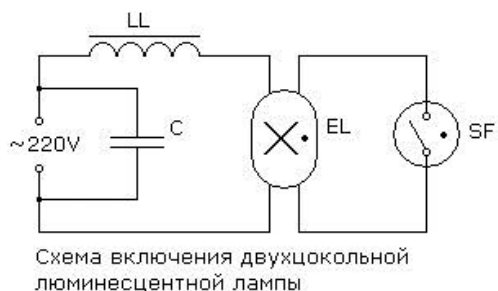
Цель работы: научиться рисовать схемы соединения электрических ламп различного типа, и знать принцип их работы

Задание №1. Нарисовать электрическую и монтажную схему соединения пяти рожковой люстры с лампой накаливания и рассказать принцип их работы. Назвать все достоинства и недостатки данного типа источника.

Схема соединения ЛН довольно проста:



Задание №2. Нарисовать электрическую и монтажную схему соединения светильника с 2 мя люминесцентными лампами рассказать принцип их работы. Назвать все достоинства и недостатки данного типа источника.



Задание №3. Нарисовать электрическую и монтажную схему светодиодной лампы рассказать принцип их работы. Назвать все достоинства и недостатки данного типа источника.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

Цель работы: научиться производить расчет освещения по методу коэффициента использования светового потока.

Задание №1

Задача 1 Исходные данные: в помещении площадью $S=200 \text{ м}^2$ с индексом $ip=1,25$ предполагается использовать светильники типа ЛСП13 – 2x65 – 001 (тип КСС – Л) с лампами ЛБ65. Принять $Kz=1,5$, $z=1,15$, $гп=0,7$; $гс=0,5$; $гр=0,3$. Определить: число светильников N , если необходимо обеспечить $E=300 \text{ лк}$.

Задача 2

Определить методом коэффициента использования необходимое число светильников типа ЛСП02 - 2'40 – 01 - 03 (тип КСС – Д-1) с лампами ЛБ40. Принять площадь помещения $S=50 \text{ м}^2$; $ip=0,8$, $Kz=1,5$, $z=1,15$, $гп=0,7$; $гс=0,3$; $гр=0,1$, $E=150 \text{ лк}$.

Задача 3

Исходные данные: в помещении площадью 100 м^2 установлено два продольных ряда светильников типа ЛВП06 (КСС типа Д-1) с лампами ЛБ65; принять $ip=0,8$; $Kz=1,5$, $z=1,15$; $гп=0,5$; $гс=0,5$; $гр=0,3$.

Определить: Число светильников в ряду, если необходимо обеспечить $E = 150 \text{ лк}$.

Задача 4

Исходные данные: в помещении площадью 200 м^2 (длина помещения не менее 20 м) установлено три продольных ряда светильников типа ЛСП02 (КСС типа Д-2) с лампами ЛБ; принять $ip=1,25$; $Kz=1,5$, $z=1,15$; $гп=0,5$; $гс=0,3$; $гр=0,1$.

Определить: число светильников в ряду, если необходимо обеспечить $E=300 \text{ лк}$.

Задание №2 Ответить на вопросы

Вопрос 1. Основные виды производственного освещения:

Вопрос 2. Виды естественного освещения:

Вопрос 3. Какие системы искусственного освещения применяются в производственных помещениях:

Вопрос 4. Допускается ли применение одного местного освещения на производственных рабочих местах:

Вопрос 5. Показатель ослепленности характеризует:

Вывод: для чего необходимо производить расчеты освещения?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №19

Тема: Расчет наружного (внутреннего) освещения

Цель работы: научиться производить расчет освещения по методу коэффициента использования светового потока.

Задание №1

Задача 1

Исходные данные: в помещении площадью $S=200 \text{ м}^2$ с индексом $ip=1,25$ предполагается использовать светильники типа ЛСП13 – 2х65 – 001 (тип КСС – Л) с лампами ЛБ65. Принять $K_z=1,5$, $z=1,15$, $гп=0,7$; $гс=0,5$; $гр=0,3$.

Определить: число светильников N , если необходимо обеспечить $E=300 \text{ лк}$

Задача 2 Определить методом коэффициента использования необходимое число светильников типа ЛСП02 - 2'40 – 01 - 03 (тип КСС – Д-1) с лампами ЛБ40. Принять площадь помещения $S=50 \text{ м}^2$; $ip=0,8$, $K_z=1,5$, $z=1,15$, $гп=0,7$; $гс=0,3$; $гр=0,1$, $E=150 \text{ лк}$.

Задача 3

Исходные данные: в помещении площадью 100 м^2 установлено два продольных ряда светильников типа ЛВП06 (КСС типа Д-1) с лампами ЛБ65; принять $ip=0,8$; $K_z=1,5$, $z=1,15$; $гп=0,5$; $гс=0,5$; $гр=0,3$.

Определить: Число светильников в ряду, если необходимо обеспечить $E = 150 \text{ лк}$.

Задача 4

Исходные данные: в помещении площадью 200 м^2 (длина помещения не менее 20 м) установлено три продольных ряда светильников типа ЛСП02 (КСС типа Д-2) с лампами ЛБ; принять $ip=1,25$; $K_z=1,5$, $z=1,15$; $гп=0,5$; $гс=0,3$; $гр=0,1$.

Определить: число светильников в ряду, если необходимо обеспечить $E=300 \text{ лк}$.

Вывод: для чего необходимо производить расчеты освещения?

Информационное обеспечение обучения

Печатные и электронные издания

Основные учебные издания:

1. Козлов, А. Н. Собственные нужды тепловых, атомных и гидравлических станций и подстанций: учебное пособие для СПО / А. Н. Козлов, В. А. Козлов, А. Г. Ротачева. — Саратов: Профобразование, 2021. — 311 с. — ISBN 978-5-4488-1154-8. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105156>

2. Кулеева, Л. И. Проектирование подстанции: учебное пособие для СПО / Л. И. Кулеева, С. В. Митрофанов, Л. А. Семенова. — Саратов : Профобразование, 2020. — 110 с. — ISBN 978-5-4488-0580-6. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92147>

3. Савина, Н. В. Современные электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для СПО / Н. В. Савина. — Саратов: Профобразование, 2021. — 163 с. — ISBN 978-5-4488-1155-5. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105157>

Дополнительные учебные издания:

4. Савина, Н. В. Электрические сети : практикум для СПО / Н. В. Савина, Ю. В. Мясоедов, В. Ю. Маркитан. — Саратов: Профобразование, 2021. — 253 с. — ISBN 978-5-4488-1149-4. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/105163>

Интернет ресурсы:

5. <http://www.minenergo.com/> Министерство энергетики Российской Федерации

6. <http://eprussia.ru/lib/> Энергетика и промышленность России

7. <http://forca.ru/> Энергетика, оборудование документация

Электронно-библиотечная система:

8. ЭБС «elibrary», ООО «РУНЭБ»

9. ЭБС «IPRbooks», ООО «Ай Пи Ар Медиа»

10. ЭБС «Лань», ООО «Издательство Лань»

11. ЭБС «PROФобразование»

12. ЭБС «Book.ru