

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 19.07.2023 17:23:46
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕ-
НИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C00000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание

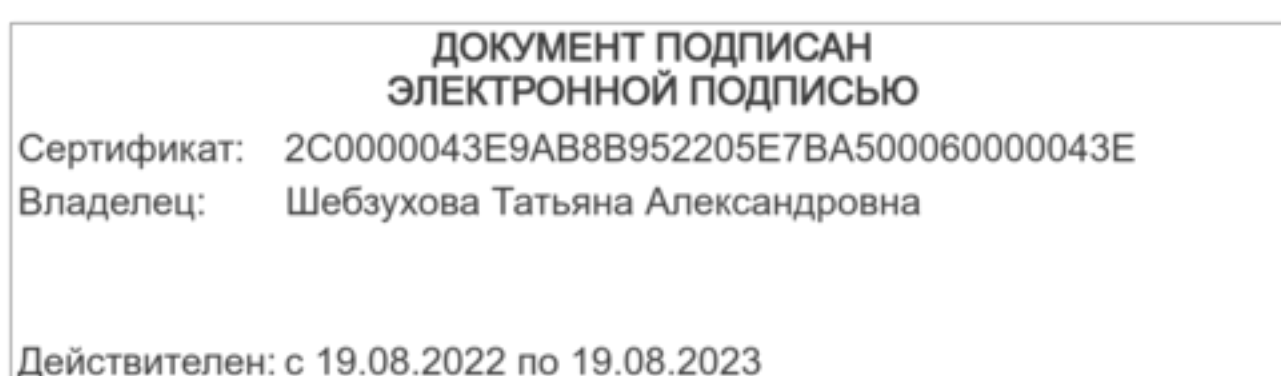
№ п/п		Стр.
	Введение	
1.	Цель и задачи изучения дисциплины	
2.	Оборудование и материалы	
3.	Наименование практических работ	
4.	Содержание практических работ	
4.1	Практическое занятие № 1. Теплоснабжение. Расчет тепловой мощности системы отопления.	
4.2	Практическое занятие № 2. Источники тепловой энергии – котельные. Конструирование системы отопления здания.	
4.3.	Практическое занятие № 3. Потребители тепловой энергии. Тепловой расчет системы отопления.	
4.4	Практическое занятие № 4. Системы непосредственного охлаждения. Конструирование систем вентиляции.	
4.5	Практическое занятие №5. Электроснабжение. Выбор сечения кабеля по допустимому току (нагреву).	
4.6	Практическое занятие № 6. Электроснабжение. Проверка выбранного сечения кабеля по допустимой потере напряжения.	
4.7	Практическое занятие №7. Системы электроснабжения. Качество электрической энергии. Проверка сечения кабеля по термической стойкости.	
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
5.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	
	Приложение	

Введение

Практические занятия создают оптимальные дидактические условия для деятельностного освоения студентами содержания и методологии изучаемой дисциплины. Практические занятия занимают преимущественное место при изучении общепрофессиональных и профессиональных дисциплин. Практические занятия проводятся с целью выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач, отработки упражнений, выполнении чертежей, производстве расчётов и т.п.

Целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определённые действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных, необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным и профессиональным дисциплинам.

Библиографический список содержит сведения о справочной литературе и дополнительных изданиях, необходимых для углубленного изучения отдельных вопросов.



1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Энергоснабжение» является знакомство энергетическим комплексом страны. Рассматриваются основные системы энергетики и структурные связи между ними.

Основными задачами изучения дисциплины являются: ознакомление с основными сведениями об электроснабжении, теплоснабжении, топливоснабжении, холодоснабжении, а также о снабжении промышленных предприятий другими видами энергии и энергоресурсов.

2. Оборудование и материалы

Аппаратные средства: переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения.

3. Наименование практических работ

Для заочной формы обучения предусмотрены следующие практические работы: Практическое занятие № 3. Потребители тепловой энергии. Тепловой расчет системы отопления – 1,5 часа; Практическое занятие № 6. Электроснабжение. Проверка выбранного сечения кабеля по допустимой потере напряжения – 1,5 часа.

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
3 семестр			
1	Практическое занятие № 1. Теплоснабжение. Расчет тепловой мощности системы отопления. Приобрести навыки расчета тепловых потерь и тепловой мощности системы отопления здания.	1,5	
2	Практическое занятие № 2. Источники тепловой энергии – котельные. Конструирование системы отопления здания. Приобрести навыки конструирования систем водяного отопления жилых зданий.	1,5	
3	Практическое занятие № 3. Потребители тепловой энергии. Тепловой расчет системы отопления. Приобрести навыки теплового расчета систем водяного отопления жилых зданий, подбора	3	

Документ подписан ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2E00000043E9AB0B932203E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Юрьевна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

	необходимых к установке отопительных приборов.		
4	Практическое занятие № 4. Системы непосредственного охлаждения. Конструирование систем вентиляции. Приобрести навыки проектирования системы естественной вытяжной вентиляции.	3	
5	Практическое занятие №5. Электроснабжение. Выбор сечения кабеля по допустимому току (нагреву). Научиться выбирать сечение кабеля для линий электропередач питания тяговых подстанций по допустимому току (нагреву).	1,5	
6	Практическое занятие № 6. Электроснабжение. Проверка выбранного сечения кабеля по допустимой потере напряжения. Научиться проверять выбранное сечение кабеля линии электропередач по допустимой потере напряжения.	1,5	
7	Практическое занятие №7. Системы электроснабжения. Качество электрической энергии. Проверка сечения кабеля по термической стойкости. Научиться проверять выбранный кабель линии электропередач по термической стойкости.	1,5	
	Итого за 3 семестр:	13,5	
	Итого:	13,5	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

4. Содержание практических работ

Практическое занятие № 1. Теплоснабжение. Расчет тепловой мощности системы отопления.

Цель: Приобрести навыки расчета тепловых потерь и тепловой мощности системы отопления здания.

Основы теории:

Для расчета суммарных потерь теплоты каждого отапливаемого помещения предварительно необходимо выявить значения сопротивления теплопередаче для всех наружных ограждений, а также для внутренних, разделяющих помещения, с разностью расчетных температур между ними 3 °С и более, вычертить планы этажей, подвала, чердака, разрезы здания, пронумеровать отапливаемые помещения.

Расчетные потери теплоты отапливаемого здания $Q_{зд}$, Вт, определяются суммой потерь теплоты отапливаемых помещений:

$$Q_{зд} = \sum Q_4,$$

где Q_4 – расчетные суммарные потери теплоты отапливаемого помещения (тепловая нагрузка помещения), Вт, которые находят по

$$Q_4 = \sum Q + Q_i - Q_h (1 - \eta_1)$$

где Q – основные и добавочные потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции помещения, Вт;

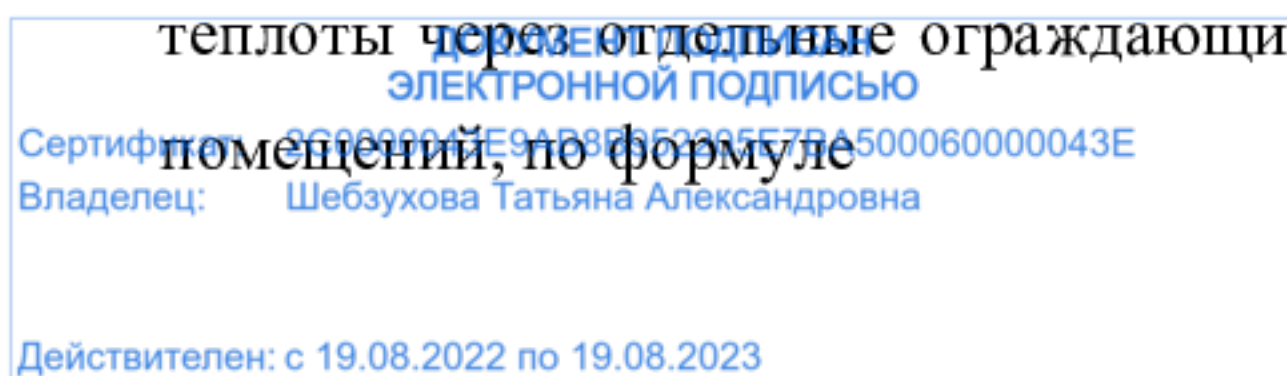
Q_i – расход теплоты на нагревание инфильтрующегося наружного воздуха через наружные ограждающие конструкции помещения, Вт;

Q_h – суммарный тепловой поток, регулярно поступающий в помещения здания от электрических приборов, освещения, технологического оборудования, коммуникаций, материалов, людей и других источников, Вт;

η_1 – коэффициент, принимаемый в зависимости от способа регулирования системы отопления по [3, таблица А.1].

Определение основных и добавочных потерь теплоты помещения через ограждающие конструкции.

Основные и добавочные потери теплоты следует рассчитывать, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции Q , Вт, с округлением до 10 Вт для помещений, по формуле



$$Q = A(t_{\text{в}} - t_{\text{ж}}) \left(1 + \sum \beta\right) n / R_{\text{т}},$$

Добавочные потери теплоты через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь по [3, приложение Ж].

Размеры ограждений (с точностью до 0,1 м²) находят в соответствии с рисунком 2.1.

При определении потерь теплоты через окна и двери их площадь следует вычитать из площади стен.

Сопротивление теплопередаче для полов следует определять: – для неутепленных полов на грунте и стен ниже уровня земли с коэффициентом теплопроводности $\lambda \geq 1,2$ Вт/(м·°С) по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая R_c , м²·°С/Вт, равным: 2,1 – для зоны 1; 4,3 – для зоны 2; 8,6 – для зоны 3; 14,2 – для зоны 4 оставшейся площади пола;

– для утепленных полов на грунте и стен ниже уровня земли – с утепляющим слоем толщиной δ , м, и коэффициентом теплопроводности $\lambda < 1,2$ Вт/(м·°С) по формуле $R_h = R_c + \delta/\lambda$, для полов на лагах по формуле

$$R_h = 1,18(R_c + \delta/\lambda).$$

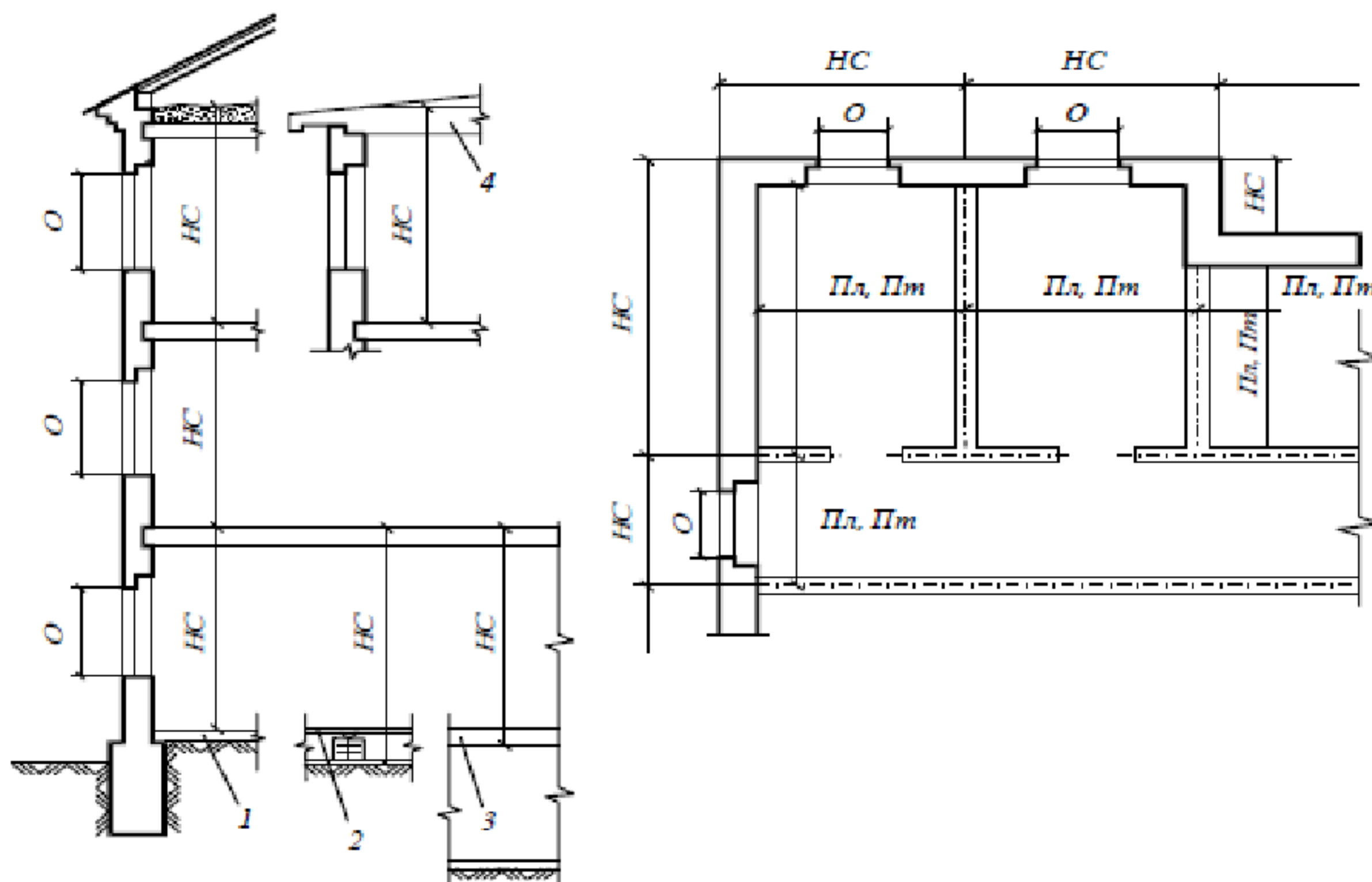


Рисунок 1.1 – Правила обмера ограждений в плане и по высоте здания

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебурова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Приведенное сопротивление теплопередаче для полов на грунте R_t принимается равным R_c для неутепленных полов и R_h для утепленных.

Теплопотери через отдельные ограждения каждого помещения суммируют. Теплопотери всей лестничной клетки определяют, как для одного помещения.

Тепловой баланс здания $Q_{зд}$, Вт, рассчитывается по формулам (2.1) и (2.2). Для определения расчетных суммарных потерь теплоты отапливаемых помещений ΣQ_4 , Вт, необходимо предварительно выбрать тип системы отопления, а также уровень и способ регулирования системы отопления, чтобы задать значение коэффициента η_1 , входящего в выражение (2.2).

Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха Q_i , Вт, в помещениях жилых зданий при естественной вытяжной вентиляции определяется для жилых помещений, кухонь и санузлов по формуле

$$Q_i = 0,28 L_{\text{в}} \rho c (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \approx F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$$

Теплопоступления в жилых зданиях учитывают в тепловом балансе помещения в виде общих бытовых тепловыделений, которые принимают для жилых комнат и кухонь из расчета 21 Вт на 1 м² площади помещения:

$$Q_h = 21 F$$

Тепловая расчетная нагрузка помещения соответствует величине расчетных суммарных потерь теплоты помещения Q_4 .

Задания:

Задание №1

Определить суммарные тепловые потери Q_4 для помещения, ориентированного главным фасадом на запад и расположенного в Витебской области. Вторая стена здания ориентирована на север.

Помещение – угловая жилая комната размерами 3 × 4 м промежуточного этажа высотой 3 м. Конструкцию наружных стен принять такой же, как в задаче из подразд. 1.2. В стене главного фасада длиной 4 м имеется оконный проем с тройным остеклением в раздельно-спаренных переплетах, имеющий приведенное термическое сопротивление, равное 1,0 м²С/Вт

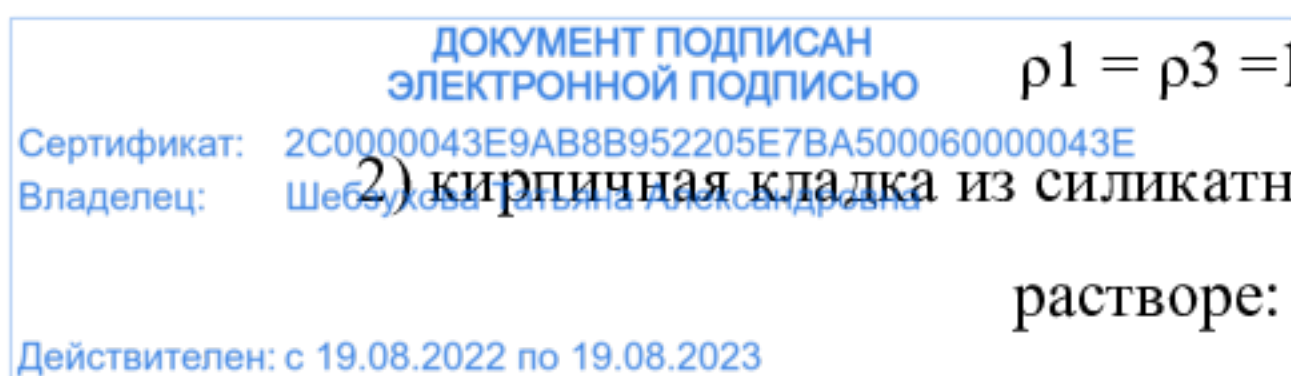
Комната соседствует с кухней и кладовой и отделена от них стенами длиной соответственно 3 и 4 м следующей конструкции:

1) внешний и внутренний слои – известково-песчаный раствор:

$$\rho_1 = \rho_3 = 1600 \text{ кг/м}^3; \delta_1 = \delta_3 = 0,01 \text{ м};$$

2) кирпичная кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном

$$\text{растворе: } \rho_2 = 1700 \text{ кг/м}^3; \delta_2 = 0,12 \text{ м}$$



Задание №2

Определить тепловые потери для помещений двухэтажного жилого дома с чердаком и подвалом, ориентированного главным фасадом на юг и расположенного в Могилевской области.

Исходные данные: высота этажа – 3 м. Сопротивление теплопередаче для наружной стены $R_o = 3,27 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, чердачного перекрытия $R_o = 6,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, пола первого этажа над подвалом $R_o = 2,54 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, окон с тройным остеклением в раздельно-спаренных переплетах $R_o = 1,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Задание №2

Определить тепловую нагрузку жилого неуглового помещения площадью $14,5 \text{ м}^2$, $\Sigma Q = 900 \text{ Вт}$, тепловую нагрузку совмещенного санузла площадью 6 м^2 , $\Sigma Q = 560 \text{ Вт}$, тепловую нагрузку жилого углового помещения площадью 25 м^2 , $\Sigma Q = 1500 \text{ Вт}$, тепловую нагрузку коридора площадью 15 м^2 , $\Sigma Q = 780 \text{ Вт}$.

Контрольные вопросы:

1. Что является исходными данными для расчета теплотерь помещениями?
2. Что понимают под добавочными теплотерями и как они учитываются?
3. Что такое инфильтрация воздуха?
4. Какие могут быть тепlopоступления в помещения и как они учитываются?

Практическое занятие № 2. Источники тепловой энергии – котельные. Конструирование системы отопления здания.

Цель: Приобрести навыки конструирования систем водяного отопления жилых зданий.

Основы теории:

Задачами конструирования системы водяного отопления являются правильное размещение отопительных приборов, стояков, магистралей и других элементов системы, назначение уклонов труб, выбор способа удаления воздуха из системы, запорно-регулирующей арматуры, места расположения теплового пункта в подвале здания [4–6].

Теплопроводы систем отопления подразделяют на магистрали, стояки и подводы к отопительным приборам.

Конструкция систем водяного отопления зависит:

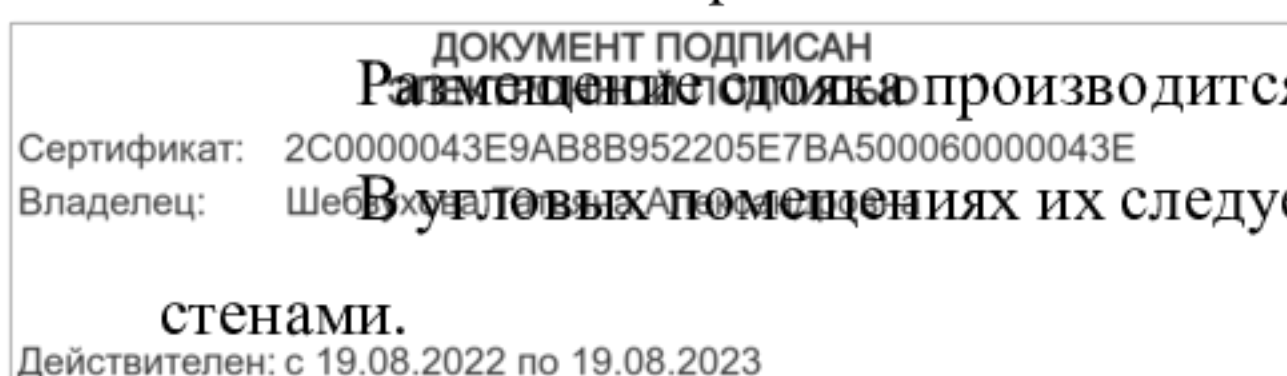
- от способа создания циркуляции теплоносителя (искусственная и естественная);
- от места расположения магистральных теплопроводов (нижняя и верхняя разводка);
- от направления объединения отопительных приборов (вертикальные и горизонтальные);
- от схемы включения отопительных приборов в стояк (однотрубные и двухтрубные);
- от направления движения воды в подающих и обратных магистралях (тупиковые и с попутным движением теплоносителя).

Теплопроводы систем водяного отопления прокладывают, как правило, открыто. Чтобы обеспечить удаление воздуха из системы водяного отопления, попадающего в нее при заполнении системы, а также растворенного в воде, теплопроводы в системах с искусственной циркуляцией прокладывают с уклоном к горизонтали не менее 0,002, а с естественной – от 0,05 до 0,01. Допускается горизонтальная прокладка при обеспечении скорости движения воды более 0,25 м/с.

Размещение магистрали определяется назначением и шириной здания, видом системы отопления. Для типовых жилых домов, состоящих из одинаковых секций, применяется посекционная разводка.

Размещение стояка производится, как правило, у наружных стен.

В угловых помещениях их следует устанавливать в углах, образованных наружными стенами.



Размещение подводки зависит от вида отопительного прибора, положения стояка или ветви в системе отопления. Подающую и обратную подводки чаще всего прокладывают горизонтально (при длине до 500 мм) или с уклоном (5–10 мм на всю длину).

Для выпуска воздуха из системы с верхней разводкой магистралей на подающих магистралях в верхних точках устанавливают проточные воздухооборники. В системах с нижней разводкой обеих магистралей для этих целей предусматривают краны Маевского, устанавливаемые в верхней пробке прибора верхнего этажа.

Для пуска системы в работу по частям, а также для выключения отдельных ветвей системы устанавливаются вентили, задвижки или краны, на стояках – специальные вентили или краны, на подводках к приборам двухтрубной системы отопления – краны двойной регулировки с повышенным гидравлическим сопротивлением, а однотрубной – трехходовые краны с пониженным сопротивлением. На подводках к отопительным приборам лестничных клеток краны не устанавливаются.

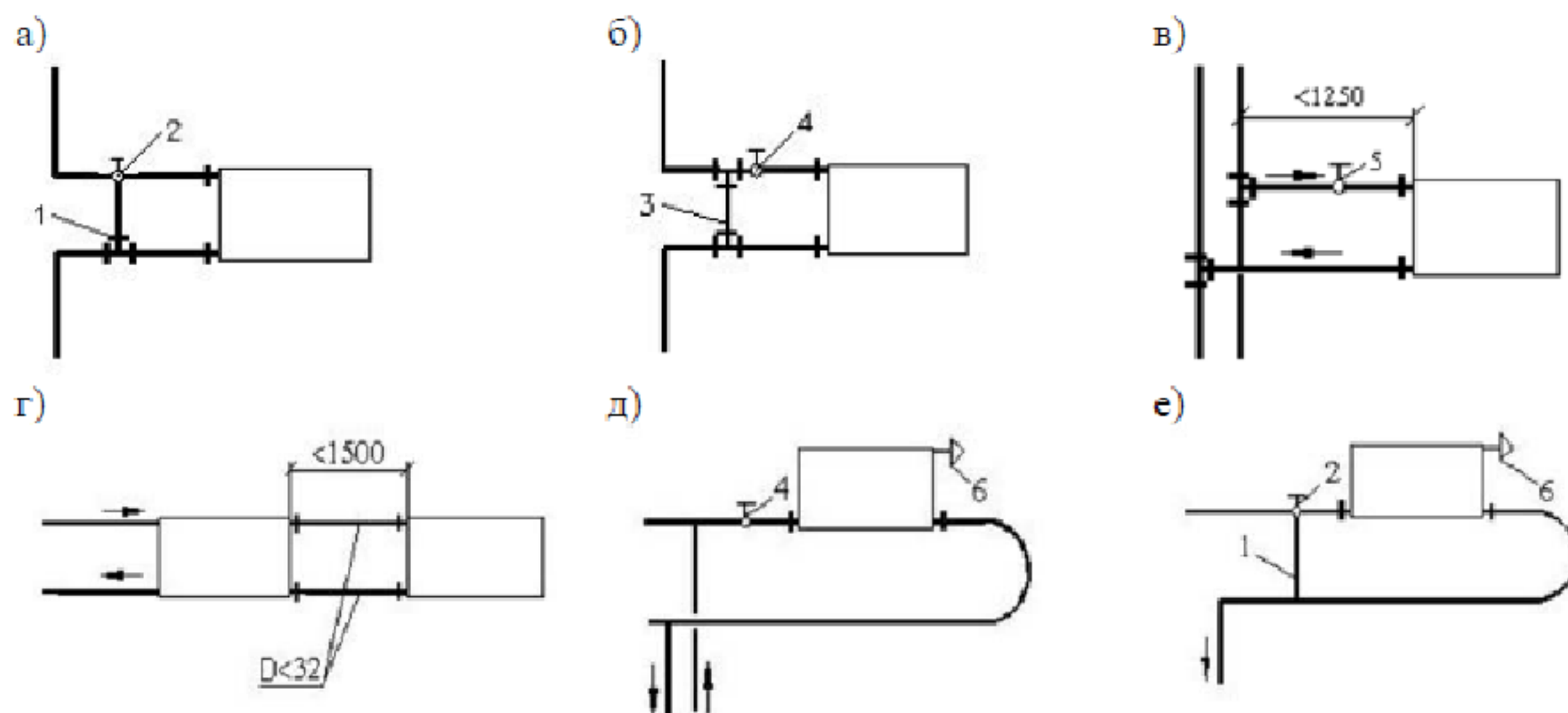


Рисунок 2.1 – Присоединение теплопроводов к отопительным приборам вертикальных систем отопления

Отопительные приборы, компенсируя тепловые потери, должны обеспечивать равномерный обогрев помещения и выполнять роль локализаторов ниспадающих потоков холодного воздуха в помещении.

Для достижения комфортной обстановки в жилых зданиях отопительные приборы принято размещать вдоль наружных стен под окнами на высоте 100 мм от пола. На лестничных клетках двух- и трехэтажных зданий целесообразно размещать отопительные приборы на первом этаже или в подвальной части лестниц; при этом установка приборов в

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

тамбуре недопустима. В случае невозможности размещения всех приборов рядом с входными дверями на лестничной клетке часть их (30–35 %) переносят на площадку между первым и вторым этажами.

Присоединение отопительных приборов к стоякам, располагаемым прежде всего у наружных углов помещений и отдельно на лестничных клетках, следует предусматривать одностороннее; может быть допущено разностороннее присоединение, если в приборе более 15 секций.

Установка двух приборов «на сцепке» допускается в пределах одного помещения или в том случае, когда последующий прибор устанавливается во вспомогательных помещениях (коридорах, кладовых и т. д.). Длина сцепки не должна превышать 1,25 м.

Расширительный бак устанавливают при необходимости в наивысшей точке системы отопления, обычно на чердаке здания, в специальном боксе на чердачном перекрытии или на лестничной клетке.

Задания:

Задание №1

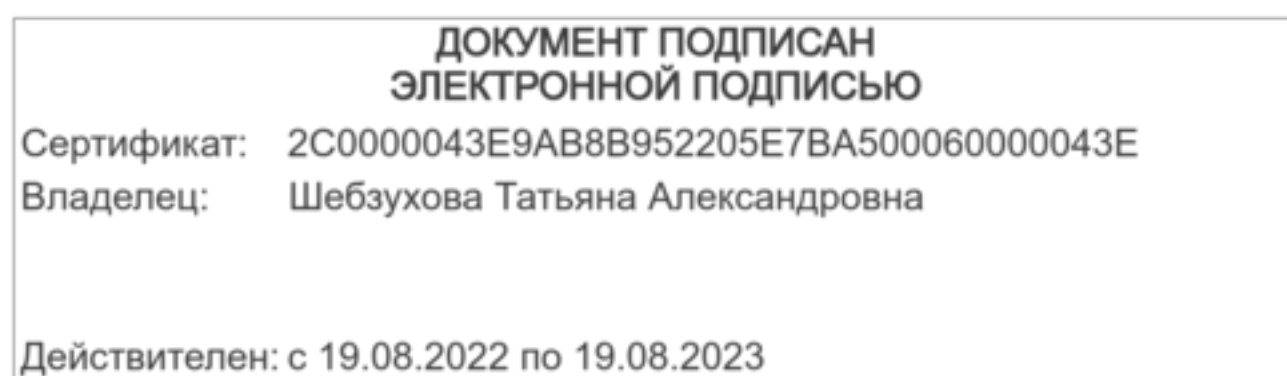
Осуществить конструирование однотрубной вертикальной тупиковой системы водяного отопления с централизованным теплоснабжением от тепловых сетей при независимой схеме присоединения системы отопления к ним с применением нижней разводки магистралей для секции здания.

Задание №2

Осуществить конструирование однотрубной вертикальной тупиковой системы водяного отопления с естественной циркуляцией с применением верхней разводки магистралей для секции здания.

Контрольные вопросы:

1. Назовите признаки классификации систем водяного отопления.
2. Оборудование и приборы, используемые в системах водяного отопления, и их назначение.
3. Каким образом производится воздухоудаление из системы водяного отопления?
4. Для чего предназначен расширительный бак и как он устроен?



Практическое занятие № 3. Потребители тепловой энергии. Тепловой расчет системы отопления.

Цель: Приобрести навыки теплового расчета систем водяного отопления жилых зданий, подбора необходимых к установке отопительных приборов.

Основы теории:

Цель расчета состоит в выборе марки отопительного прибора и его размеров (или количества секций в нем) для каждого из отапливаемых помещений здания для запроектированной системы отопления.

Средняя температура отопительного прибора

$$t_{\text{ср}} = (t_{\text{г}} + t_{\text{о}}) / 2$$

где $t_{\text{г}}$ – температура подаваемой (горячей) воды, °С;

$t_{\text{о}}$ – температура обратной (охлажденной) воды, $t_{\text{о}} = 70$ °С.

Средняя расчетная разность температур для отопительного прибора

$$\Delta t_{\text{ср}} = t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}.$$

Тепловой поток Q_3 , Вт, от трубопроводов, проходящих в помещении,

$$Q_3 = \Sigma(q_{\text{в}} \cdot l_{\text{в}}) + \Sigma(q_{\text{г}} \cdot l_{\text{г}})$$

где $q_{\text{в}}$ и $q_{\text{г}}$ – теплоотдача 1 м вертикального и горизонтального неизолированного теплопровода соответственно, Вт/м; для полипропиленовых труб можно определить по [2, таблица 29], для стальных – по [9, таблица П.22].

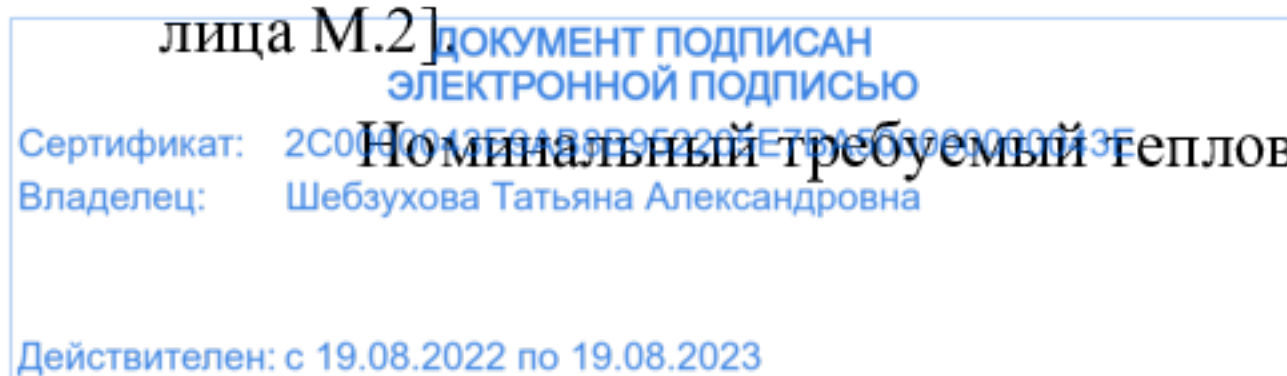
Требуемая теплоотдача отопительного прибора в отапливаемом помещении Q_1 , Вт, определяется по формуле

$$Q_1 = (Q_4 - 0,9Q_3) \beta_1 \beta_2$$

где β_1 – коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, принимаемый по [3, таблица М.1];

β_2 – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами, расположенными у наружных ограждающих конструкций, принимаемый по [3, таблица М.2]

Номинальный требуемый тепловой поток (теплоотдача) отопительного прибора



Задания:

Задание №1

Определить количество секций чугунного радиатора 2КП100-90-500 для одноконтурной системы водяного отопления с нижней разводкой и искусственной циркуляцией, установленного в нише наружной стены под окном в неугловой жилой комнате: потери тепла жилой комнаты $Q_4 = 1270$ Вт. Температура воды в подающей магистрали $t_g = 95$ °С, температура обратной воды $t_o = 70$ °С. Длину стояка диаметром 20 мм принять равной 2,8 м, суммарную длину подвода к приборам диаметром 20 мм – равной 1,2 м, длину замыкающего участка подвода диаметром 15 мм – равной 0,5 м (теплопроводы стальные).

Задание №2

Определить количество секций чугунного радиатора 2К60П для двухконтурной системы водяного отопления с верхней разводкой и искусственной циркуляцией, установленного открыто у наружной стены под окном в угловой жилой комнате; потери тепла жилой комнаты $Q_4 = 1680$ Вт. Температура воды в подающей магистрали $t_g = 95$ °С, температура обратной воды $t_o = 70$ °С. Длину стояков диаметром 20 мм принять равной 5,2 м, суммарную длину подвода к приборам диаметром 15 мм – равной 1,4 м.

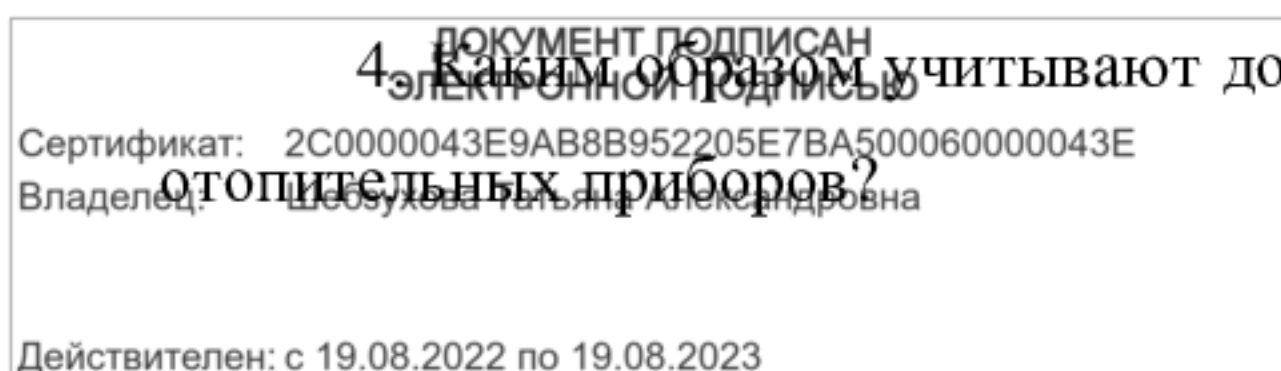
Задание №3

Определить марку стального панельного радиатора ЛК-11 для одноконтурной системы водяного отопления с верхней разводкой и искусственной циркуляцией, установленного открыто у наружной стены под окном в кухне; потери тепла кухни $Q_4 = 1150$ Вт. Температура воды в подающей магистрали $t_g = 105$ °С, температура обратной воды $t_o = 70$ °С. Длину стояка диаметром 20 мм принять равной 2,7 м, суммарную длину подвода к приборам диаметром 20 мм – равной 1,1 м, длину замыкающего участка подвода диаметром 15 мм – равной 0,5 м (теплопроводы стальные).

Контрольные вопросы:

1. Какие основные требования предъявляются к отопительным приборам?
2. Какие отопительные приборы устанавливаются в жилых зданиях?
3. Где размещают отопительные приборы?

4. Каким образом учитывают дополнительные факторы, влияющие на теплоотдачу отопительных приборов?



Практическое занятие № 4. Системы непосредственного охлаждения. Конструирование систем вентиляции.

Цель: Приобрести навыки проектирования системы естественной вытяжной вентиляции.

Основы теории:

В канальных системах естественной вытяжной вентиляции воздух перемещается в каналах и воздуховодах под действием естественного давления, возникающего вследствие разности давлений более холодного наружного и теплого внутреннего воздуха.

В жилых зданиях система естественной канальной вытяжной вентиляции устраивается с применением вертикальных внутристенных или приставных каналов с отверстиями, на которые установлены жалюзийные решётки, горизонтальных сборных воздуховодов и вытяжных шахт (при необходимости усиления тяги дополнительно устанавливают дефлектор).

Воздух удаляется из помещений с наибольшим выделением вредных веществ. Для этого в каждой квартире (доме) предусматриваются вытяжные каналы из кухни, ванной комнаты и туалета или совмещённого санузла. В пределах одной квартиры допускается осуществлять удаление воздуха одним каналом с подключением к нему следующих помещений:

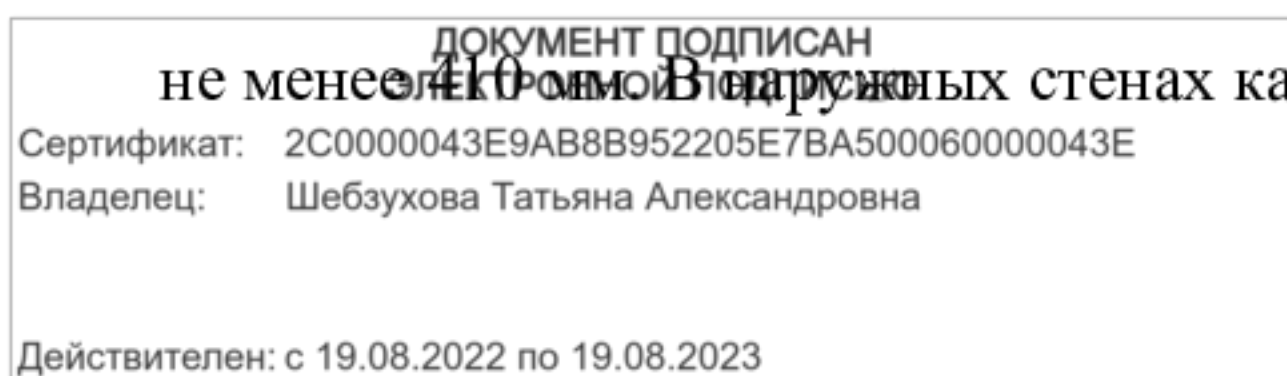
- кухня и ванная;
- санузел и ванная.

В квартирах предусматривается неорганизованный приток воздуха – через неплотности в ограждающих конструкциях и открытые форточки.

Вытяжка производится через жалюзийные решётки, устанавливаемые на расстоянии 0,2–0,5 м от потолка. Минимальная высота выброса воздуха над кровлей должна составлять: при скатных крышах – 0,7 м, но не более чем на 0,5 м выше конька; при плоских крышах – 0,5 м.

В жилых зданиях с кирпичными внутренними стенами вентиляционные каналы устраивают в толще стен (рисунок 7.1, а) или в бороздах, заделываемых плитами (рисунок 7.1, б). Размеры каналов в кирпичных стенах принимают кратными размерам кирпича (140 × 140 мм, 140 × 270 мм и т. д.). Расстояние между соседними вытяжными каналами и толщина стенки канала должны быть не менее 140 мм, между каналом и дверным проёмом –

не менее 400 мм. В перегородочных стенах каналы не устраиваются.



В случае отсутствия внутренних кирпичных стен устраивают приставные каналы (рисунок 7.1, в) из блоков и плит с минимальным размером 100×150 мм, которые обычно выполняют из гипсошлаковых и шла-

кобетонных плит толщиной 35–40 мм. Приставные воздуховоды, как правило, пристраивают к внутренним строительным конструкциям. В случае размещения приставных воздуховодов у наружной стены (рисунок 4.1, г) между стеной и воздуховодом оставляется воздушная прослойка не менее 50 мм или делается утепление с целью недопущения охлаждения воздуха и, как следствие, снижения гравитационного давления.

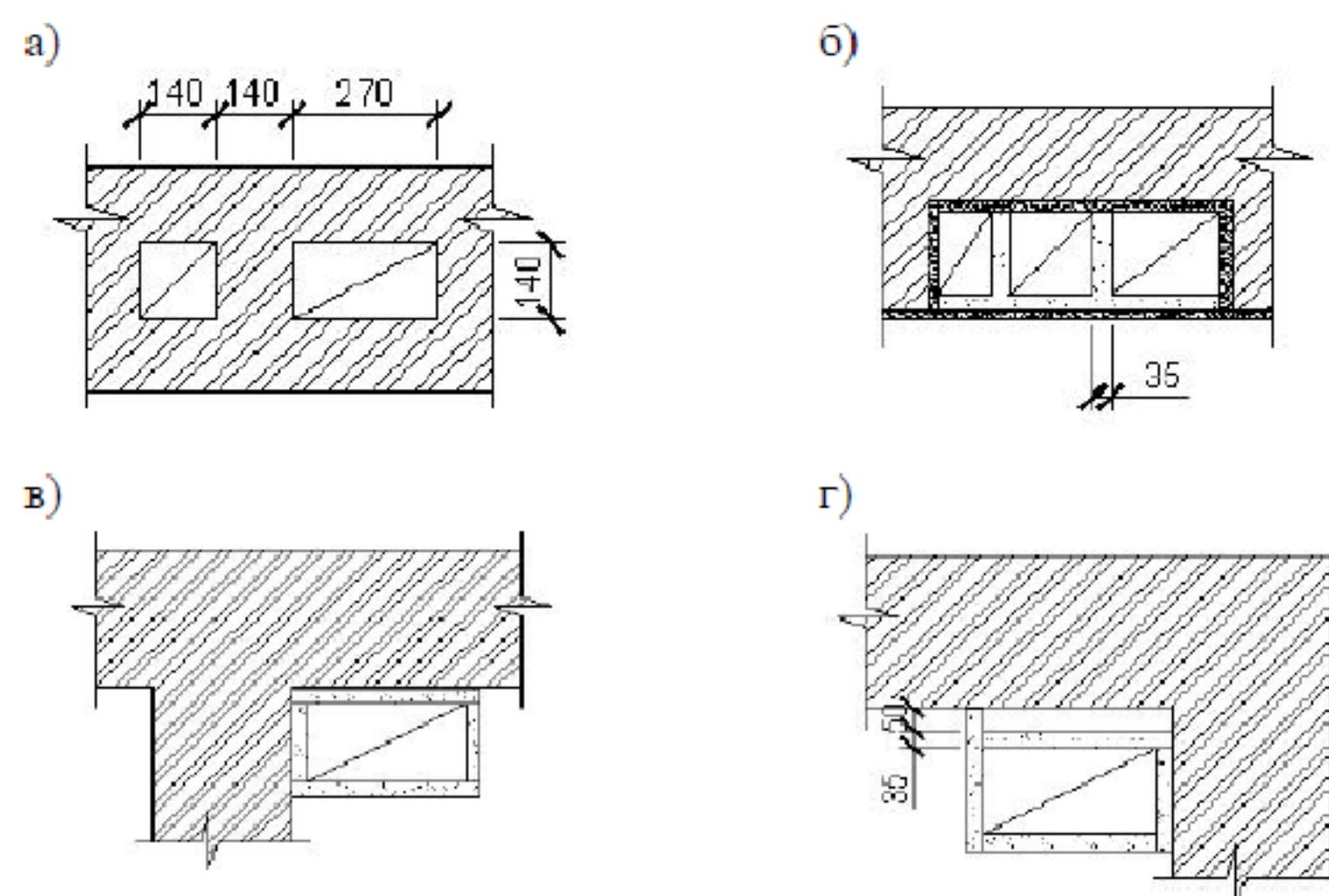


Рисунок 4.1 – Конструкция вентиляционных каналов

Задания:

Задание №1

Выполнить проектирование системы канальной естественной вытяжной вентиляции для двухэтажного кирпичного жилого дома, план первого этажа которого представлен на рисунке 4.2.

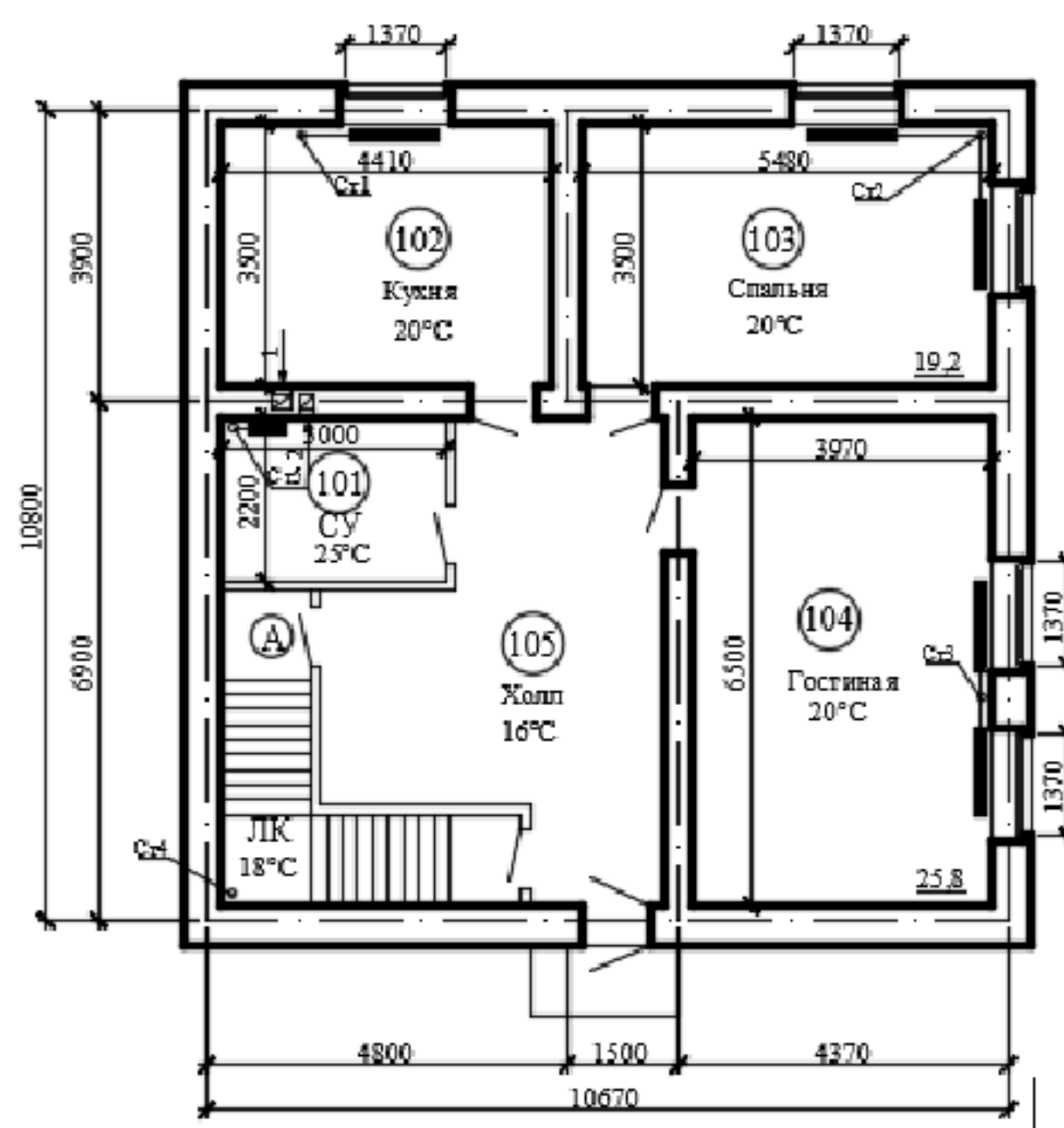


Рисунок 7.2 – План первого этажа двухэтажного жилого дома

Принять, что санузел второго этажа располагается над нижним, кухня на втором этаже отсутствует. Высоту этажа принять равной 3 м, толщину чердачного перекрытия – 0,3 м, высоту чердака – 1,8 м, толщину чердачного покрытия – 0,4 м. Вычертить схему вентиляции со всеми необходимыми элементами.

Задание №2

Выполнить проектирование системы канальной естественной вытяжной вентиляции для двухэтажного кирпичного жилого дома, план первого этажа которого представлен на рисунке 7.2, для случая расположения кухни (помещение 102) на месте спальни (помещение 103). Принять, что санузел второго этажа располагается над нижним, кухня на втором этаже отсутствует. Высоту этажа принять равной 2,8 м, толщину чердачного перекрытия – 0,2 м, высоту чердака – 1,6 м, а толщину чердачного покрытия равной 0,3 м.

Вычертить схему вентиляции со всеми необходимыми элементами.

Контрольные вопросы:

- 1 Каким образом устраивается система канальной естественной вытяжной вентиляции?
- 2 Каковы размеры каналов в кирпичных стенах?
- 3 В каких помещениях жилых зданий в первую очередь предусматриваются вытяжные каналы и почему?

Документ подписан
электронной подписью

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

4 Назначение дефлекторов, вытяжных шахт, жалюзийных решеток.

Практическое занятие №5. Электроснабжение. Выбор сечения кабеля по допустимому току (нагреву).

Цель: Научиться выбирать сечение кабеля для линий электропередач питания тяговых подстанций по допустимому току (нагреву).

Основы теории:

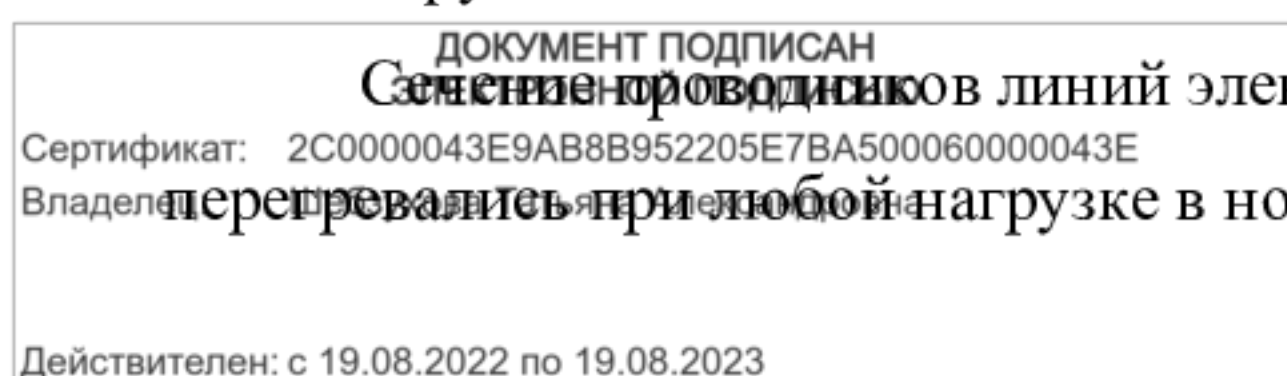
Проектирование каких-либо электросетей бытового или промышленного назначения необходимо начинать с расчета подходящего сечения кабеля, от этого параметра зависит очень многое, и в первую очередь - надежность и работоспособность электросети. Насколько хорошо просчитана электросеть и насколько правильно подобранно сечение кабеля зависят потери мощности в проектируемой сети, которые бывают достаточно значительны, если неправильно выбрать сечение кабеля. Помимо этого, существует вероятность перегрева кабеля и его разрушение.

Главными критериями, которые учитываются во время проектирования и подбора сечения, это величина токовой нагрузки, напряжение сети, мощность потребителя электроэнергии. Проектирование электросети и выбор кабелей всегда начинается с определения свойств электрооборудования, которое будет находиться в этой сети и потреблять электроэнергию. Если на участке сети будет находиться несколько потребителей электричества, то для выбора сечения кабеля для данного участка их мощности складываются. После определения потребляемой мощности для каждого участка проектируемой сети, рассчитывают допустимую токовую нагрузку. Для расчета нагрузки, используется упрощенная формула, в которой находится напряжение сети и мощность потребления для данного участка сети.

После просчета токовой нагрузки и определения ее длительности, необходимо выяснить условия, при которых будет использоваться электросеть, температура и способ прокладки электрической сети (открытый или закрытый).

После того, как допустимый ток и время нагрузки просчитаны, учтены условия эксплуатации и прокладки электросети, можно начать выбор сечения кабеля. Выбор кабелей электросети осуществляется по таблицам длительного допустимого тока нагрузки, где принимается во внимание и способ прокладки кабелей. Конечно, достаточно сложно подобрать кабель, точно подходящий расчетному току нагрузки, в подобных случаях сечение кабеля всегда берут с запасом.

Сечение проводников линий электропередачи должно быть таким, чтобы провода не перегревались при любой нагрузке в нормальном рабочем и послеаварийном режиме.



Выбор сечения проводников по нагреву сводится к сравнению расчётного тока I_p , А, с длительно допустимыми токами нагрузки $I_{доп}$, А, для стандартных сечений с учётом марки кабеля и температурных условий

$$I_p \leq I_{доп} \cdot K_T \cdot K_{II},$$

где K_T - поправочный температурный коэффициент, вводимый, если температура земли отличается от $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, а воздуха - $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ПУЭ, издание 7, таблица 1.3.3);

K_{II} - поправочный коэффициент на прокладку, вводимый, если количество работающих рядом кабелей больше одного, т.к. ухудшаются условия их охлаждения (ПУЭ, издание 7, таблица 1.3.26).

Расчетный ток в линии в послеаварийном режиме (работа одного кабеля) I_p , А, определяется по формуле

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n},$$

Расчётная полная мощность приёмника $S_{pкВА}$, определяется по формуле

$$S_p = \sum_{n=1}^n S_{пн},$$

где $S_{пн}$ - номинальная полная мощность n-го приёмника, кВА.

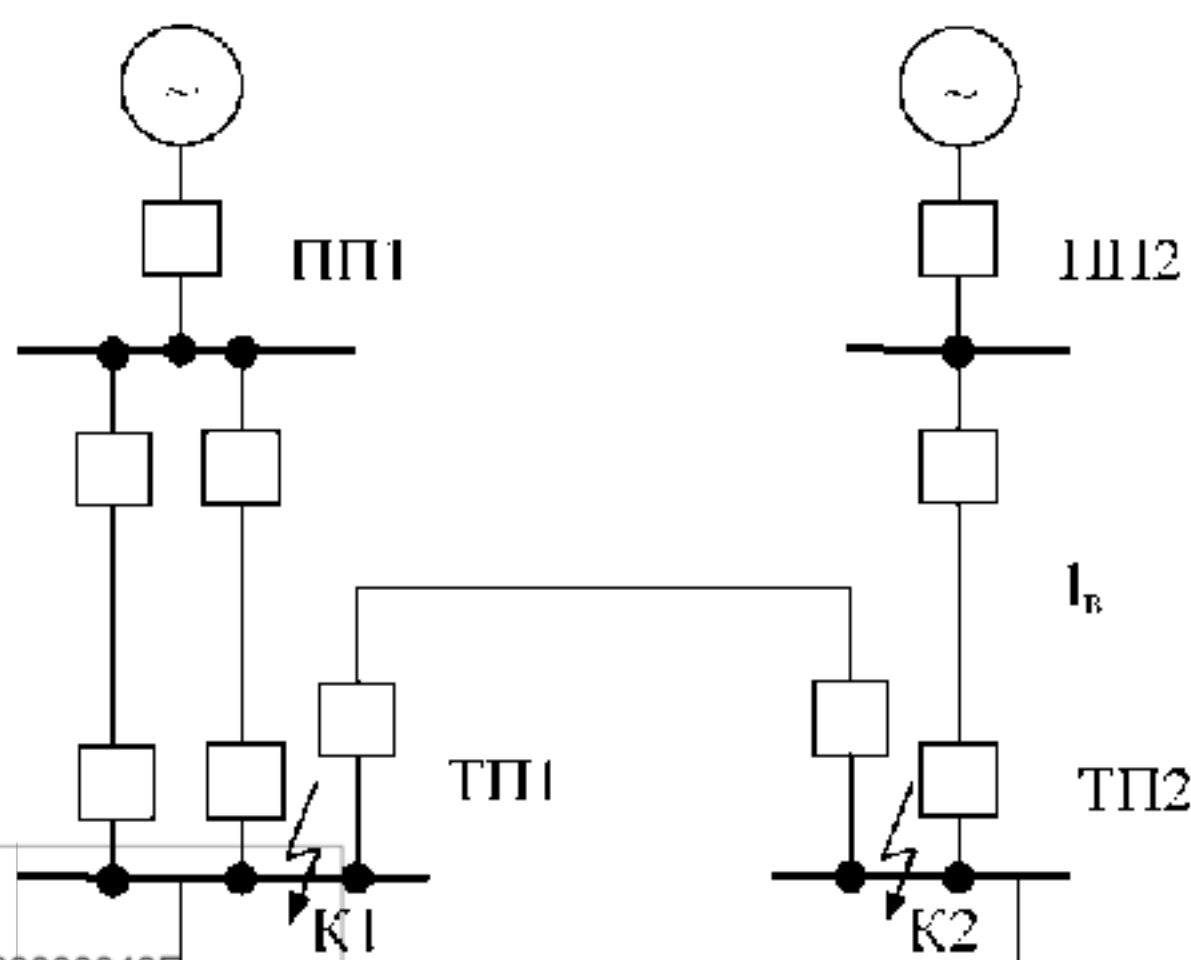
Задания:

Задание №1

Выбрать сечение кабеля для линий электропередач питания тяговых подстанций по допустимому току (нагреву).

Проанализировать проделанную работу.

Схема питания тяговых подстанций представлена в соответствии с рисунком.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебухова Татьяна Александровна
Действителен с 19.08.2022 по 19.08.2023

Тяговая подстанция ТП1 питается от понижающей подстанции ПП1 по двум кабельным линиям, проложенным в земле I_3 . Тяговая подстанция ТП2 питается от понижающей

подстанции ПП2 по одной воздушной линии 1в. Тяговые подстанции ТП1 и ТП2 соединены одиночным соединительным кабелем (при расчёте мощностей тяговых подстанций не учитывать).

Исходные данные для расчёта, выбираются в соответствии с последней цифрой в порядковом номере по списку, в таблице 1.

Таблица 1 Исходные данные для расчёта

Вариант	Номинальное напряжение сети Un, кВ	Тяговая подстанция ТП1			Тяговая подстанция ТП2			Длина кабельной линии в земле lз, км	Длина воздушной кабельной линии lв, км	Продолжительность использования максимума нагрузки Тм, ч/год
		Количество трансформаторов n1, шт	Полная номинальная мощность трансформатора Sk1, кВА	Коэффициент мощности	Количество трансформаторов n2, шт	Полная номинальная мощность трансформатора S^, кВА	Коэффициент мощности			
1	10	14	160	0,970	5	160	0,990	1	10	3000-5000
2		14	160	0,975	5	250	0,985	1	9,5	
3		8	250	0,980	2	400	0,980	1,5	9	
4		8	250	0,985	2	630	0,975	2	8,5	
5		5	400	0,990	1	1000	0,970	2,5	8	
6		10	400	0,970	10	160	0,990	3	7,5	
7		7	630	0,975	10	250	0,985	3,5	7	
8		7	630	0,980	4	400	0,980	4	6,5	
9		4	1000	0,985	4	630	0,975	4,5	6	
0		4	1000	0,990	2	1000	0,970	5	5,5	

При выборе кабелей и проводов принять:

- для не чётных вариантов температуру среды при прокладке в земле +200С и расстояние между кабелями 100 мм, при прокладке в воздухе +350С;
- для чётных вариантов температуру среды при прокладке в земле +250С и расстояние между кабелями 200 мм, при прокладке в воздухе +300С.

Контрольные вопросы:

1. С чего начинается проектирование электросетей?
2. Главные критерии выбора сечения кабеля.
3. Как осуществляется выбор сечения кабеля по допустимому току (нагреву)?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

Практическое занятие № 6. Электроснабжение. Проверка выбранного сечения кабеля по допустимой потере напряжения.

Цель: Научиться проверять выбранное сечение кабеля линии электропередач по допустимой потере напряжения.

Основы теории:

Потеря напряжения обусловлена падением напряжения в кабелях, соединяющих источник тока с потребителем. Она не должна превышать 10% номинального напряжения источника электропитания. Сечение кабелей по потере напряжения проверяют при проектировании электрических сетей, питающих электроприёмники промышленных предприятий, транспорта, крупных жилых и общественных зданий и т. п.

Наилучшие условия эксплуатации электроприемников были бы при номинальном напряжении на их зажимах, но на практике это невыполнимо, так как кабели обладают некоторым сопротивлением и при протекании по ним электрического тока происходит потеря напряжения, поэтому напряжение в конце линии будет ниже, чем в начале. Повышение или снижение напряжения на зажимах электроприемника, по сравнению с номинальным, приводит к ухудшению его работы.

Например, для промышленного предприятия значительное повышение напряжения в осветительной сети связано с экономическим ущербом из-за необходимости частой смены перегоревших ламп. Пониженное, по сравнению с номинальным, напряжение в осветительной сети промышленного предприятия может послужить причиной снижения производительности труда из-за недостаточной освещенности рабочих поверхностей.

Сечение проводников линий электропередачи должно быть таким, чтобы потеря напряжения в линиях не превышала установленные пределы. Допустимая потеря напряжения в линии электропередач питающей тяговые подстанции составляет 10% от U_n .

Потеря напряжения в линии ΔU , В, определяется по формулам

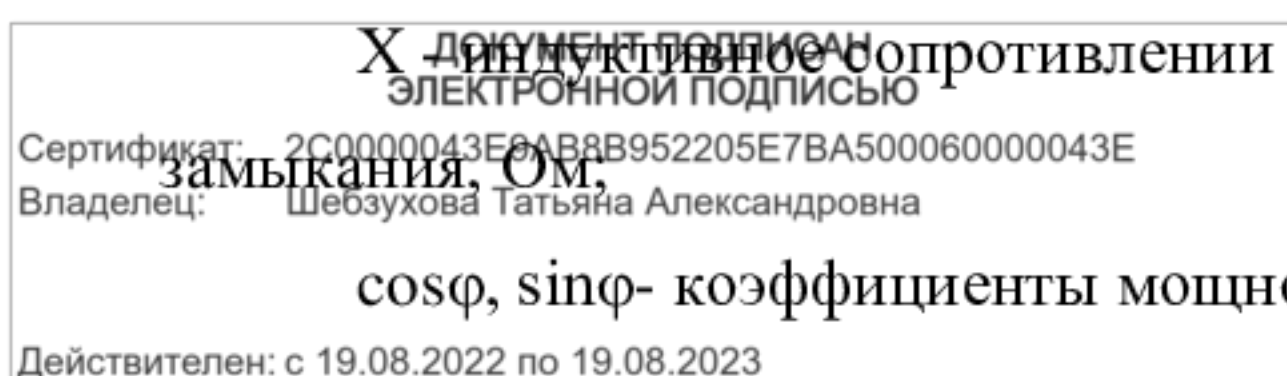
$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{\text{рн}} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

где $I_{\text{рн}}$ - расчётный ток в линии в нормальном режиме, А;

R- активное сопротивление линии от источника питания до точки короткого замыкания, Ом;

X- индуктивное сопротивление линии от источника питания до точки короткого замыкания, Ом;

$\cos \varphi$, $\sin \varphi$ - коэффициенты мощности.



Расчётный ток в линии в нормальном режиме $I_{рн}$, А, определяется по формуле

$$I_{рн} = \frac{I_p}{n_k},$$

где n_k - количество кабелей в линии, шт.

Активное сопротивление линии R , Ом, определяется по формуле

$$R = R_o \cdot l,$$

где R_o - удельное активное сопротивление линии, Ом/км;

l - длина линии электропередач, км.

Индуктивное сопротивление линии X , Ом, определяется по формуле

$$X = X_o \cdot l,$$

где X_o - удельное индуктивное сопротивление линии, Ом/км.

Удельное активное сопротивление линии зависит от материала, сечения и длины линии. Удельное индуктивное сопротивление проводов воздушной линии также зависит от способа подвески и для его определения вводят среднее геометрическое расстояния между проводами.

Задания:

Задание №1

Проверить выбранное сечение кабеля линии электропередач по допустимой потере напряжения.

Проанализировать проделанную работу.

Необходимые данные для расчёта берутся из предыдущей практической работы №1. При выборе индуктивного сопротивления голых проводов принять среднее геометрическое расстояние между проводами для вариантов №1-5 - 2000 мм, для вариантов №6-0 - 2500 мм.

Контрольные вопросы:

1. К чему приводит отклонение напряжения на зажимах электроприёмника от номинального значения?
2. От чего зависит потеря напряжения в кабелях?
3. Как осуществляется проверка кабеля по допустимой потере напряжения?

Практическое занятие №7. Системы электроснабжения. Качество электрической энергии. Проверка сечения кабеля по термической стойкости.

Цель: Научиться проверять выбранный кабель линии электропередач по термической стойкости.

Основы теории:

Кабели и шины выбирают по номинальным параметрам (току и напряжению) и проверяют на термическую стойкость при коротком замыкании. Поскольку процесс короткого замыкания кратковременный, то можно считать, что все тепло, выделяемое в проводнике кабеля, идет на его нагрев.

При протекании тока короткого замыкания по кабелям, их токопроводящие жилы нагреваются, что в ряде случаев приводит к разрыву оболочек кабелей, разрушению концевых заделок, пожару в кабельных сооружениях и большим материальным потерям. Повышение температуры жил кабелей при коротком замыкании ведет к химическому разложению изоляции и резкому снижению ее электрической и механической прочности и, в итоге, - к аварии.

Максимально допустимые кратковременные превышения температуры при коротких замыканиях для силовых кабелей до 10 кВ принимаются с медными и алюминиевыми жилами: с бумажной пропитанной изоляцией 200 0С, с поливинилхлоридной и резиновой изоляцией 150 0С.

Выбранное сечение проверяют на термическую стойкость от воздействия токов короткого замыкания (только кабельные линии, проложенных в земле) по условию

$$S_{\min} \leq S_{\text{кл}}$$

где $S_{\min}$ - минимальная площадь сечения по термической стойкости, мм² ;

$S_{\text{кл}}$ - площадь сечения выбранного кабеля, мм².

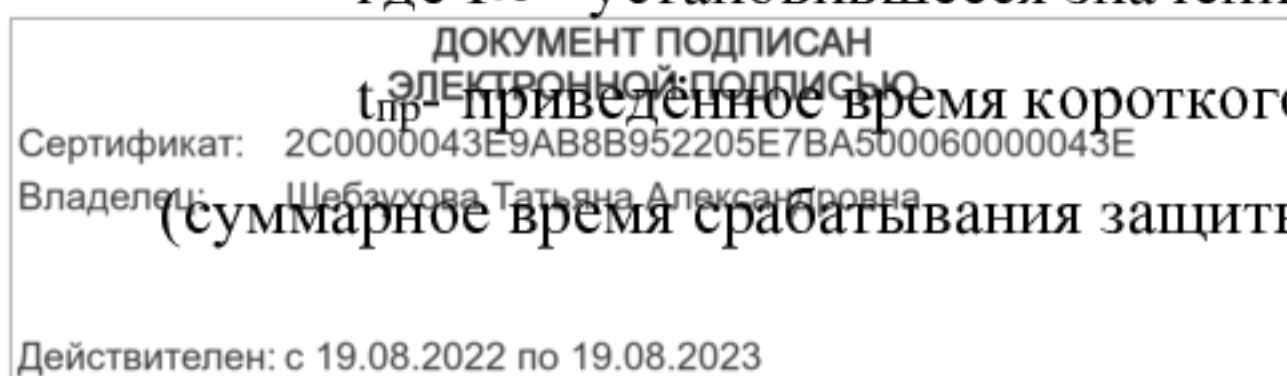
Минимально площадь сечение по термической стойкости $S_{\min}$, мм², определяется по формуле

$$S_{\min} = \frac{I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{\text{пр}}}}{C}$$

где I_{∞} - установившееся значение тока короткого замыкания, А;

$t_{\text{пр}}$ - приведенное время короткого замыкания от возникновения до отключения

(суммарное время срабатывания защиты), принимаем 0,2 с; C - термический коэффициент,



соответствующий разности значений теплоты, выделенной в проводнике после и до короткого замыкания, для кабелей с медными жилами $141 \text{ Ас}^2 / \text{мм}^2$, для кабелей с алюминиевыми жилами $85 \text{ А}^2 / \text{мм}^2$.

Установившееся значение тока короткого замыкания, принимаем равное трёхфазному току короткого замыкания в $I_{\text{кз}}^{(3)}$, А, и определяется по формуле

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = \frac{U_{\text{п}}}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

где Z - полное сопротивление линии, Ом.

Полное сопротивление линии определяется по формуле Z , Ом

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Задания:

Задание №1

Проверить выбранный кабель линии электропередач по термической стойкости. Проанализировать проделанную работу. Необходимые данные для расчёта берутся из предыдущих практических работ №5, №6. Проверку на термическую стойкость осуществлять для кабельной линии в земле при коротком замыкании на шинах тяговой подстанции ТП1 в точке К1.

Контрольные вопросы:

1. Что происходит с кабелем при коротких замыканиях?
2. Максимально допустимые кратковременные превышения температуры при коротких замыканиях для силовых кабелей 10 кВ.
3. Как осуществляется проверка кабеля на термическую стойкость?

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1.2 Перечень основной литературы:

1. Посашков, М. В. Энергосбережение в системах теплоснабжения : учебное пособие / М. В. Посашков, В. И. Немченко, Г. И. Титов. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-9585-0581-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91168.html>

2. Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие / А. А. Сивков, Д. Ю. Герасимов, А. С. Сайгаш. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 174 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34694.html>

5.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Чекалина, Т. В. Энергоснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / Т. В. Чекалина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-1562-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45213.html>

5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Энергоснабжение».

2. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Энергоснабжение».

3. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Энергоснабжение».

5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению контрольной работы
по дисциплине «ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание

№ п/п		Стр.
	Введение	
1.	Цель, задачи и реализуемые компетенции дисциплины	
2.	Формулировка задания и ее объем	
3.	Общие требования к написанию и оформлению работы	
4.	Рекомендации по выполнению задания	
5.	План-график выполнения задания	
6.	Критерии оценивания работы	
7.	Порядок защиты работы	
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
8.1	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
8.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
8.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Введение

Одним из основных видов занятий по курсу дисциплины «Энергоснабжение» является выполнение контрольной работы. Предлагаемые в методическом указании задания охватывают весь основной материал курса и соответствуют утвержденной программе.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1. Цель, задачи и реализуемые компетенции дисциплины

Целью изучения дисциплины «Энергоснабжение» является знакомство энергетическим комплексом страны. Рассматриваются основные системы энергетики и структурные связи между ними.

Основными задачами изучения дисциплины являются: ознакомление с основными сведениями об электроснабжении, теплоснабжении, топливоснабжении, холодоснабжении, а также о снабжении промышленных предприятий другими видами энергии и энергоресурсов.

При выполнении контрольной работы реализуются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения	ИД-1ПК-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем	Знает структуру энергетического комплекса страны, объединение систем энергоснабжения с разветвленными внутренними и межсистемными связями. Умеет анализировать схему потоков продукции, вырабатываемой в энергетическом комплексе. Владеет навыками выполнять сбор сведений по основным потребителям всех видов энергии и энергоносителей предприятия и его энергохозяйства.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

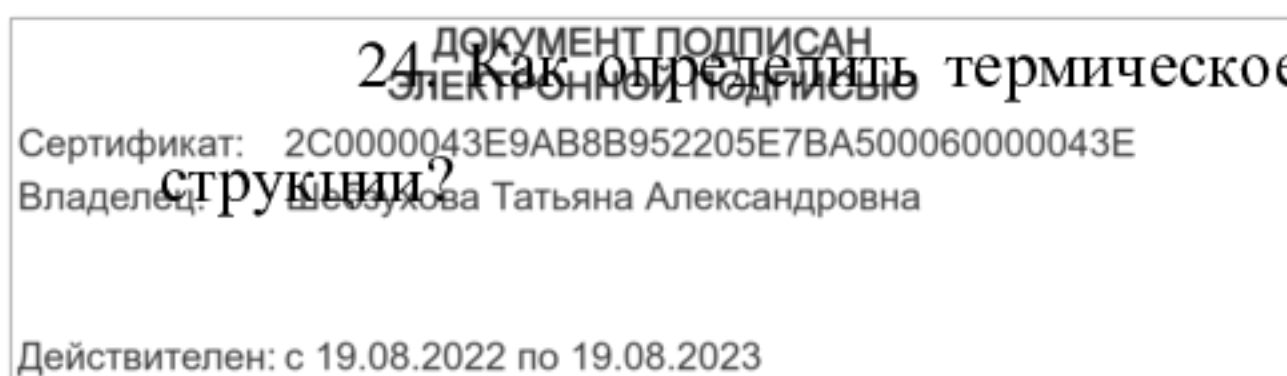
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

2. Формулировка задания и ее объем

Задание №1

Дать ответ на следующие теоретические вопросы (по варианту):

1. Что является исходными данными для расчета теплотерь помещениями?
2. Что понимают под добавочными теплотерями и как они учитываются?
3. Что такое инфильтрация воздуха?
4. Какие могут быть теплоступления в помещения и как они учитываются?
5. Назовите признаки классификации систем водяного отопления.
6. Оборудование и приборы, используемые в системах водяного отопления, и их назначение.
7. Каким образом производится воздухоудаление из системы водяного отопления?
8. Для чего предназначен расширительный бак и как он устроен?
9. Каким образом устраивается система канальной естественной вытяжной вентиляции?
10. Каковы размеры каналов в кирпичных стенах?
11. В каких помещениях жилых зданий в первую очередь предусматриваются вытяжные каналы и почему?
12. Назначение дефлекторов, вытяжных шахт, жалюзийных решеток.
13. С чего начинается проектирование электросетей?
14. Главные критерии выбора сечения кабеля.
15. Как осуществляется выбор сечения кабеля по допустимому току (нагреву)?
16. К чему приводит отклонение напряжения на зажимах электроприёмника от номинального значения?
17. От чего зависит потеря напряжения в кабелях?
18. Как осуществляется проверка кабеля по допустимой потере напряжения?
19. Что происходит с кабелем при коротких замыканиях?
20. Максимально допустимые кратковременные превышения температуры при коротких замыканиях для силовых кабелей 10 кВ.
21. Как осуществляется проверка кабеля на термическую стойкость?
22. Назовите виды передачи теплоты.
23. Какими параметрами характеризуется микроклимат помещения?
24. Как определить термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции?



25. В чем заключается физический смысл требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций?

26. Когда применяется централизованное снабжение предприятий тепловой энергией?

27. Когда применяется децентрализованное снабжение предприятий тепловой энергией?

28. Когда применяется централизованное и децентрализованное снабжение предприятий электроэнергией?

29. Виды теплового потребления.

30. Каковы методы определения расчетных и текущих значений тепловой нагрузки?

Задание №2

Выполнить расчет системы энергоснабжения многоквартирного жилого дома со встроенно-пристроенным на первом этаже магазином в соответствии с вариантом исходных данных (Таблица 1), а именно:

- Определить расчетную электрическую нагрузку здания;
- Выбрать марку и сечение кабелей питающей сети от трансформаторной подстанции;
- Выбрать типы электрических аппаратов для защиты питающей сети, вводно-распределительного устройства (ВРУ) здания и наиболее удаленной от ВРУ квартиры;
- Рассчитать уставки защит электрических аппаратов;
- Выбрать марки и определить сечения кабелей (проводов) электрической сети дома, квартиры;
- Составить электрическую схему проектируемого участка сети жилого дома;
- Рассчитать токи короткого замыкания и произвести проверку электрических аппаратов по стойкости к токам КЗ.

Принятые решения согласовать с требованиями действующих Правил устройства электроустановок. Данные по удельной расчетной нагрузке электроприемников квартир представлены в приложении. Недостающие данные принять из свода правил СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа, приложения и примера расчета.

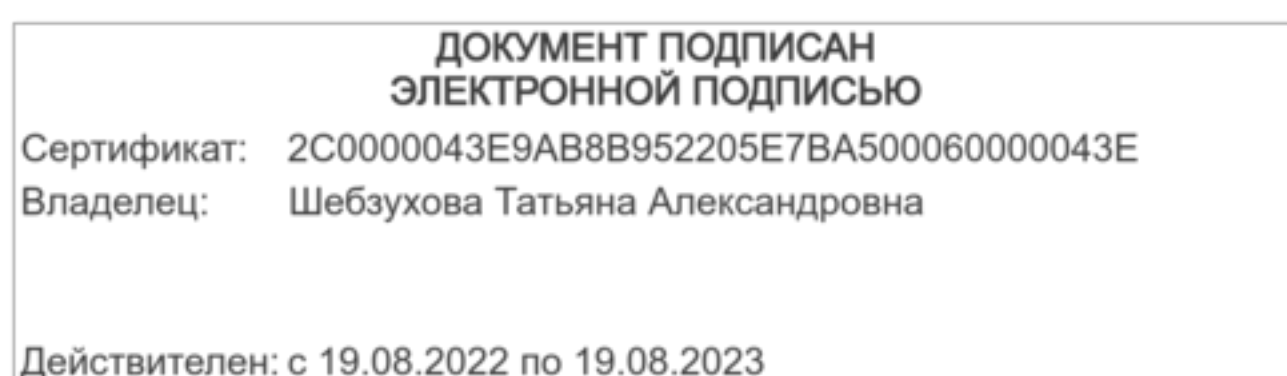


Таблица 1 – Исходные данные к задаче 2 по вариантам

Номер варианта	Количество, тип						
	Кол-во этажей	Грузоподъёмность, кг	Кол-во подъездов	Кол-во квартир	Магазин площадь торгового зала, м ²	Трансформаторная подстанция: мощность трансформаторов, кВА	Расстояние от дома до подстанции, м.
1 вариант	2	—	2	24	30	400	80
2 вариант	3	—	3	24	40	250	90
3 вариант	4	—	4	48	55	400	120
4 вариант	5	—	4	57	60	250	40
5 вариант	9	400	4	78	150	630	65
6 вариант	10	630	4	116	220	400	100
7 вариант	12	400	3	104	300	630	130
8 вариант	16	630	3	140	350	630	70
9 вариант	9	400	4	140	220	630	145
10 вариант	5	—	5	72	190	250	115
11 вариант	5	—	6	90	50	400	110
12 вариант	9	400	3	81	110	630	160
13 вариант	16	630	2	128	120	630	75
14 вариант	12	400	2	96	150	400	95
15 вариант	10	630	3	90	110	400	85
16 вариант	9	400	3	78	380	400	140
17 вариант	5	—	3	55	75	400	150
18 вариант	4	—	3	44	25	250	135
19 вариант	3	—	1	24	42	630	55
20 вариант	2	—	3	24	40	400	1105

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Задание №3
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E
Владелец: Шеблуква Татьяна Александровна
Действителен с 19.08.2022 по 19.08.2023

Обосновать возможность прямого пуска асинхронного электродвигателя вентилятора, питающегося по кабельной линии от шин низкого напряжения подстанции 10/0,4 кВ

(рисунок 1) в соответствии с вариантом исходных данных (таблица 2). Выбрать и обосновать приемлемый способ пуска, выбрать аппараты управления, разработать принципиальную электрическую схему подключения электродвигателя, выбрать типы защит электродвигателя и определить уставки этих защит. Пуск электродвигателя считать успешным при развитии относительного момента $M_{д*} \geq 0,5$.

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 3 по вариантам

Номер варианта	Количество, тип							
	Номинальная мощность, кВт	$\cos \varphi_{ном}$	$\eta_{ном} (КПД)$	Кол-во, материал жил и сечение питающего кабеля, мм ²	Длина кабельной линии, м	Номинальная мощность трансформатора, кВА	$U_k, \%$	$\Delta P_k, \text{кВт}$
1 вариант	315	0,935	0,95	Cu 2x95	95	630	5,5	8,1
2 вариант	300	0,925	0,945	Cu 2x70	95	1000	6	7,6
3 вариант	280	0,92	0,94	Cu 2x185	90	630	5,5	8,6
4 вариант	250	0,91	0,935	Cu 2x50	85	630	6	7,8
5 вариант	225	0,93	0,93	Cu 2x150	75	630	4,5	7,1
6 вариант	200	0,91	0,92	Cu 2x50	80	400	5,5	8,0
7 вариант	180	0,92	0,94	Cu 2x95	70	630	6	6
8 вариант	160	0,92	0,935	Cu 2x35	65	400	5,5	5,7
9 вариант	140	0,915	0,91	Cu 2x70	60	630	4,5	5,3
10 вариант	125	0,925	0,92	Cu 2x50	55	400	8	4,9
11 вариант	315	0,925	0,945	Cu 2x120	115	1000	5,5	8,1
12 вариант	300	0,92	0,94	Cu 2x95	110	630	6	7,6
13 вариант	280	0,93	0,91	Cu 2x70	105	630	5,5	8,6
14 вариант	250	0,92	0,93	Cu 2x150	100	630	6	7,8
15 вариант	225	0,91	0,92	Cu 2x50	120	400	4,5	7,1
16 вариант	200	0,9	0,92	Cu 2x120	125	630	5,5	8,0
17 вариант	180	0,93	0,93	Cu 2x35	130	400	6	6
18 вариант	160	0,915	0,91	Cu 2x95	135	630	5,5	5,7
19 вариант	140	0,92	0,925	Cu 2x35	140	400	4,5	5,3

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Номер варианта	Количество, тип							
	Номинальная мощность, кВт	$\cos \varphi_{ном}$	$\eta_{ном} (КПД)$	Кол-во, материал жил и сечение питающего кабеля, мм ²	Длина кабельной линии, м	Номинальная мощность трансформатора, кВА	$U_k, \%$	$\Delta P_k, кВт$
20 вариант	125	0,925	0,915	Cu 2x25	145	400	8	4,9

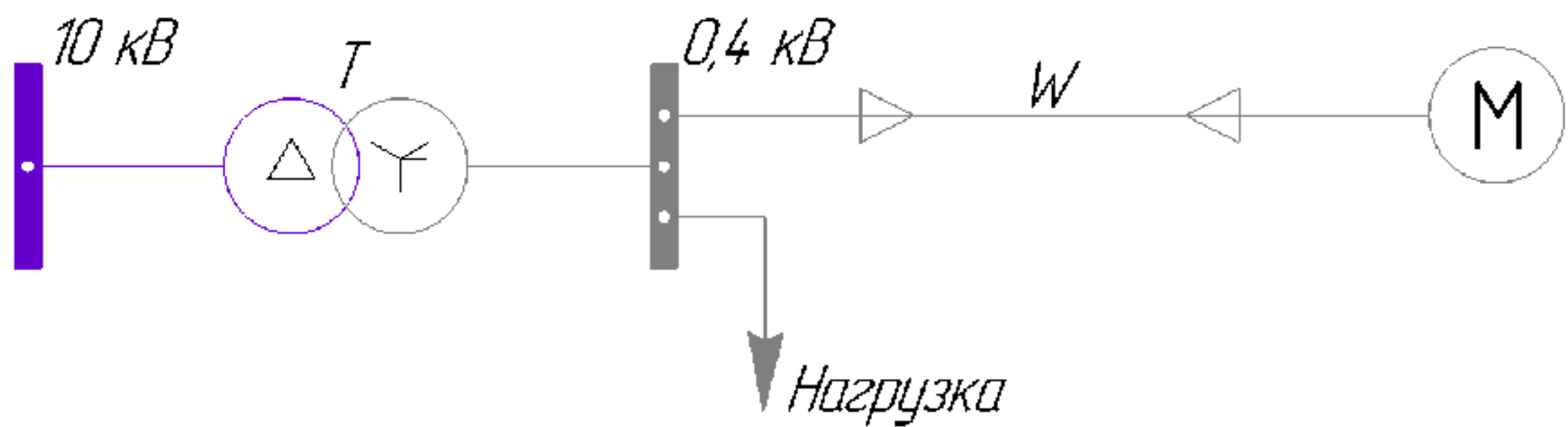


Рисунок 1 – Принципиальная схема электроснабжения асинхронного двигателя

3. Общие требования к написанию и оформлению работы

Основные требования к работе

При выполнении и оформлении контрольной по ГОСТу надо учитывать общие требования, которые предъявляются к работе:

- студент должен придерживаться заданной тематики;
- запрещено менять тему самостоятельно без обращения к преподавателю;
- при оформлении работы нужно учитывать нормы и ГОСТы;
- контрольная выполняется на основании не менее семи источников, выбранных автором;
- работа должна быть авторской, в ней должны содержаться собственные выводы студента;
- текст контрольной должен иметь объем не менее 7 листов.

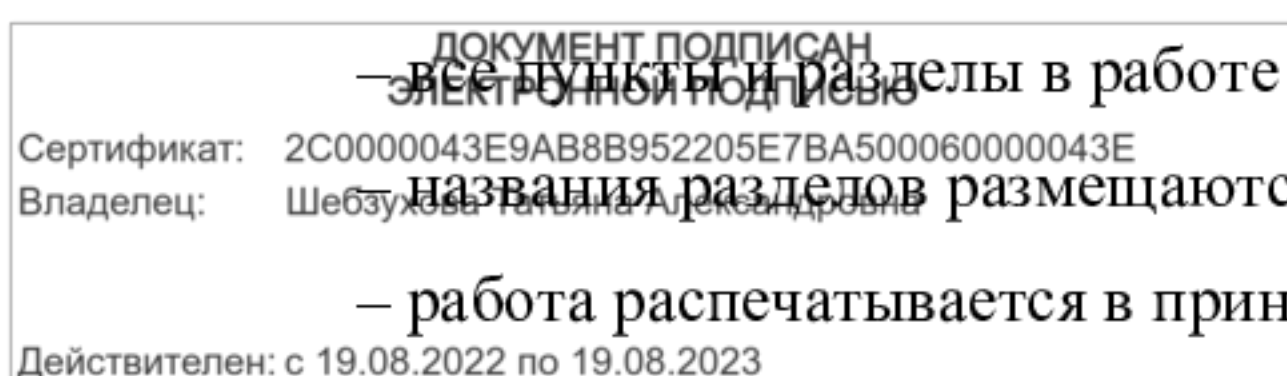
Оформление по ГОСТу текста контрольной

Когда работа выполнена, ее необходимо привести в соответствующий вид согласно ГОСТам:

- контрольную набирают в Word или другом текстовом редакторе с аналогичным функционалом;
- при наборе нужно использовать шрифт Times New Roman;
- интервал между строк — полуторный;
- размер шрифта — 14;
- текст выравнивается по ширине;
- в тексте делают красные строки с отступом в 12,5 мм;
- нижнее и верхнее поля страницы должны иметь отступ в 20 мм;
- слева отступ составляет 30 мм, справа — 15 мм;
- контрольная всегда нумеруется с первого листа, но на титульном листе номер не ставят;
- номер страницы в работе всегда выставляется в верхнем правом углу;
- заголовки работы оформляются жирным шрифтом;
- в конце заголовков точка не предусмотрена;
- заголовки набираются прописными буквами;

- все пункты и разделы в работе должны быть пронумерованы арабскими цифрами;
- названия разделов размещаются посередине строки, подразделы — с левого края;

- работа распечатывается в принтере на листах А4;



– текст должен располагаться только на одной стороне листа.

Работа имеет такую структуру:

1. Титульный лист;
2. Оглавление и введение;
3. Основной текст и расчет контрольной;
4. Заключительная часть работы;
5. Перечень использованной литературы и источников;
6. Дополнения и приложения.

Если в работе есть приложения, о них надо упоминать в оглавлении.

Ссылки нумеруются арабскими цифрами, при этом учитывают структуру работы (разделы и подразделы).

4. Рекомендации по выполнению задания

В данном разделе приведены основные положения и расчетные формулы, необходимые для решения задач в данной контрольной работе.

Указание к решению задачи №1

Дать развернутый ответ на теоретический вопрос.

Указание к решению задачи №2

Категория надежности электроснабжения – III (Определяется по таблице П1)

Определим расчетную нагрузку квартир по формуле:

$$P_{P.KB} = \rho_{уд} \cdot N_{KB} = 0,915 \cdot 87 = 79,6 \text{ кВт}$$

$$Q_{P.KB} = P_{P.KB} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 79,6 \cdot 0,29 = 23,08 \text{ кВАр}$$

где: $\rho_{уд}$ – удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир, жилых зданий, кВт/квартиру (определяется по таблице П2).

$\operatorname{tg} \varphi$ – расчетные коэффициенты реактивной мощности жилых домов (определяется по таблице П5).

Расчетная нагрузка встроенного магазина:

$$P_{P.M} = \rho_{уд} \cdot F_M = 0,25 \cdot 60 = 15 \text{ кВт}$$

$$Q_{P.M} = P_{P.M} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 15 \cdot 0,62 = 9,3 \text{ кВАр}$$

где: $\rho_{уд}$ – удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир, жилых зданий с кондиционированием воздуха, кВт/квартиру (определяется по таблице П6).

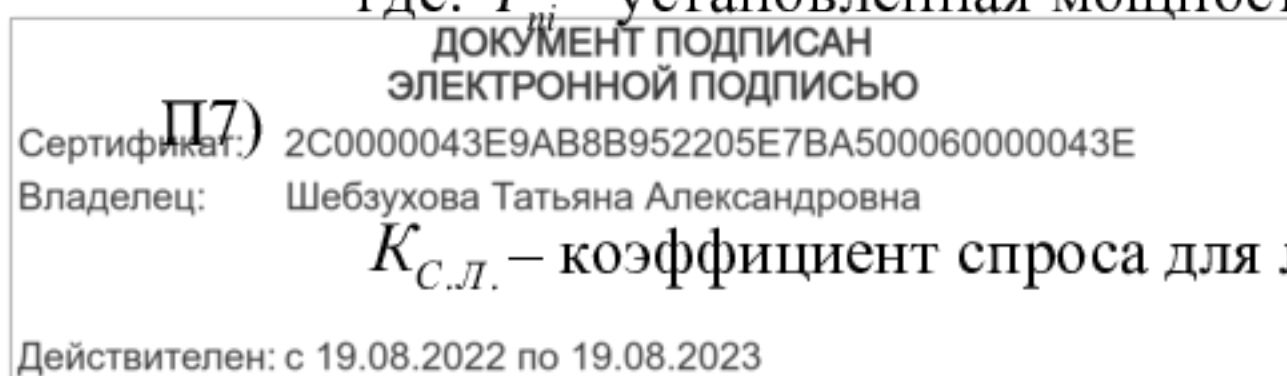
$\operatorname{tg} \varphi$ – расчетные коэффициенты реактивной мощности жилых домов с кондиционированием воздуха, (определяется по таблице П6).

Расчетная нагрузка линии питания лифтовых установок, определяется по формуле:

$$P_{P.Л} = K_{C.Л.} \cdot \sum_1^n P_{ni}$$

$$Q_{P.Л} = P_{P.Л} \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

где: P_{ni} – установленная мощность лифтовых установок (определяется по таблице



$K_{C.Л.}$ – коэффициент спроса для лифтовых установок (определяется по таблице П3)

$tg\varphi$ – расчетные коэффициенты реактивной мощности жилых домов (определяется по таблице П5).

Согласно исходным данным количество этажей в доме равно 5, то лифты отсутствуют, следовательно, расчет нагрузки линии питания лифтовых установок не производим.

Расчетной нагрузкой санитарно-технических устройств (насосы, дымоудалители и т.д.) допустимо пренебречь.

Полная расчетная нагрузка здания:

$$P_P = P_{зд.макс} + K_1 \cdot P_{зд.1} + K_2 \cdot P_{зд.2} + \dots + K_n \cdot P_n$$

где: $P_{зд.макс}$ – максимальная из нагрузок зданий, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

$P_{зд.1} \dots P_n$ – расчетные электрические нагрузки всех зданий, кроме здания с наибольшей нагрузкой $P_{зд.макс}$, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

K_1, K_2, P_n – коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок общественных зданий (помещений) и жилых домов (квартир и силовых электроприемников) в наибольшей расчетной нагрузке $P_{зд.макс}$, принимаемые по таблице П.8.

$$P_P = 79,6 + 0,8 \cdot 15 = 91,6 \text{ кВт}$$

$$Q_P = 23,8 + 0,8 \cdot 9,3 = 30,52 \text{ кВАр}$$

$$S_P = \sqrt{P_P^2 + Q_P^2} = \sqrt{91,6^2 + 30,52^2} = 96,6 \text{ кВА}$$

Расчетный ток здания:

$$I_P = \frac{S_P}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{96,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 147 \text{ А}$$

Выбор кабелей и проводов.

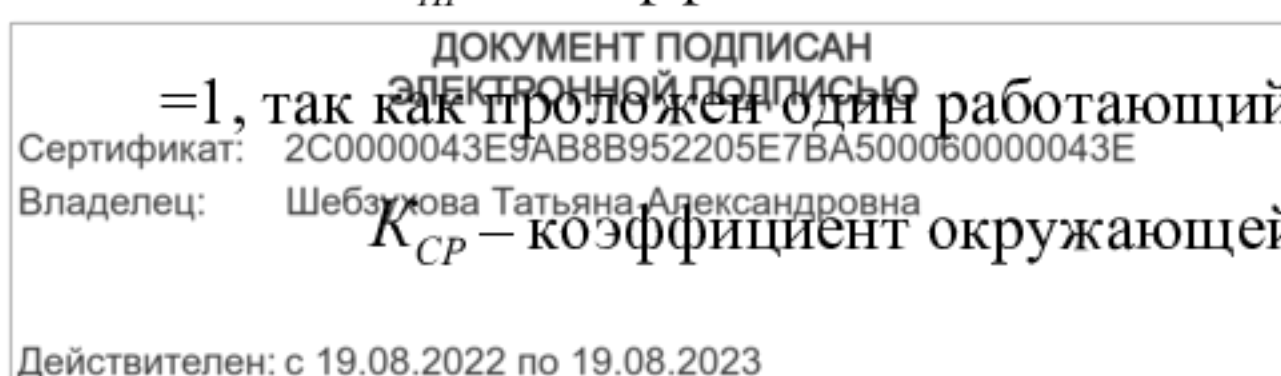
Выбираем питающий кабель марки АПвБбШв-4х95-1 по условию:

$$I_P \leq I_{доп} \cdot K_{пр} \cdot K_{ср} \cdot 0,92$$

где: $I_{доп}$ – допустимый ток для кабеля по табл. П.9, А. Поскольку часть длины кабеля от ТП до жилого дома будет положена в воздухе, то допустимый ток принимаем для прокладки в воздухе;

$K_{пр}$ – коэффициент совместной прокладки кабелей по табл. П.11 (принимаем $K_{пр} = 1$, так как проложен один работающий кабель).

$K_{ср}$ – коэффициент окружающей среды, принимаем $K_{ср} = 1$.



$$147 \text{ A} \leq 56,4 \text{ A}$$

Потеря напряжения в питающем здание кабеле W1:

$$\Delta U_{W1} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_P \cdot l \cdot (r_{y\partial} \cdot \cos \varphi + x_{y\partial} \cdot \sin \varphi) \cdot 100\%}{380}$$

где: l – длина кабеля, км;

$r_{y\partial}, x_{y\partial}$ – удельное активное и индуктивное сопротивление кабеля, Ом/км, определяемый по таблице П.12;

$\cos \varphi, \sin \varphi$ – соответствуют нагрузке кабеля;

$$\cos \varphi = \frac{P_P}{S_P} \quad \sin \varphi = \frac{Q_P}{S_P}$$

$$\Delta U_{W1} = \frac{\sqrt{3} \cdot 147 \cdot 0,110 \cdot (0,31 \cdot 0,95 + 0,06 \cdot 0,33) \cdot 100\%}{380} = 2,3 \%$$

Определим нагрузку подъезда (стояка) W2:

$$P_{P.CT} = P_{y\partial} \cdot N_{KB} = 1,8 \cdot 15 = 27 \text{ кВт}$$

$$Q_{P.CT} = P_{P.CT} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 27 \cdot 0,29 = 7,83 \text{ кВАр}$$

$$S_{P.CT} = \sqrt{P_{P.CT}^2 + Q_{P.CT}^2} = \sqrt{27^2 + 7,83^2} = 28,1 \text{ кВА}$$

$$I_{P.CT} = \frac{S_{P.CT}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{28,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 43 \text{ А}$$

Выбираем кабель стояка марки АВВГнг-LS-5х25, $I_{доп}=75 \text{ А}$:

$$43 \text{ А} \leq 75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,92 = 71,25 \text{ А}$$

Эквивалентная длина провода от средней секции (подъезда) - места установки ВРУ до последнего этажа крайнего подъезда W2 60 м. Принят расход 3 метра кабеля на 1 этаж, расстояние между подъездами – 15 м.

Потеря напряжения в проводе W2:

$$\Delta U_{W2} = \frac{\sqrt{3} \cdot 43 \cdot 0,06 \cdot (1,17 \cdot 0,96 + 0,066 \cdot 0,28) \cdot 100\%}{380} = 1,34 \%$$

Для проводки W3 на группы розеток внутри квартиры в соответствии с требованиями СП 256.1325800.2016 выбираем медный трехжильный провод марки ВВГнгLS 3х2,5 (длина провода от щитка до розетки дальней комнаты составляет 15 м).

Электрические параметры ВВГнг-LS 3х2,5:

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебурин Александр Александрович

Активное сопротивление – 7,4 Ом/км;

Индуктивное сопротивление – 0,116 Ом/км;

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Потеря напряжения в проводе этого сечения до дальней розетки составит:

$$\Delta U_{W3} = \frac{2 \cdot 16 \cdot 0,015 \cdot (7,4 \cdot 0,96 + 0,116 \cdot 0,28) \cdot 100\%}{220} = 1,56 \%$$

где: 2 – коэффициент для однофазной сети;

16 – допустимый ток для данного провода, А;

220 – фазное напряжение, В

Суммарные потери напряжения от трансформаторной подстанции до самого удаленного электроприемника составит:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{W1} + \Delta U_{W2} + \Delta U_{W3} = 2,3 + 1,34 + 1,56 = 5,2 \%$$

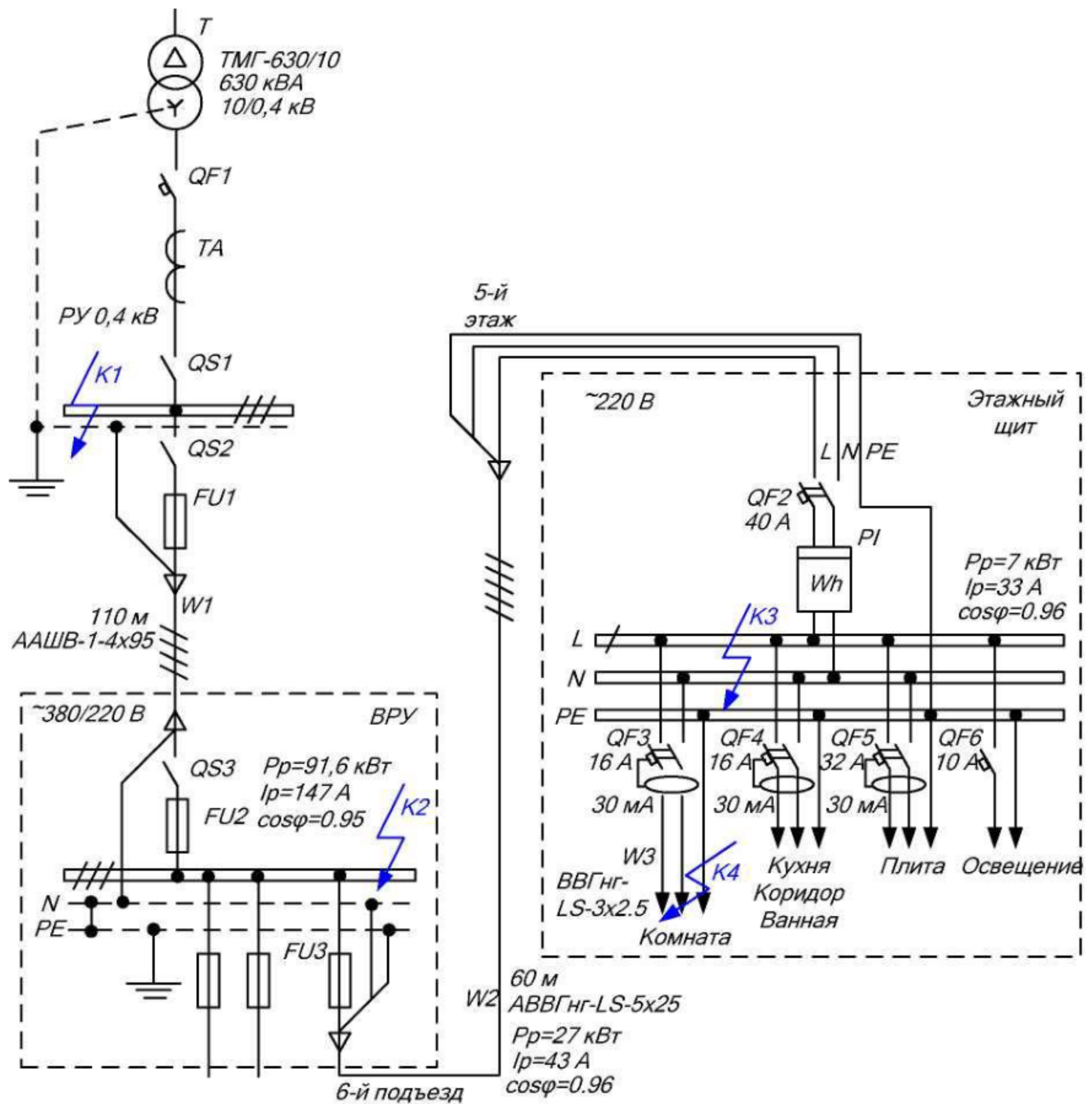


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема рассчитываемого участка сети

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

В соответствии с СП 256.1325800.2016 суммарные потери напряжения от шин 0,4 кВ ТП до наиболее удаленного осветительного прибора общего освещения в жилых и общественных зданиях не должны, как правило, превышать 7,5 %. При этом потери напряжения от ВРУ здания до наиболее удаленных светильников должны быть не более 3%, а до прочих потребителей - не более 4%. Условия выполняются, следовательно, оставляем принятые сечения проводников.

Справочные параметры силовых трансформаторов приведены в приложении (табл. П.13).

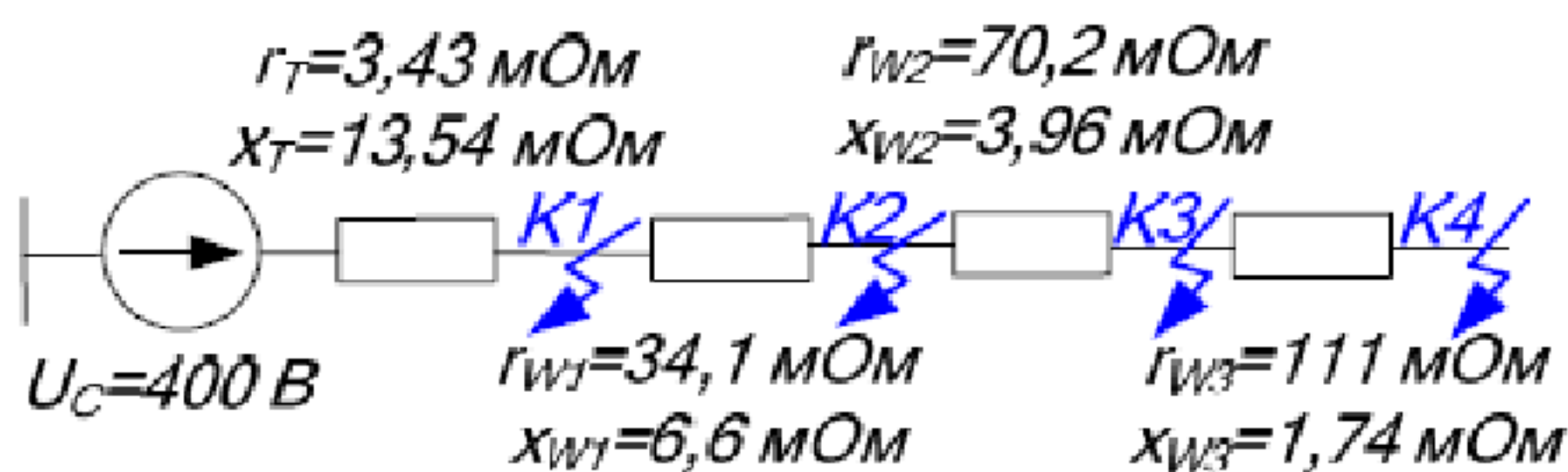


Рисунок 2 – Схема замещения для расчета токов КЗ

Активное сопротивление трансформатора ТМГ-630/10:

где: ΔP_K – паспортные потери короткого замыкания, кВт;

$U_{НОМ}^2$ – номинальное напряжение на стороне низшего напряжения, кВ;

$S_{НОМ}^2$ – номинальная мощность трансформатора, кВА.

$$r_T = 8,8 \cdot \frac{0,4^2}{0,63^2} = 3,43 \text{ МОм}$$

Индуктивное сопротивление трансформатора ТМГ-630/10:

$$x_T = \sqrt{z_T^2 - r_T^2}$$

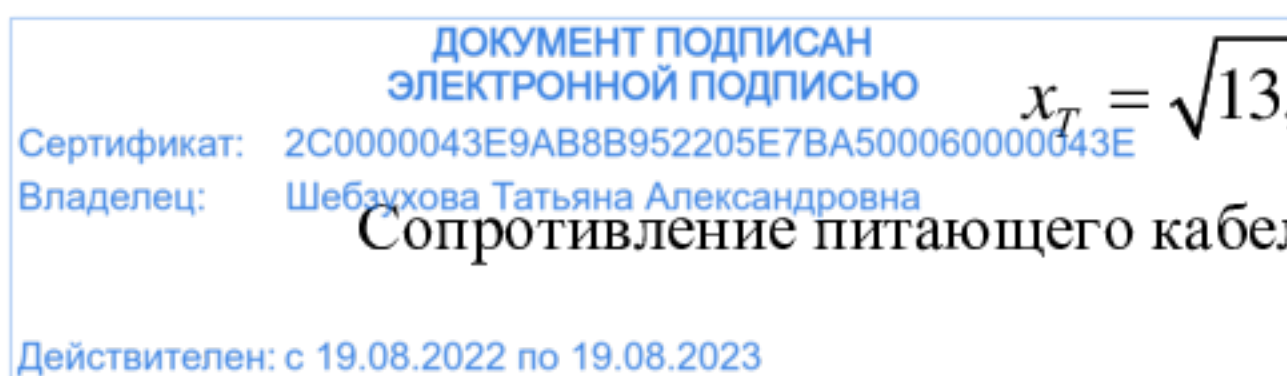
$$z_T = \frac{U_K}{100} \cdot \frac{U_{НОМ}^2}{S_{НОМ}^2}$$

где: U_K – паспортное напряжение короткого замыкания трансформатора, %.

$$z_T = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{0,4^2}{0,63} \cdot 10^3 = 13,97 \text{ МОм}$$

$$x_T = \sqrt{13,97^2 - 3,43^2} = 13,54 \text{ МОм}$$

Сопротивление питающего кабеля W1:



$$r_{W1} = r_{yD} \cdot l = 0,31 \cdot 110 = 34,1 \text{ мОм}$$

$$x_{W1} = x_{yD} \cdot l = 0,06 \cdot 110 = 6,6 \text{ мОм}$$

Сопротивление нулевой последовательности по таблице П.12:

$$r_{W1.0} = r_{yD.0} \cdot l = 0,31 \cdot 110 = 34,1 \text{ мОм}$$

$$x_{W1.0} = x_{yD.0} \cdot l = 0,0826 \cdot 110 = 9,086 \text{ мОм}$$

Сопротивление кабеля W2:

$$r_{W2} = r_{yD} \cdot l = 1,17 \cdot 60 = 70,2 \text{ мОм}$$

$$x_{W2} = x_{yD} \cdot l = 0,066 \cdot 60 = 3,96 \text{ мОм}$$

Сопротивление нулевой последовательности по таблице П.12:

$$r_{W2.0} = r_{yD.0} \cdot l = 1,17 \cdot 60 = 70,2 \text{ мОм}$$

$$x_{W2.0} = x_{yD.0} \cdot l = 0,088 \cdot 60 = 5,28 \text{ мОм}$$

Сопротивление кабеля W3:

$$r_{W3} = r_{yD} \cdot l = 7,4 \cdot 15 = 111 \text{ мОм}$$

$$x_{W3} = x_{yD} \cdot l = 0,116 \cdot 15 = 1,74 \text{ мОм}$$

Определим токи короткого замыкания для точки К1:

Максимальный трехфазный ток КЗ:

$$I_{K.MAX.K1}^{(3)} = \frac{U_C}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{r_T^2 + x_T^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3,43^2 + 13,54^2}} = 16,53 \text{ кА}$$

Сопротивление дуги в месте повреждения в соответствии с РД153-34.0-20.527-98:

$$R_D = 16 \cdot \frac{\sqrt{l_D}}{I_K^{0,85}}$$

где: l_D – длина дуги, см, в учебных расчетах допустимо принять длину дуги 5 см,

при КЗ на шинах РУ, ВРУ или щитах. При КЗ в проводе квартиры допустимо принять длину дуги 2 см.

$$R_D = 16 \cdot \frac{\sqrt{5}}{16,53^{0,85}} = 3,3 \text{ мОм}$$

Трехфазный ток КЗ, ограниченный сопротивлением дуги:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E76D5000600000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

$$I_{K.MAX.K1}^{(3)} = \frac{U_C}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(r_T + R_D)^2 + x_T^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(3,43 + 3,3)^2 + 13,54^2}} = 15,3 \text{ кА}$$

Ток двухфазного КХ в точке К1:

$$I_{K.MAX.K1}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{K.MAX.K1}^{(3)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 15,3 = 13,2 \text{ кА}$$

Сопротивление до точки К1:

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{(r_{T1} + r_{T2} + r_{T0} + 3R_{\text{д}})^2 + (x_{T1} + x_{T2} + x_{T0})^2}$$

В соответствии с СП 256.1325800.2016 для трансформаторов со схемой соединения обмоток «треугольник/звезда» допустимо принять:

$$r_{T1} = r_{T2} = r_{T0}$$

$$x_{T1} = x_{T2} = x_{T0}$$

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{(3,43 + 3,43 + 3,43 + 3 \cdot 3,3)^2 + (13,54 + 13,54 + 13,54)^2} = 45,36 \text{ мОм}$$

Ток однофазного короткого замыкания:

$$I_{K.R.K1}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{с}}}{Z_{\Sigma}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400}{45,36} = 15,27 \text{ кА}$$

Ударный ток в точке К1:

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot K_{\text{уд}} \cdot I_{K.MAX.K1}^{(3)}$$

где: $K_{\text{уд}}$ – ударный коэффициент, принимаемый:

1,1 – на шинах РУ-0,4 кВ трансформаторных подстанций;

1 – в остальных точках сети.

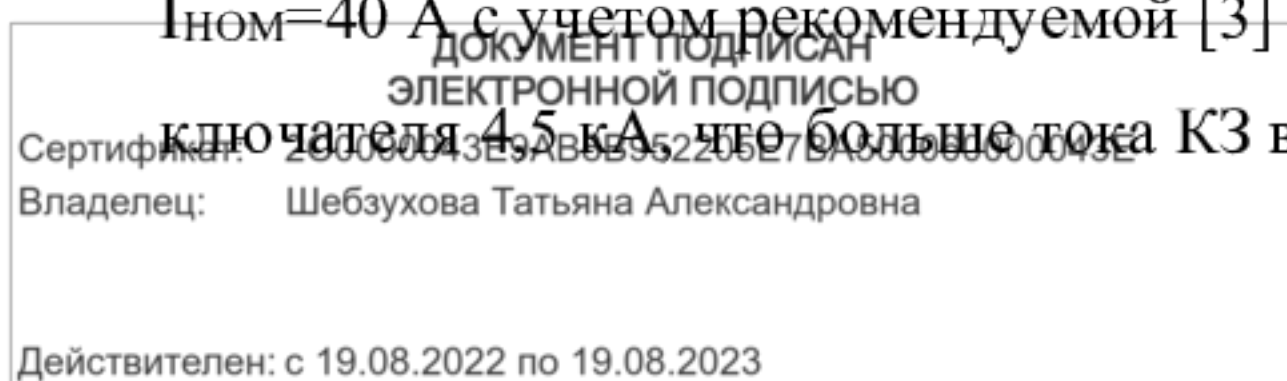
$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot 1,1 \cdot 16,53 = 25,7 \text{ кА}$$

Расчет токов КЗ в оставшихся точках производится аналогично. Например, для точки К4 сопротивление току однофазного КЗ без учета сопротивления дуги составит = 661 мОм, а с учетом дуги $Z = 683 \text{ мОм}$.

Выбор защитной аппаратуры.

Дифференциальный автоматический выключатель на группу розеток в комнате QF3 выбираем марки АД12 (производитель ИЭК), 2Р (двухполюсный), $I_{\text{ном}} = 16 \text{ А}$, максимальный ток утечки 30 мА с учетом допустимого тока провода ВВГнг-LS83х2,5 ($I_{\text{доп}} = 16 \text{ А}$). Ток отключения выключателя 4,5 кА, что больше тока КЗ в месте установки (1,98 кА).

Автоматический выключатель на вводе в квартиру QF2 выбираем марки ВА47-29, $I_{\text{ном}} = 40 \text{ А}$ с учетом рекомендуемой [3] мощности квартиры 7 кВт. Ток отключения выключателя 4,5 кА, что больше тока КЗ в месте установки выключателя (1,98 кА).



Следовательно, принятые к установке выключатели соответствуют условиям выбора.

Плавкие предохранители стояка (FU3) выбираем марки НПН2-60 с током плавкой вставки 60 А:

$$I_{ПВ} = 60 \text{ А} > I_{P.CT} = 43 \text{ А}$$

$$I_{ПО} = 10 \text{ кА} > I_K = 5,07 \text{ А}$$

Плавкие предохранители ввода в ВРУ (FU2) выбираем марки ПН2-250 с током плавкой вставки 160 А:

$$I_{ПВ} = 160 \text{ А} > I_{P.CT} = 147 \text{ А}$$

$$I_{ПО} = 10 \text{ кА} > I_K = 5,07 \text{ А}$$

Плавкие предохранители линии, питающей проектируемое здание (FU1) выбираем марки ПН2-250, а по току плавкой вставки на две ступени больше, чем (FU2), что обеспечит селективность срабатывания защит на всем участке сети: $I_{ПВ}=250 \text{ А}$.

Указание к решению задачи №3

Номинальный ток двигателя:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi \cdot \eta_H} = \frac{315}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,925 \cdot 0,945} = 548 \text{ А}$$

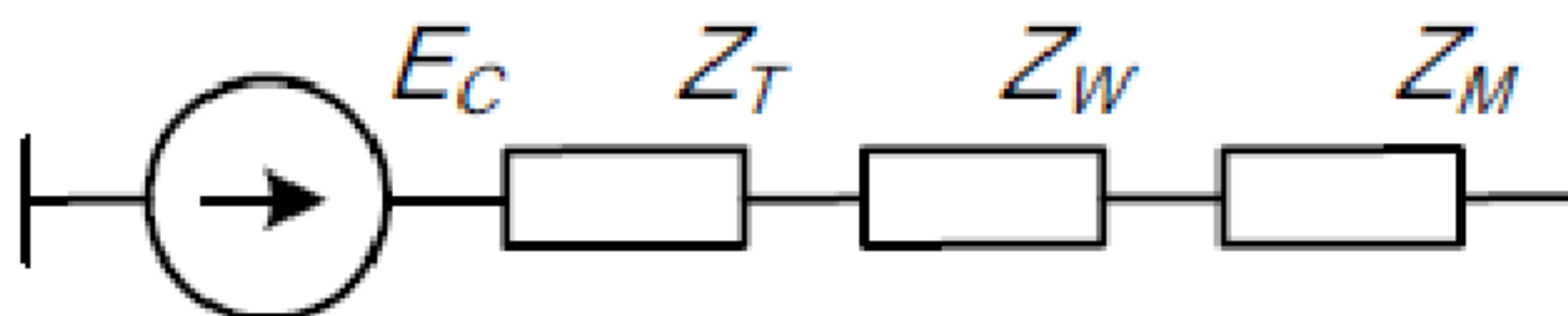


Рисунок 1 – Схема замещения

Пусковой ток двигателя

$$I_{ПУСК} = K_{П} \cdot I_H = 7 \cdot 548 = 3836 \text{ А}$$

Активное сопротивление трансформатора:

$$R_T = \Delta P_K \cdot \frac{U_{НОМ}^2}{S_{НОМ}^2} = 8100 \cdot \frac{0,4^2}{630^2} = 0,00326 \text{ Ом}$$

Индуктивное сопротивление трансформатора:

$$X_T = \frac{U_K}{100} \cdot \frac{U_{НОМ}^2}{S_{НОМ}^2} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{0,4^2}{630^2} = 0,014 \text{ Ом}$$

Сопротивление питающего кабеля:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Сопровождающий документ

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

$$R_w = r_{yD} \cdot L = 0,31 \cdot 30 = 0,0093 \text{ Ом}$$

$$X_w = x_{yD} \cdot L = 0,08 \cdot 30 = 0,0024 \text{ Ом}$$

Суммарное сопротивление до клемм электродвигателя:

$$R_{\Sigma} = R_w + R_T = 0,00326 + 0,0093 = 0,01256 \text{ Ом}$$

$$X_{\Sigma} = X_T + X_w = 0,014 + 0,0024 = 0,0164 \text{ Ом}$$

Падение напряжения на трансформаторе и в линии:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ПУСК}} \cdot (R_{\Sigma} \cdot \cos \varphi + X_{\Sigma} \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 3836 \cdot (0,01256 \cdot 0,37 + 0,0164 \cdot 0,93) = 132 \text{ В}$$

Остаточное напряжение на зажимах двигателя:

$$U_{\text{ост}} = U_{\text{НОМ}} - \Delta U = 380 - 132 = 248 \text{ В}$$

$$U_{\text{ост}} = 0,65 \cdot U_{\text{НОМ}}$$

Относительный момент, развиваемый электродвигателем при прямом пуске:

$$M_{D^*} = (U_{\text{ост}})^2 = (0,65)^2 = 0,42 < 0,5$$

Прямой пуск электродвигателя невозможен.

Рассмотрим возможность пуска электродвигателя переключением схемы соединения обмоток со звезды на треугольник. Рассчитаем падение напряжения на трансформаторе и в линии при включении электродвигателя по схеме «звезда»:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot \frac{I_{\text{ПУСК}}}{\sqrt{3}} \cdot (R_{\Sigma} \cdot \cos \varphi + X_{\Sigma} \cdot \sin \varphi)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot \frac{3836}{\sqrt{3}} \cdot (0,01256 \cdot 0,37 + 0,0164 \cdot 0,93) = 76 \text{ В}$$

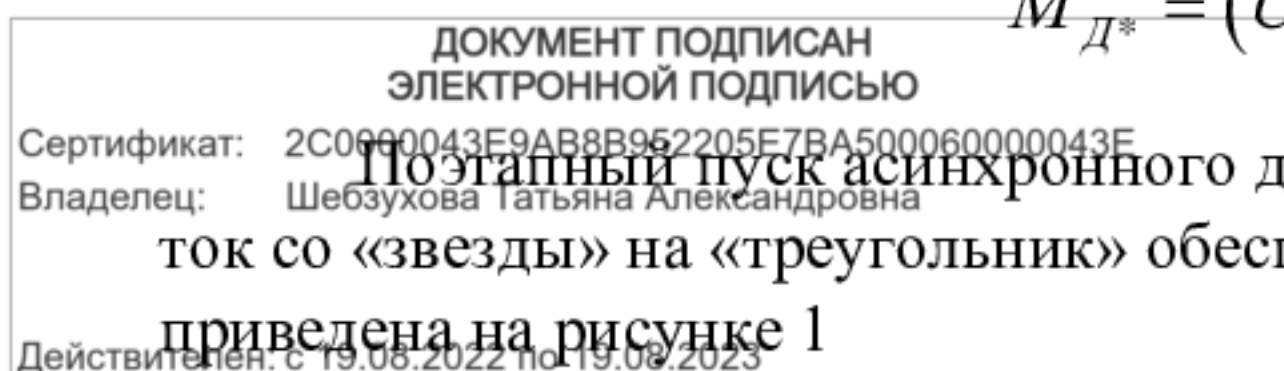
Остаточное напряжение на зажимах электродвигателя:

$$U_{\text{ост}} = U_{\text{НОМ}} - \Delta U = 380 - 76 = 304 \text{ В}$$

$$U_{\text{ост}} = 0,8 \cdot U_{\text{НОМ}}$$

Относительный момент, развиваемый электродвигателем по сравнению с моментом нагрузки на валу электродвигателя:

$$M_{D^*} = (U_{\text{ост}})^2 = (0,8)^2 = 0,64 > 0,5$$



Поэтапный пуск асинхронного двигателя переключением схемы соединения обмоток со «звезды» на «треугольник» обеспечивается. Схема подключения электродвигателя приведена на рисунке 1

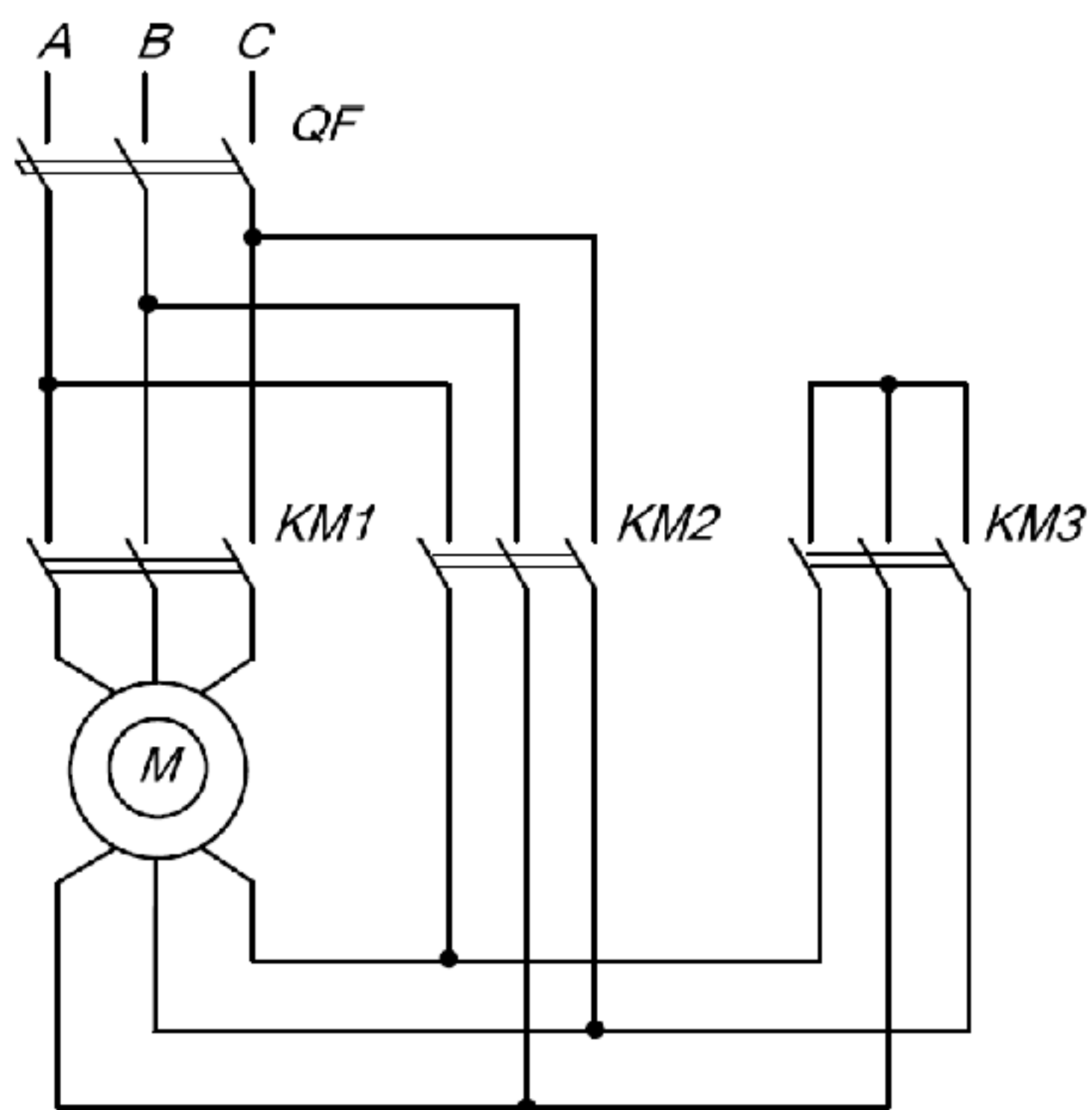


Рисунок 1 – Схема подключения электродвигателя

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

5. План-график выполнения задания

Работа над контрольной работой может быть представлена в виде выполнения следующих этапов:

№ п/п	Наименование этапа	Сроки выполнения
Очная форма обучения		
1.	Получения задания	На первом практическом занятии
2.	Первичная консультация с преподавателем	На первом практическом занятии
3.	Работа с информационными источниками	В течении семестра
4.	Написание контрольной работы	В течении семестра
5.	Предоставление контрольной работы на кафедру	В течении семестра
6.	Защита контрольной работы	На последнем практическом занятии
Заочная форма обучения		
1.	Получения задания	На первом практическом занятии
2.	Первичная консультация с преподавателем	На первом практическом занятии
3.	Работа с информационными источниками	В течении сессии
4.	Написание контрольной работы	В течении сессии
5.	Предоставление контрольной работы на кафедру	В течении сессии
6.	Защита контрольной работы	На последнем практическом занятии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

6. Критерии оценивания работы

В целях повышения качества выполняемых контрольных работ преподаватель руководствуется следующими критериями оценивания письменных работ студентов.

Оценка «зачтено (отлично)» выставляется, если студент:

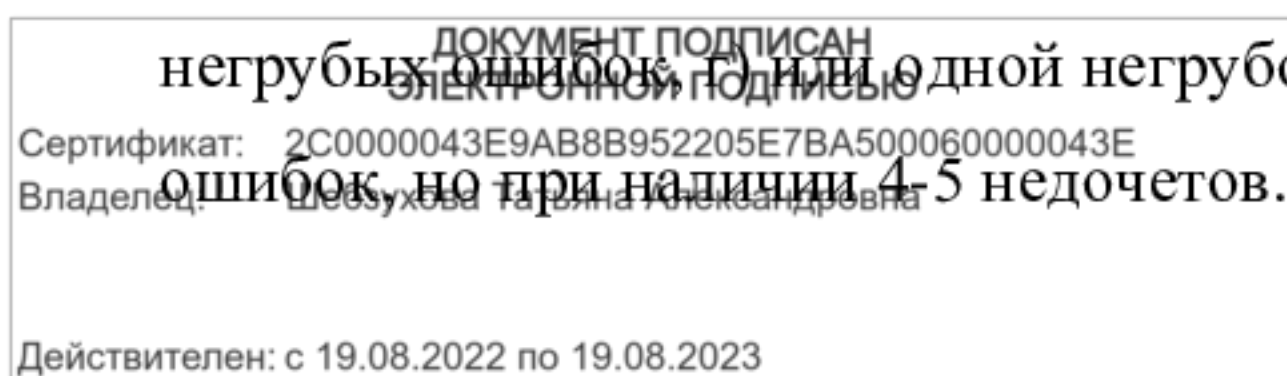
- представил контрольную работу в установленный срок и оформил ее в строгом соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную учебную и страноведческую литературу;
- при выполнении упражнений показал высокий уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, проявил творческий подход при ответе на вопросы, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие выводы;
- выполнил работу грамотно с точки зрения поставленной задачи, т.е. без ошибок и недочетов или допустил не более одного недочета.

Оценка «зачтено (хорошо)» выставляется, если студент:

- представил контрольную работу в установленный срок и оформил ее в соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную литературу;
- при выполнении упражнений показал хороший уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, практически правильно сформулировал ответы на поставленные вопросы, представил общее знание информации по проблеме;
- выполнил работу полностью, но допустил в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета б) или не более двух недочетов.

Оценка «зачтено (удовлетворительно)» выставляется, если студент:

- представил работу в установленный срок, при оформлении работы допустил незначительные отклонения от изложенных требований;
- показал достаточные знания по основным темам контрольной работы;
- использовал рекомендованную литературу;
- выполнил не менее половины работы или допустил в ней а) не более двух грубых ошибок, б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) или не более двух-трех негрубых ошибок, г) или одной негрубой ошибки и трех недочетов, д) или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.



Оценка «незачтено (неудовлетворительно)» выставляется:

– когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «зачтено (удовлетворительно)» или если правильно выполнено менее половины работы;

– если студент не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

7. Порядок защиты работы

Написанная студентом контрольная работа сдается на кафедру в срок для рецензирования. Студент защищает расчетно-графическую работу до экзамена (зачета) перед преподавателем. Без защиты КР студент к экзамену (зачету) не допускается.

Работа не допускается к защите, если она не носит самостоятельного характера, списана из литературных источников или у других авторов, если основные вопросы не раскрыты, изложены схематично, фрагментарно, в тексте содержатся ошибки, научный аппарат оформлен неправильно, текст написан небрежно.

В ходе защиты контрольной работы задача студента — показать углубленное понимание вопросов конкретной темы, хорошее владение материалом по теме.

Защита расчетно-графической работы может проходить в различных формах по усмотрению преподавателя:

- в форме индивидуальной беседы студента с руководителем по основным положениям работы;
- в форме индивидуальной защиты в присутствии всей группы студентов;
- в форме групповой защиты – одновременной защиты контрольной работы по одному направлению. В этом случае каждый следит за ходом рассуждений товарищей, дополняет, уточняет их, что, несомненно, усиливает работу мысли и способствует развитию экономического мышления.

Любая форма защиты контрольной работы учит отстаивать свою точку зрения, убедительно аргументировать ее, что способствует перерастанию знаний в убеждения.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.2 Перечень основной литературы:

1. Посашков, М. В. Энергосбережение в системах теплоснабжения : учебное пособие / М. В. Посашков, В. И. Немченко, Г. И. Титов. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-9585-0581-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91168.html>

2. Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие / А. А. Сивков, Д. Ю. Герасимов, А. С. Сайгаш. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 174 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34694.html>

8.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Чекалина, Т. В. Энергоснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / Т. В. Чекалина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-1562-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45213.html>

8.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Энергоснабжение».
2. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Энергоснабжение».
3. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Энергоснабжение».

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.univbiblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks



ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица П.1 – Категории надежности электроснабжения

Здания и сооружения	Категория электроприемников по надежности электроснабжения
Жилые дома: Противопожарные устройства (пожарные насосы, системы подпора воздуха, дымоудаления, пожарной сигнализации и оповещения о пожаре), лифты, аварийное освещение, огни светового ограждения	I
Комплекс остальных электроприемников	
жилые дома с электроплитами (кроме 1-8-квартирных домов)	II
дома 1-8-квартирные с электроплитами	III
дома св. 5 этажей с плитами на газовом и твердом топливе	II
дома до 5 этажей с плитами на газовом и твердом топливе	III
на участках садоводческих товариществ	III

Таблица П.2 – Удельная расчетная электрическая нагрузка электроприемников квартир жилых зданий, кВт/квартиру

Потребители электроэнергии	Удельная расчетная электрическая нагрузка при количестве квартир													
	1-5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
Квартиры с плитами:														
на природном газе	4.5	2.8	2.3	2	1.8	1.65	1.4	1.2	1.05	0.85	0.77	0.71	0.69	0.67
на сжиженном газе (в том числе при групповых установках и на твердом топливе)	6	3.4	2.9	2.5	2.2	2	1.8	1.4	1.3	1.08	1	0.92	0.84	0.76
электрическими мощностью 8,5 кВт	10	5.1	3.8	3.2	2.8	2.6	2.2	1.95	1.7	1.5	1.36	1.27	1.23	1.19

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA300060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Летние домики на участках садовых товариществ	4	2.3	1.7	1.4	1.2	1.1	1.9	1.76	0.69	0.61	0.58	0.54	0.51	0.46
---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------

Таблица П.3 – Коэффициенты спроса для лифтовых установок

Количество лифтовых установок	Кс.л. для домов высотой, этажей	
	До 12	12 и выше
2-3	0,8	0,9
4-5	0,7	0,8
6	0,65	0,75
10	0,5	0,6
20	0,4	0,5
25 и более	0,35	0,4

Таблица П.4 – Коэффициенты спроса для сантехнического оборудования и холодильных машин

Удельный вес установленной мощности работающего сантехнического и холодильного оборудования, включая системы кондиционирования воздуха в общей установленной мощности работающих силовых	Кс при числе электроприемников										
	2	3	5	8	10	15	20	30	50	100	200
100-85	1 (0,8)	0,9 (0,75)	0,8 (0,7)	0,75	0,7	0,65	0,65	0,6	0,55	0,55	0,5
84-75	—	—	0,75	0,7	0,65	0,6	0,6	0,6	0,55	0,55	0,5
74-50	—	—	0,7	0,65	0,65	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45
49-25	—	—	0,65	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45
24 и более	—	—	0,6	0,6	0,55	0,5	0,5	0,5	0,45	0,45	0,4

Таблица П.5 – Расчетные коэффициенты реактивной мощности жилых домов

Потребитель электроэнергии		$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$
Квартиры с электрическими плитами		0,98	0,2

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Квартиры с плитами на природном газообразном или твердом топливе	0,96	0,29
Хозяйственные насосы, вентиляционные и другие санитарнотехнические устройства	0,8	0,75
Лифты	0,65	1,17

Таблица П.6 – Удельные расчетные электрические нагрузки общественных зданий

№	Общественные здания	Единица измерения	Удельная нагрузка	Расчетные коэффициенты	
				$\cos \varphi$	$tg \varphi$
Продовольственные магазины					
1	Без кондиционирования воздуха	кВт/м ² торгового зала	0,23	0,85	0,62
2	С кондиционированием воздуха	кВт/м ² торгового зала	0,23	0,85	0,62
Промтоварные магазины					
3	Без кондиционирования воздуха	кВт/м ² торгового зала	0,14	0,85	0,62
4	С кондиционированием воздуха	кВт/м ² торгового зала	0,16	0,85	0,62

Таблица П.7 – Мощности лифтовых установок

№	Наименование производителя	Грузоподъемность, кг	Мощность Рл, кВт
1	Щербинский лифтостроительный завод	400	8,5
2		630	13
3	Могилевский завод лифтового машиностроения	400	9
4		630	11
5	Компания OTIS	400	6

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

6		1000	9
---	--	------	---

Таблица П.8 – Коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок общественных зданий и жилых домов

Наименование здания (помещения) с наибольшей расчетной электрической нагрузкой	Коэффициенты несовпадения максимумов нагрузок для			
	Жилых домов с плитами		Предприятий торговли	
	Электрическими	На твердом и газообразном топливе	Односменных	Полуторасменных, двухсменных
Жилые дома с плитами: электрическими	—	0,9	0,6	0,8
На твердом и газообразном топливе	0,9	—	0,5	0,8
Предприятия торговли (односменные и полутора-, двухсменные)	0,5	0,4	0,8	0,8

Таблица П.9 – Допустимый длительный ток для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Токи, А, для проводов и кабелей				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	на воздухе	на воздухе	в земле	на воздухе	в земле
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	28	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2600000043E9AB8B952205E7BA560000000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	—	—	—	—

Таблица П.10 – Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной, найритовой или резиновой оболочке, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Токи, А, для проводов и кабелей				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	на воздухе	на воздухе	в земле	на воздухе	в земле
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	—	—	—	—

Таблица П.11 – Поправочный коэффициент на количество работающих кабелей, лежащих рядом в земле (в трубах или без труб)

Расстояние между кабелями в свету, мм	Коэффициент при количестве кабелей					
	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблица П.12 – Активные и реактивные сопротивления кабелей

Сечение жилы, мм ²	Активное сопротивление при 20 °С, Ом/км, жилы		Индуктивное сопротивление, Ом/км, кабеля напряжением, кВ				Индуктивное сопротивление нулевой последовательности кабеля с алюминиевой жилой до 1 кВ, Ом/км
	алюминиевой	медной	1	6	10	20	
10	2,94	1,79	0,073	0,11	0,122	—	—
16	1,84	1,12	0,068	0,102	0,113	—	0,0891
25	1,17	0,72	0,066	0,091	0,099	0,135	0,088
35	0,84	0,51	0,064	0,087	0,095	0,129	0,0852
50	0,59	0,36	0,063	0,083	0,09	0,119	0,085
70	0,42	0,256	0,061	0,08	0,086	0,116	0,0826
95	0,31	0,19	0,06	0,078	0,083	0,110	0,0826
120	0,24	0,15	0,06	0,076	0,081	0,107	0,081
150	0,2	0,12	0,059	0,074	0,079	0,104	0,0816
185	0,16	0,1	0,059	0,073	0,077	0,101	0,0822
240	0,12	0,07	0,058	0,071	0,075	—	0,082

Таблица П.13 – Параметры силовых трансформаторов серии ТМГ

Тип трансформатора	Мощность S _{ном} , кВА	Номинальное напряжение U _{ном} , кВ		Потери XX ΔР _х , кВт	Потери КЗ ΔР _к , кВт	Напряжение КЗ U _к , %
		ВН	НН			
ТМГ-100/10	100	10	0,4	0,3	1,9	4,5
ТМГ-160/10	160	10	0,4	0,46	2,9	4,5
ТМГ-250/10	250	10	0,4	0,6	3,6	4,5
ТМГ-400/10	400	10	0,4	0,79	6,2	4,5
ТМГ-630/10	630	10	0,4	1,1	8,5	5,5

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

ТМГ-1000/10	1000	10	0,4	1,4	10,5	5,5
-------------	------	----	-----	-----	------	-----

Таблица П.14 – Двигатели асинхронные серии ДА30 4

Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Напряжение, кВ
ДА30 4-560-(4,6,8,10,12)У	315-2000	500-1500	6
ДА30 4С-560-8У1	630-1000	750	6
ДА30 4-560-(4,6,8,10,12)ДУ1	400-1600	500-1500	10
ДА30 4С-560-8ДУ1	630-1000	750	10
ДА30 4-560Хк-10У1	400	600	3
ДА30 4-560Ук-6У1	1000	1000	6,3
ДА30 4-560-79-6У1	1000	1000	6

Таблица П.15 – Двигатели синхронные серий СТД, СТДМ, СТД2, СТДП, ДС, ДСК, СДКП

Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Напряжение, кВ
СТД	2500-12500	3000	6/10
СТДП	1250-12500	3000	6/10
СТДМ	630-2000	3000	6/10
ТДС	20000-31500	3000	10
СТД 2	2500-5000	3000	6/10
ДСК-400-600(6М-10М)	400	600	6/10
ДСК-315-500(6М-10М)	315	500	6/10
ДСК-710-600-6М	710	600	6
ДСК-630-500(6М-10М)	630	500	6/10
ДСК-173-16-16А	315	375	6
ДС 16-(24,29,44)-10	400-800	600	6/10
ДС 16-(24,36)-12	315-500	500	6/10
ДС 16-29-14	320	500	6
ДС 17-29-14	630	500	6
ДС 17-26-12	630	600	6
ДС 17-26-16	500	375	6
СДКП2-16-(24, 29, 36)-12К	315-500	500	6/10
СДКП2-16-29-10К	500	600	6
СДКП2-16-36-14КТ2	400	500	6
СДКП2-17-(26, 31)-12	630-800	500	6/10

Документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание

Введение

- 1 Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Энергоснабжение»
- 2 План-график выполнения самостоятельной работы
- 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним
- 4 Методические рекомендации по изучению теоретического материала
- 5 Методические указания по подготовке к контрольной работе
- 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Энергоснабжение»

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

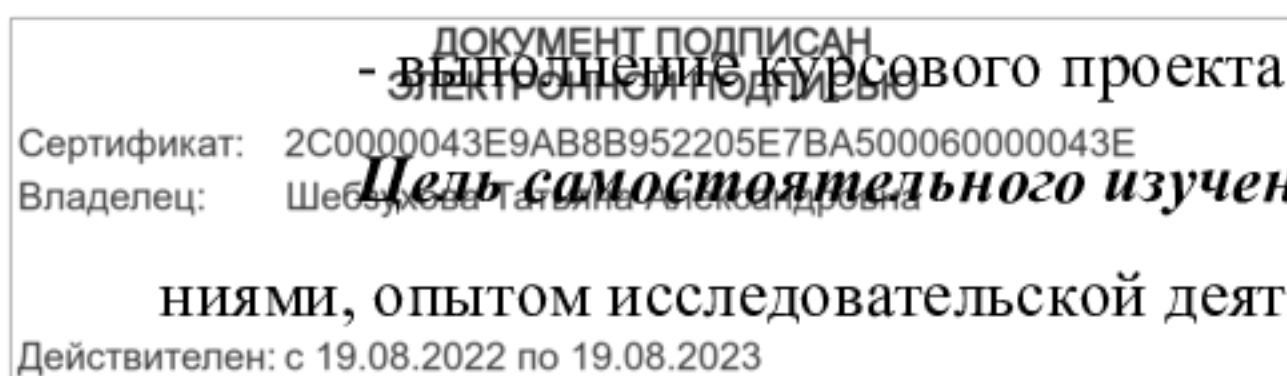
Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. В соответствии с рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студента:

- самостоятельное изучение литературы;
- самостоятельное решение задач;

- выполнение курсового проекта.

Цель самостоятельного изучения литературы – самостоятельное овладение знаниями, опытом исследовательской деятельности.



Задачами самостоятельного изучения литературы являются:

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов.

Цель самостоятельного решения задач - овладение профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю будущей деятельности.

Задачами самостоятельного решения задач являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Целью самостоятельного выполнения расчетно-графической работы по дисциплине является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Задачами данного вида самостоятельной работы студента являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовой работы.

В результате освоения дисциплины формируются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения	ИД-1 _{ПК-1} Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем электроснабжения	Знает структуру энергетического комплекса страны, объединение систем энергоснабжения с разветвленными внутренними и межсистемными связями. Умеет анализировать схему потоков продукции, вырабатываемой в энергетическом комплексе. Владеет навыками выполнять сбор сведений по основным потребителям всех видов энергии и энергоносителей предприятия и его энергохозяйства.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
Очная форма обучения					
3 семестр					
ПК-1 ИД-1 _{ПК-1}	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-18	Собеседование	22,59	2,51	25,1
	Подготовка к лекциям	Собеседование	2,43	0,27	2,7
	Подготовка к практическим занятиям	Собеседование	2,43	0,27	2,7
	Выполнение контрольной работы	Собеседование	9	1	10
Итого за 3 семестр:			36,45	4,05	40,5
Итого:			36,45	4,05	40,5
Заочная форма обучения					
4 семестр					
ПК-1 ИД-1 _{ПК-1}	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-18	Собеседование	56,205	6,245	62,45
	Подготовка к лекциям	Собеседование	0,405	0,045	0,45
	Подготовка к практическим занятиям	Собеседование	0,54	0,06	0,6
	Выполнение контрольной работы	Собеседование	9	1	10
Итого за 4 семестр:			66,15	7,35	73,5
Итого:			66,15	7,35	73,5

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Контрольные точки и виды отчетности по ним

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
3 семестр			
1.	Практическое занятие № 2	6 неделя	25
2.	Практическое занятие № 4	10 неделя	15
3.	Практическое занятие № 6	16 неделя	15
	Итого за 3 семестр		55
	Итого		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Рейтинговая система успеваемости студентов не предусмотрена для заочной формы обучения.

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента начинается с внимательного ознакомления с содержанием учебного курса.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Вопросы темы как бы накладываются на соответствующую главу избранного учебника или учебного пособия. В итоге должно быть ясным, какие вопросы темы учебного курса и с какой глубиной раскрыты в конкретном учебном материале, а какие вообще опущены. Требуется творческое отношение и к самому содержанию дисциплины.

Вопросы, составляющие ее содержание, обладают разной степенью важности. Есть вопросы, выполняющие функцию логической связки содержания темы и всего курса, имеются вопросы описательного или разъяснительного характера, а также исторического экскурса в область изучаемой дисциплины. Все эти вопросы не составляют сути понятийного, концептуального содержания темы, но необходимы для целостного восприятия изучаемых проблем.

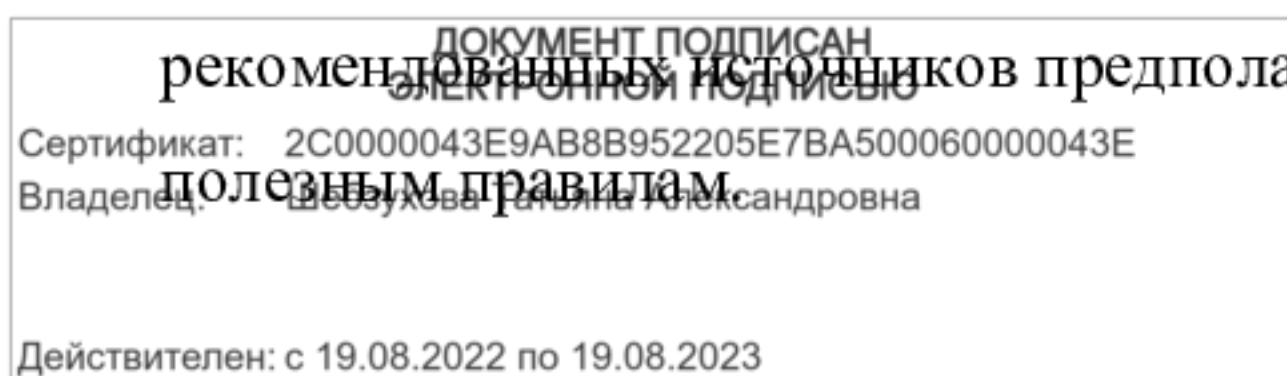
Изучаемая дисциплина имеет свой категориально-понятийный аппарат. Научные понятия — это та база, на которой строится каждая наука. Понятия — узловые, опорные пункты как научного, так и учебного познания, логические ступени движения в учебе от простого к сложному, от явления к сущности. Без ясного понимания понятий учеба крайне затрудняется, а содержание приобретенных знаний становится тусклым, расплывчатым.

Студент должен понимать, что самостоятельное овладение знаниями является главным, определяющим. Высшая школа создает для этого необходимые условия, помогает будущему высококвалифицированному специалисту овладеть технологией самостоятельного производства знаний.

В самостоятельной работе студентам приходится использовать литературу различных видов: первоисточники, монографии, научные сборники, хрестоматии, учебники, учебные пособия, журналы и др. Изучение курса предполагает знакомство студентов с большим объемом научной и учебной литературы, что, в свою очередь, порождает необходимость выработки у них рационально-критического подхода к изучаемым источникам.

Чтобы не «утонуть» в огромном объеме рекомендованных ему для изучения источников, студент, прежде всего, должен научиться правильно их читать. Правильное чтение

рекомендованных источников предполагает следование нескольким несложным, но весьма полезным правилам.



Предварительный просмотр книги включает ознакомление с титульным листом книги, аннотацией, предисловием, оглавлением. При ознакомлении с оглавлением необходимо выделить разделы, главы, параграфы, представляющие для вас интерес, бегло их просмотреть, найти места, относящиеся к теме (абзацы, страницы, параграфы), и познакомиться с ними в общих чертах.

Научные издания сопровождаются различными вспомогательными материалами — научным аппаратом, поэтому важно знать, из каких основных элементов он состоит, каковы его функции.

Знакомство с книгой лучше всего начинать с изучения аннотации — краткой характеристики книги, раскрывающей ее содержание, идейную, тематическую и жанровую направленность, сведения об авторе, назначение и другие особенности. Аннотация помогает составить предварительное мнение о книге.

Глубже понять содержание книги позволяют вступительная статья, в которой дается оценка содержания книги, затрагиваемой в ней проблематики, содержится информация о жизненной и творческой биографии автора, высказываются полемические замечания, разъясняются отдельные положения книги, даются комментарии и т.д. Вот почему знакомство с вступительной статьей представляется очень важным: оно помогает студенту сориентироваться в тексте работы, обратить внимание на ее наиболее ценные и важные разделы.

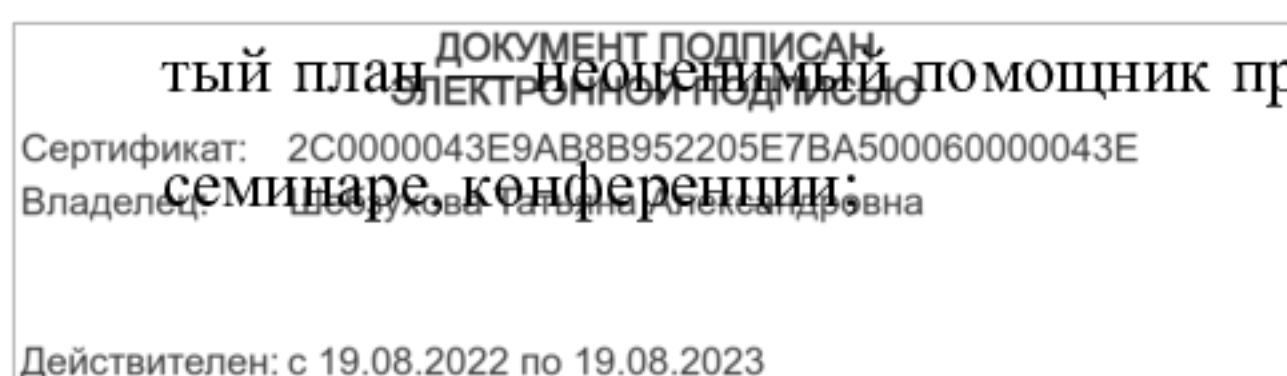
Той же цели содействует знакомство с оглавлением, предисловием, послесловием. Весьма полезными элементами научного аппарата являются сноски, комментарии, таблицы, графики, списки литературы. Они не только иллюстрируют отдельные положения книги или статьи, но и сами по себе являются дополнительным источником информации для читателя.

Если читателя заинтересовала какая-то высказанная автором мысль, не нашедшая подробного освещения в данном источнике, он может обратиться к тексту источника, упоминаемого в сноске, либо к источнику, который он может найти в списке литературы, рекомендованной автором для самостоятельного изучения.

Существует несколько форм ведения записей:

— план (простой и развернутый) — наиболее краткая форма записи прочитанного, представляющая собой перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. Развернутый план представляет собой более подробную запись прочитанного, с детализацией отдельных положений и выводов, с выпиской цитат, статистических данных и т.д. Разверну-

тый план — необходимый помощник при выступлении с докладом на конкретную тему на семинаре, конференции.



— тезисы — кратко сформулированные положения, основные положения книги, статьи. Как правило, тезисы составляются после предварительного знакомства с текстом источника, при его повторном прочтении. Они помогают запомнить и систематизировать информацию.

Составление конспектов

Большую роль в усвоении и повторении пройденного материала играет хороший конспект, содержащий основные идеи прочитанного в учебнике и услышанного в лекции. Конспект — это, по существу, набросок, развернутый план связного рассказа по основным вопросам темы.

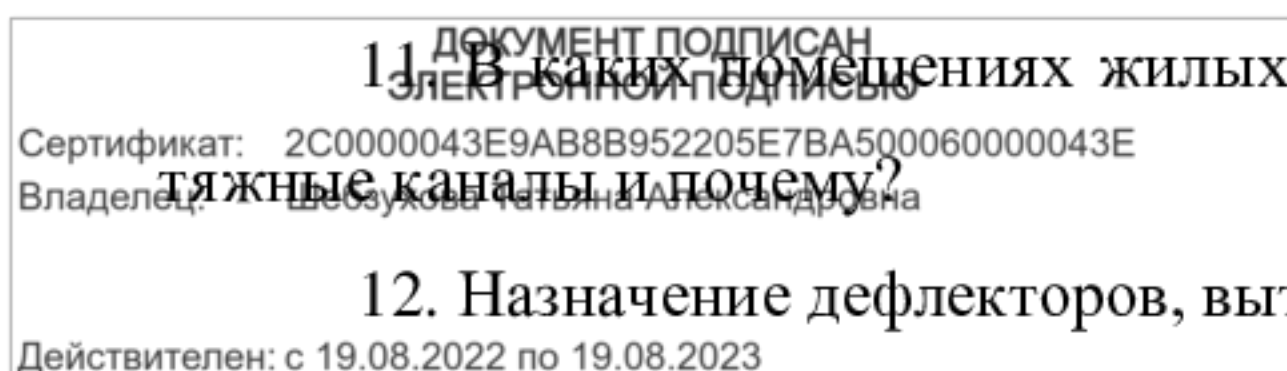
В какой-то мере конспект рассчитан (в зависимости от индивидуальных особенностей студента) не только на интеллектуальную и эмоциональную, но и на зрительную память, причем текст конспекта нередко ассоциируется еще и с текстом учебника или записью лекции. Поэтому легче запоминается содержание конспектов, написанных разборчиво, с подчеркиванием или выделением разрядкой ключевых слов и фраз.

Самостоятельно изученные темы предоставляются преподавателю в форме конспекта, по которому происходит собеседование. Теоретические темы курса (отдельные вопросы), выносимые на самостоятельное изучение, представлены ниже.

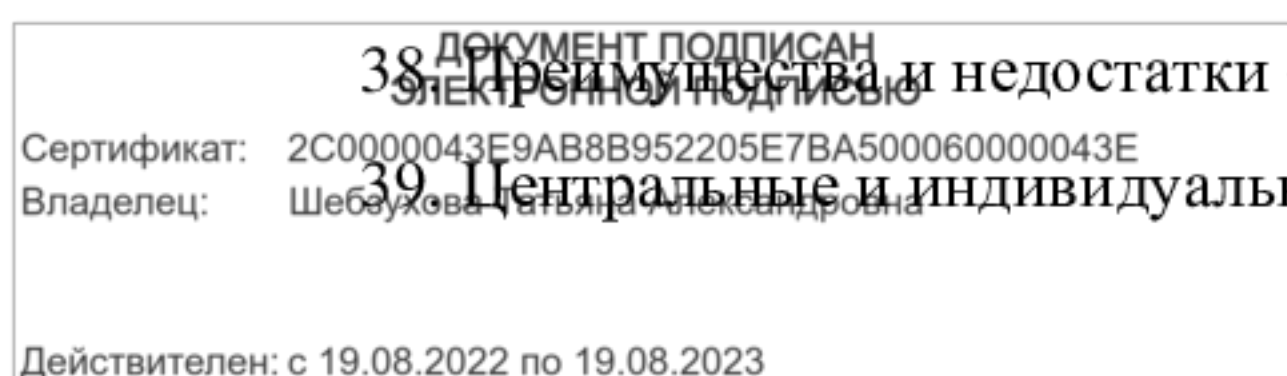
Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Вопросы для собеседования

1. Что является исходными данными для расчета теплотерь помещений?
2. Что понимают под добавочными теплотерями и как они учитываются?
3. Что такое инфильтрация воздуха?
4. Какие могут быть теплоступления в помещения и как они учитываются?
5. Назовите признаки классификации систем водяного отопления.
6. Оборудование и приборы, используемые в системах водяного отопления, и их назначение.
7. Каким образом производится воздухоудаление из системы водяного отопления?
8. Для чего предназначен расширительный бак и как он устроен?
9. Каким образом устраивается система канальной естественной вытяжной вентиляции?
10. Каковы размеры каналов в кирпичных стенах?
11. В каких помещениях жилых зданий в первую очередь предусматриваются вытяжные каналы и почему?
12. Назначение дефлекторов, вытяжных шахт, жалюзийных решеток.



13. С чего начинается проектирование электросетей?
14. Главные критерии выбора сечения кабеля.
15. Как осуществляется выбор сечения кабеля по допустимому току (нагреву)?
16. К чему приводит отклонение напряжения на зажимах электроприёмника от номинального значения?
17. От чего зависит потеря напряжения в кабелях?
18. Как осуществляется проверка кабеля по допустимой потере напряжения?
19. Что происходит с кабелем при коротких замыканиях?
20. Максимально допустимые кратковременные превышения температуры при коротких замыканиях для силовых кабелей 10 кВ.
21. Как осуществляется проверка кабеля на термическую стойкость?
22. Назовите виды передачи теплоты.
23. Какими параметрами характеризуется микроклимат помещения?
24. Как определить термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции?
25. В чем заключается физический смысл требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций?
26. Когда применяется централизованное снабжение предприятий тепловой энергией?
27. Когда применяется децентрализованное снабжение предприятий тепловой энергией?
28. Когда применяется централизованное и децентрализованное снабжение предприятий электроэнергией?
29. Виды теплового потребления.
30. Каковы методы определения расчетных и текущих значений тепловой нагрузки?
31. Источники электроснабжения промышленных предприятий.
32. Источники теплоснабжения промышленных предприятий.
33. Чем характеризуется график электрических нагрузок?
34. Что такое расчетные и пиковые нагрузки?
35. Что такое базовые и пиковые нагрузки в системах теплоснабжения городов?
36. Что такое часовой и годовой коэффициенты теплофикации?
37. Достоинства паровых и водяных систем теплоснабжения.
38. Преимущества и недостатки открытых и закрытых систем теплоснабжения.
39. Центральные и индивидуальные тепловые пункты.



40. В чем преимущества и каковы недостатки наземных и подземных методов прокладки тепловых сетей?

41. Схемы присоединения однородной и комбинированной нагрузки к тепловым сетям.

42. Центральные и индивидуальные тепловые пункты.

43. Основные причины повреждаемости тепловых сетей.

44. Регулирование тепловой нагрузки: групповое, местное и индивидуальное.

45. Гидравлические режимы водяных систем теплоснабжения.

46. Тепловые потери в теплосетях надземной прокладки.

47. Тепловые потери в теплосетях подземной прокладки.

48. Методы уменьшения потерь тепловой энергии.

49. Парокомпрессионные холодильные установки.

50. Пароэжекторные холодильные установки.

51. Адсорбционные холодильные установки.

52. Хладоагенты и хладоносители.

53. Системы кондиционирования воздуха.

54. Режимы работы систем кондиционирования воздуха в теплое время года.

55. Режимы работы систем кондиционирования воздуха в холодное время года.

56. Какие устройства называются теплообменными аппаратами?

57. Дайте определение рекуперативного и смешивающего теплообменников.

58. Укажите достоинства и недостатки спиральных и пластинчатых теплообменников.

59. Для чего применяют ребристые теплообменники?

60. Как классифицируются котельные агрегаты и каково их назначение?

61. Какие существуют виды пароперегревателей и способы регулирования температуры перегретого пара?

62. Какие виды водяных экономайзеров и воздухонагревателей используются в котлах?

63. Как осуществляется подача воздуха и удаление дымовых газов в котельных агрегатах?

64. Какие виды дымососов применяются в котельных агрегатах?

65. Что такое тепловой баланс котла? Перечислите потери теплоты в котле и укажите

их причины.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебухова Татьяна Александровна
66. Как определить КПД котельного агрегата?	
67. Каков принцип действия динамических и объемных нагнетателей?	
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

68. Чем определяются потери энергии в центральной машине и каково их влияние на КПД?
69. В чем заключается принцип работы многоступенчатой центробежной машины?
70. Какие существуют способы регулирования подачи центробежных нагнетателей?
71. Что такое параллельное и последовательное соединение нагнетателей?
72. Какие способы регулирования подачи центробежных насосов существуют на практике?
73. Что такое кавитация и допустимая высота всасывания насосов?
74. Назовите основные показатели и характеристики центральных вентиляторов.
75. Какие существуют основные способы регулирования производительности вентиляторов?
76. Какова основная конструктивная схема центробежного компрессора?
77. Как регулируется производительность центробежной! компрессора?
78. Какова основная характеристика поршневого компрессора? Основной способ регулирования подачи.
79. Как определить мощность и КПД поршневого компрессора?
80. Каковы виды многоступенчатых компрессоров?

Методические указания по подготовке к контрольной работе

Контрольная работа – это самостоятельная письменная работа студента, которая должна показать не только его владение теоретическим материалом, но и продемонстрировать практические умения проводить расчеты.

Цели выполнения контрольной работы заключаются:

- закрепить и систематизировать теоретические знания и практические навыки студента;
- научить работать с литературой – изучать, анализировать информацию из научных источников;

При выполнении контрольной работы реализуются следующие компетенции:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения	ИД-1ПК-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования систем электроснабжения	Знает структуру энергетического комплекса страны, объединение систем энергоснабжения с разветвленными внутренними и межсистемными связями. Умеет анализировать схему потоков продукции, вырабатываемой в энергетическом комплексе. Владеет навыками выполнять сбор сведений по основным потребителям всех видов энергии и энергоносителей предприятия и его энергохозяйства.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы:

1. Посашков, М. В. Энергосбережение в системах теплоснабжения : учебное пособие / М. В. Посашков, В. И. Немченко, Г. И. Титов. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-9585-0581-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91168.html>

2. Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие / А. А. Сивков, Д. Ю. Герасимов, А. С. Сайгаш. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 174 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34694.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. Чекалина, Т. В. Энергоснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / Т. В. Чекалина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-1562-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45213.html>

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Энергоснабжение».
2. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Энергоснабжение».
3. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Энергоснабжение».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

