

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Александрович

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 05.06.2026 09:53:28

Уникальный программный ключ:

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b0b0aa62

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

Пятигорск 2026 г.

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 – 2 часа; Практическое занятие № 6. Электроснабжение. Проверка выбранного сечения кабеля по допустимой потере напряжения – 2 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.	2	
2	Практическое занятие № 2. Источники тепловой энергии – котельные. Конструирование системы отопления здания. Приобрести навыки конструирования систем водяного отопления жилых зданий.	2	
3	Практическое занятие № 3. Потребители тепловой энергии. Тепловой расчет системы отопления. Приобрести навыки теплового расчета систем водяного отопления жилых зданий, подбора	4	

	необходимых к установке отопительных приборов.		
4	Практическое занятие № 4. Системы непосредственного охлаждения. Конструирование систем вентиляции. Приобрести навыки проектирования системы естественной вытяжной вентиляции.	4	
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).	2	
6	Практическое занятие № 6. Электроснабжение. Проверка выбранного сечения кабеля по допустимой потере напряжения. Научиться проверять выбранное сечение кабеля линии электропередач по допустимой потере напряжения.	2	
7	Практическое занятие №7. Системы электроснабжения. Качество электрической энергии. Проверка сечения кабеля по термической стойкости. Научиться проверять выбранный кабель линии электропередач по термической стойкости.	2	
	Итого за 3 семестр:	18	
	Итого:	18	

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

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

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.

Сопrotивление 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

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

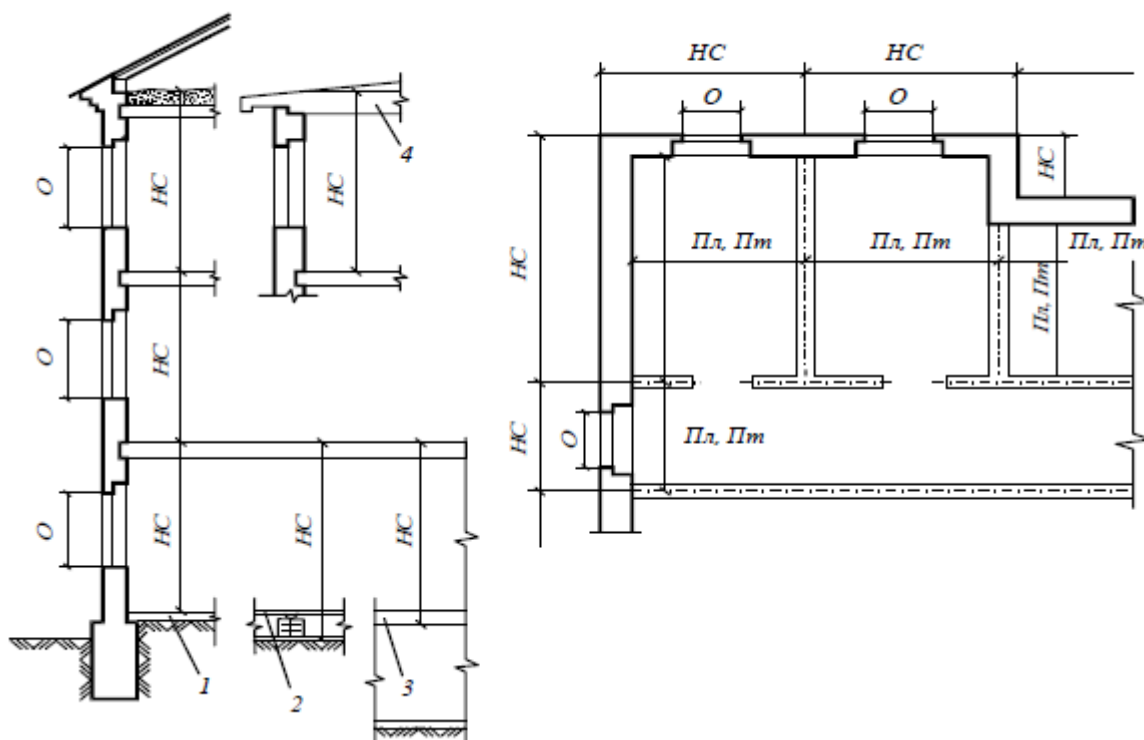


Рисунок 1.1 – Правила обмера ограждений в плане и по высоте здания

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

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

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 слой – 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 теплоступления 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 подводки 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 магистралах 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.

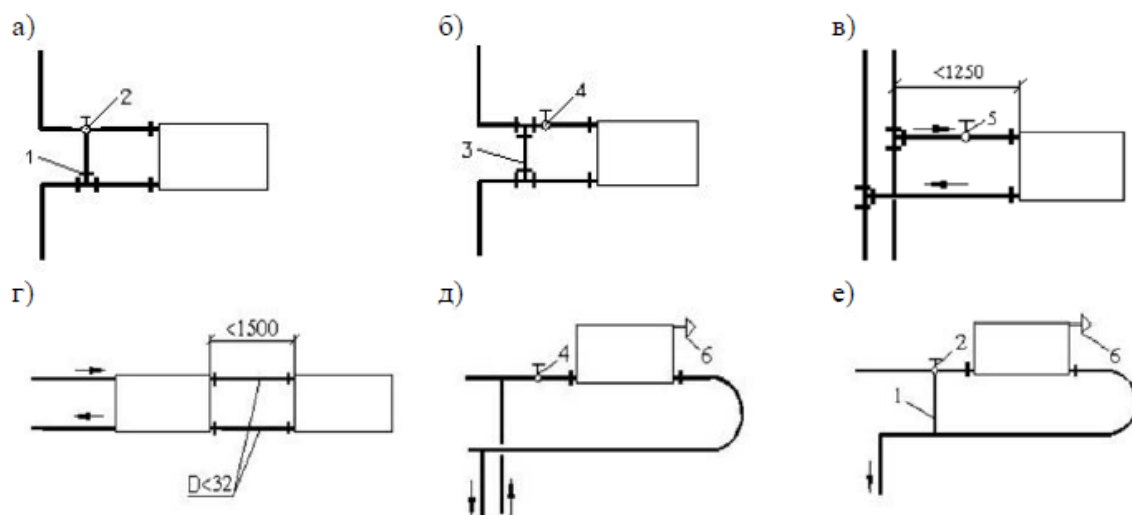


Рисунок 2.1 – Присоединение теплопроводов к отопительным приборам вертикальных систем отопления

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

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, °C;

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

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 II.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 однотрубной 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 подводки к приборам диаметром 20 мм – равной 1,2 м, длину замыкающего участка подводки диаметром 15 мм – равной 0,5 м (теплопроводы стальные).

Задание №2

Определить количество секций чугунного радиатора 2К60П для двухтрубной 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 подводки к приборам диаметром 15 мм – равной 1,4 м.

Задание №3

Определить марку стального панельного радиатора ЛК-11 для однотрубной 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 подводки к приборам диаметром 20 мм – равной 1,1 м, длину замыкающего участка подводки 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 410 мм. В наружных 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.

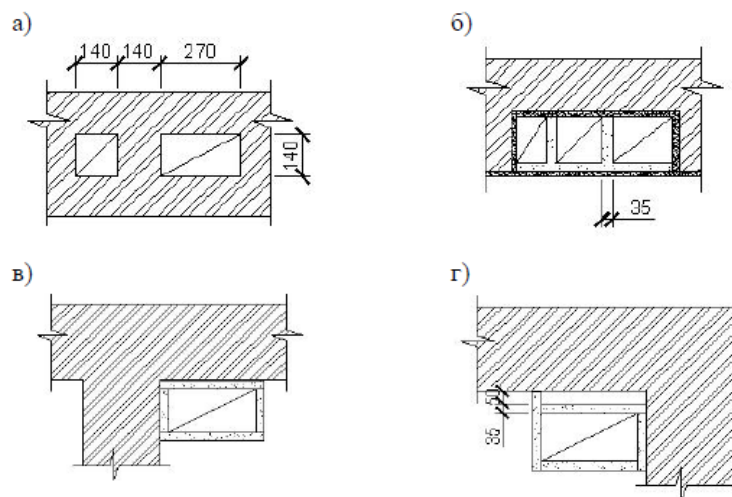


Рисунок 4.1 – Конструкция вентиляционных каналов

Задания:

Задание №1

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

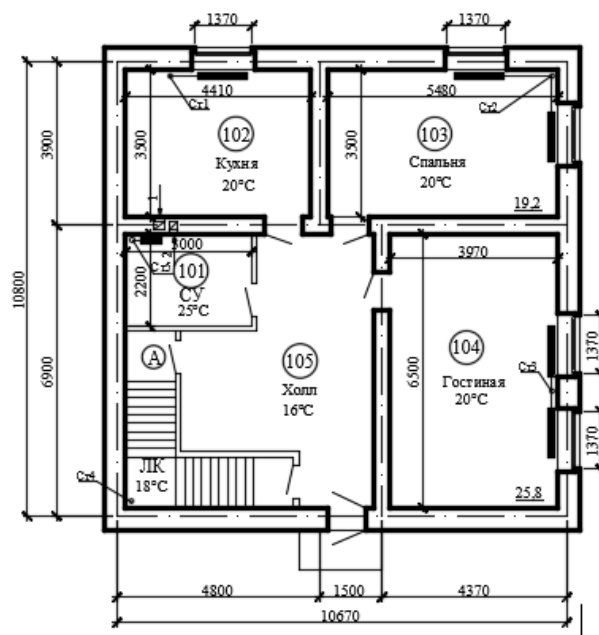


Рисунок 7.2 – План первого этажа двухэтажного жилого дома

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?
- 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

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

где K_T - поправочный температурный коэффициент, вводимый, если температура земли отличается от +15 0С, а воздуха - +25 0С (ПУЭ, издание 7, таблица 1.3.3);

K_{Π} - 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

$$S_p = \sum_{n=1}^n S_{нn},$$

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

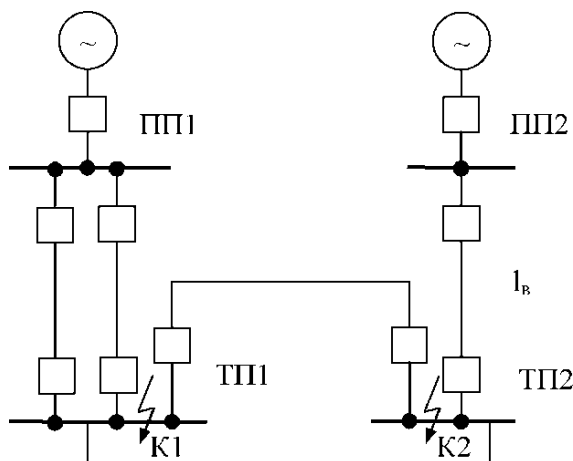
Задания:

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.



Тяговая подстанция ТП1 питается от понижающей подстанции ПП1 по двум кабельным линиям, проложенным в земле 1з. 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 U_n , кВ	Тяговая подстанция ТП1			Тяговая подстанция ТП2			Длина кабельной линии в земле l_3 , км	Длина воздушной кабельной линии $l_в$, км	Продолжительность использования максимума нагрузки T_m , ч/год
		Количество трансформаторов n_1 , шт	Полная номинальная мощность трансформатора S_{k1} , кВА	Коэффициент мощности	Количество трансформаторов n_2 , шт	Полная номинальная мощность трансформатора $S^{\wedge}$, 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)?

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;

$t_{\text{пр}}$ - приведённое 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

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

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

Пятигорск 2026 г.

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

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	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов 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.

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-1ПК-1	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-18	Собеседование	30,12	3,68	33,8
	Подготовка к лекциям	Собеседование	3,24	0,36	3,6
	Подготовка к практическим занятиям	Собеседование	3,24	0,36	3,6
	Выполнение контрольной работы	Собеседование	12	1	13
Итого за 3 семестр:			48,6	5,4	54
Итого:			48,6	5,4	54
Заочная форма обучения					
4 семестр					
ПК-1 ИД-1ПК-1	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-18	Собеседование	75,12	8,68	83,8
	Подготовка к лекциям	Собеседование	0,54	0,06	0,6
	Подготовка к практическим занятиям	Собеседование	0,54	0,06	0,6
	Выполнение контрольной работы	Собеседование	12	1	13
Итого за 4 семестр:			88,2	9,8	98
Итого:			88,2	9,8	98

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, выставяемый 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. Развернутый план — неоценимый 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 помещениями?
2. Что понимают под добавочными теплотерями и как они учитываются?
3. Что такое инфильтрация воздуха?
4. Какие могут быть теплопоступления 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 воздушонагревателей 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.
66. Как определить КПД котельного агрегата?
67. Каков принцип действия динамических и объемных нагнетателей?

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?

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 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