



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
КУРСОВАЯ РАБОТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ**

Кафедра «Инженерная физика» факультета физического

Образовательная программа

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки

«Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2020

Программа курсовой работы по направлению составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата)
от «03» 09 2015 г. № 955.

Разработчик(и):

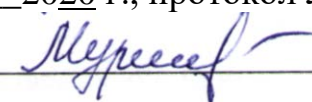
Бабаев Б.Д. – профессор кафедры ИФ, д. т. н.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры Инженерная физика от «17» 02 2020 г., протокол № 6

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «28» 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управ-

лением «02» 03 2020 г.



(подпись)

Аннотация программы курсовая работа по направлению

Курсовая работа по направлению по направлению входит в обязательный раздел основной образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и представляет собой вид учебной деятельности, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

Курсовая работа по направлению является составной частью ОПОПВО и представляет собой одну из форм организации учебного процесса, заключающуюся в профессионально-практической подготовке обучающихся.

Цели и объем курсового проектирования определяются ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата). Курсовая работа по направлению выполняется после освоения студентом программ теоретического и практического обучения. Выполнение курсового проектирования предполагает сбор и проработку материалов, необходимых для написания курсовой работы по определенной теме.

Как правило, тематика заданий на курсовое проектирование студентом индивидуальна.

Основным содержанием курсового проекта является приобретение практических навыков и компетенций в рамках ОПОП ВО, закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, сбор и подготовка исходных материалов для выполнения курсовой работы, а также выполнение индивидуального задания для более глубокого изучения какого-либо вопроса профессиональной деятельности.

Курсовая работа по направлению нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-2, профессиональных – ПК-2.

Промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.
Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			
7	72	36			36			36	диф.зачет

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<p>ОПК-1 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</p>	<p>Знает: цели, содержание, организационные формы, основные средства и методы технологического или научно-исследовательского аппарата из обзора литературы; методы использования информационных, компьютерных и сетевых технологий.</p> <p>Умеет: решать учебные и практические задачи на основе анализа информации из различных источников и баз данных.</p> <p>Владеет: на основе литературного анализа выбрать оптимальные решения выбора схем энергоснабжения и энергетического оборудования.</p>	<p>Контроль выполнения индивидуального задания</p>
<p>ОПК-2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>	<p>Знает: основные понятия и методы линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексных переменных и численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; основные физические явления и законы механики, электротехники, и их математическое описание; содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий</p> <p>Умеет: применять методы математического анализа при решении инженерных задач; выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические</p>	<p>Контроль выполнения индивидуального задания</p>

	<p>расчеты; применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности</p> <p>Владеет: инструментарием для решения математических, физических задач в своей предметной области; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами компьютерной техники и информационных технологий.</p>	
<p>ПК-2 Способность обрабатывать результаты экспериментов</p>	<p>Знает: основные понятия и принципы планирования экспериментов, критерии оптимальности, методы расчета параметров математической модели объекта исследований, оценку их значимости, адекватности полученной модели.</p> <p>Умеет: реализовывать математические методы планирования экспериментов, осуществлять статистическую обработку результатов опытов, осуществлять оптимизацию эксперимента.</p> <p>Владеет: корреляционным анализом, методами оптимизации эксперимента, способностью применения полученных теоретических знаний и практических навыков при проведении экспериментальных исследований по эксплуатации электротехнических изделий.</p>	<p>Контроль выполнение курсовой работы</p>

Общие методические указания по написанию курсовых работ по направлению

1. Структура и объем курсовой работы. Курсовая работа по направлению - это самостоятельное исследование студента, оформленное в виде научного отчета. Курсовая работа по направлению является обязательной частью учебного плана. Цель курсовой работы, во-первых, дать возможность студенту провести самостоятельное научное исследование, углубить знания

по изучаемой дисциплине, во-вторых, определить способность студента проводить научное исследование. Тему курсовой работы желательно связать с программой изучаемого курса. Тема предлагается студентом или преподавателем. Лучшие работы участвуют в конкурсе.

Курсовая работа по направлению содержит следующие основные части: *введение, теория, эксперимент, результаты, обсуждение результатов, выводы, заключение, список литературы и приложение.*

Аннотация объемом не более 0,5 страницы расположена после титульного листа и предшествует "Содержанию". Список буквенных обозначений и сокращений следует за "Содержанием". Рисунки располагаются по тексту. Работу необходимо написать аккуратно; желательно напечатать. Жесткие требования к объему работы отсутствуют; однако каждая из перечисленных частей должна содержать информацию, достаточную для ясного понимания ее существа. Примерный объем 15-25 страниц.

2. Аннотация. Аннотация - это краткая характеристика содержания курсового проекта. Аннотация содержит ответы на вопросы: "Каков объект исследования? Что исследуется? Каков метод исследования? Каков диапазон изменяемых параметров? Что удалось выяснить или установить? В чем новизна работы? Для каких областей знаний могут быть полезны результаты?".

3. Введение. Во введении, прежде всего, следует обосновать необходимость предлагаемого исследования. Ясно покажите, что собственно вы собираетесь исследовать; четко сформулируйте цель. При этом помните, "что любую цель люди понимают иначе, чем человек, ее указывающий". Не забудьте, что во введении необходимо убедить читателя в важности поставленной задачи.

4. Теория. Теоретическая часть работы должна показать комплекс взглядов, представлений и идей, направленных на толкование, объяснение исследуемого явления. Задача теоретической части - глубже разобраться в сущности выбранной задачи. Эта часть показывает уровень понимания предмета исследования, вводит читателя в круг проблем, дает ясное представление о том, на что будут направлены усилия при проведении эксперимента и почему. Помните, что эксперимент осуществляется на основе теории, определяющей постановку задач и интерпретацию его результатов. В главе "Обсуждение результатов" вы будете обращаться к гипотезам, моделям и представлениям, расчетам или известным фактам, изложенным в теоретической части. Поэтому изложенный вами материал должен быть сопоставим с полученными результатами, проверен экспериментально. Стремитесь к тому, чтобы ваши теоретические представления, описания были понятны читателю.

5. Эксперимент. Экспериментальная часть является основной в курсовом проекте. В ней подробно описывается экспериментальная установка, особое внимание уделяется тем ее элементам, которые могут влиять на результаты

измерений. Если аппаратура не стандартна, следует привести ее схему. Схемы способствуют ясности изложения. Однако обратите внимание на аккуратность при их графическом выполнении.

В эксперименте (как методе познания) необходимо добиваться контролируемых и управляемых условий. Отдельно и тщательно опишите методику измерений. Здесь следует ясно изложить идею метода, остановиться на средствах измерений и кратко - на возможных ошибках.

В разделе, относящемся к проведению опыта, хорошо опишите последовательность операций, способов и приемов, которые характеризуют технологию эксперимента. Как можно полнее ответьте на вопросы: "Как же было сделано? Как удалось? Каким методом получен результат?" Подробное описание, как правило, говорит о внимании автора к важным мелочам, об аккуратности и добросовестности исследователя. Информация о проведении опыта позволяет другим исследователям воспроизвести его, когда необходимо опереться на ваши результаты, чтобы продвинуться дальше.

6. Результаты. В этом разделе излагаются факты, и только факты. Они должны быть изложены беспристрастно. Представленный результат должен быть охарактеризован достаточно полно, иметь "свой паспорт", т.е. условия, в которых он получен. Не пренебрегайте мелочами. Опишите подробно: что замечено, на что обратили внимание, что, показалось странным или удивительным. Не следует выбрасывать полученную зависимость только потому, что она не согласуется с вашими представлениями.

Часто результаты измерений представляются в виде таблиц. Это первичные, основные данные. Скажите, насколько они воспроизводимы и укажите погрешность измеренных величин. Особое внимание - графикам. В названии необходимо показать, что изображено. Не сокращайте его текст. Он должен быть достаточно полон.

О рисунках. Они обязательны при описании экспериментальной установки и отдельных ее частей. Невозможно хорошо изучить явление, без ясного понимания читателем "методических тонкостей". Погрешность полученных результатов и возможные ошибки должны быть описаны здесь подробно. Постарайтесь ответить на вопрос: "Зачем нужна информация об ошибках в моем исследовании?" Помните, что оценка погрешностей необходима для извлечения из совокупности данных наиболее близких к истине результатов, чтобы вовремя заметить несоответствия и допущенные ошибки, разумно организовать измерения и правильно установить точность полученных результатов. Возможно, вам полезно обратиться к соответствующей работе измерительного практикума или специальной литературе.

7. Обсуждение результатов. Это центральная, наиболее важная часть работы. Здесь хранится критически осмысленная, переработанная информация о полученных вами данных. Именно здесь должен быть проведен их анализ и синтез.

Во-первых, нужно выделить главный, основной результат. Возможно, это единственный график, единственная надежно измеренная величина, одна или несколько фотографий - неважно. Покажите ценность добытой информации и насколько устойчивы полученные данные к изменениям условий, четко определите область параметров окружающей среды, где данные верны.

Во-вторых, необходимо сопоставить полученные результаты с изложенными в теоретической части. Если ваши результаты соответствуют известному, надежному научному факту, вам повезло.

В-третьих, обратите внимание на результаты, сопутствующие основному. Опишите наблюдаемое явление и покажите, в каких условиях, при каких нагрузках его наблюдали. Возможно, именно эта часть исследования станет основной в будущей вашей работе. Здесь же отметьте только обнаруженный эффект.

Обсуждение результатов должно быть взаимосвязано с названием работы. Читатель должен видеть, как вы, рассуждая, исследуете то, что отражено в названии. Задача этой части работы - понять, объяснить механизм изучаемого процесса, найти причину наблюдаемого явления.

8. Выводы. В отличие от аннотации, где отмечается ценность и применимость сделанного, в выводах следует отметить существо сделанного. Обратите внимание: оглавление показывает чем занимались, аннотация - что сделано и ценность труда, а выводы перечисляют, что установлено. Поэтому эти части не повторяют, а дополняют друг друга, облегчая читателю ориентировку в поиске нужной информации и оценки работы.

9. Заключение. Эта часть отражает степень перспективности проведенного исследования, помогает понять ценность выбранной задачи. В заключении вы даете собственную оценку работе и вправе высказать мнение о нецелесообразности проведения дальнейших работ, если ваши аргументы достаточно убедительны. В дальнейшем другие исследователи (студенты) смогут лучше сориентироваться в выборе темы.

Покажите, что нового и полезного может дать развитие данной темы. Расскажите о новых, оригинальных постановках экспериментов. Не беспокойтесь, что ваши идеи "уплывут". Во-первых, описав их, вы имеете авторство. Во-вторых, если идеи совместные, т.е. родились в обсуждениях с кем-то, укажите потенциальных соавторов, и это укрепит ваши позиции. В-третьих, дарите идеи - это истинное наслаждение.

10. Замечания. Замечания отражают критическое отношение автора к работе в целом (а значит и к себе тоже). Скажите, о чем вы сожалеете. Может быть, задача трудна или легка? Удалось ли получить ясное представление о цели работы и требованиях к ней в начале пути; и что мешало? Поверьте, что ваш труд будут читать, результатами будут пользоваться. Поэтому изложенное в "Замечаниях"-является опытом проведения работы, который не менее ценен,

чем она сама.

11. Библиографический список. "Библиографический список" располагается в конце работы и служит важным ее дополнением. Его можно сравнить с корневой системой, на которую опирается ваш труд. Надеемся, что читатель найдет много интересного и полезного в цитируемых статьях и книгах.

Если использовали чью-то информацию, обязательно сделайте ссылку. Бывают случаи, когда необходимо включить в работу целые блоки, страницы текста - сделайте ссылку. Скажите, что рассматриваемый вопрос хорошо освещен, раскрыт или описан у автора и вы его приводите полностью. Обязательно укажите страницы источника, т.к. бывают случайные ошибки, а их определить легче, когда есть точный адрес. Не включайте в список труды, которые вы не использовали и хотели бы включить только из соображений "важности".

Если приводите устную информацию, например, чье-то мнение или советы, сделайте ссылку.

Объем и качество используемой литературы показывает, насколько автор владеет основной, необходимой и современной информацией. Специалист после чтения аннотации и выводов обычно знакомится со списком литературы и сразу видит, какое место занимает работа в информационном потоке. Можно получить хорошие результаты, потратив массу времени, и не знать, что эти результаты устарели. А это не радует. Обратите внимание на то, как оформлен библиографический список. В качестве образца можно использовать библиографический список в данных методических рекомендациях.

12. Приложение 1. Система оценки курсовой работы. Полезно и интересно знать, как будет оцениваться ваш труд. Естественно, эти принципы лучше знать до выполнения "курсовой". Кроме того, одинаковые (стандартные) требования к студентам дают возможность преподавателю быть более объективным.

Прежде всего, желательно следовать рекомендациям, изложенным в данных рекомендациях. Конечно, могут быть отступления (в лучшую сторону), но советуем сохранить структуру работы для облегчения ее понимания. Преподавателя интересуют ответы и на такие вопросы:

1. Достаточно ли обоснована постановка исследования?
2. Насколько актуальна тема?
3. Есть ли новизна?
4. В чем оригинальность? (Есть ли изюминка?)
5. Достигнута ли цель или работа не завершена?
6. Какова достоверность полученных результатов?
7. Предложена ли тема самим студентом?
8. Заимствована ли тема и известен ли источник?

9. Каков личный вклад автора?
10. Хорошо ли оформлена работа?

Особо следует остановиться на времени утверждения темы. Лучший вариант, когда она определена студентом заранее - вначале семестра. Известны случаи, когда студенты предлагают самостоятельно продуманные эксперименты значительно раньше. Есть возможность подготовиться теоретически, и есть время для создания экспериментальной установки. Не откладывайте выбор темы на "потом". Скорее всего, действительно, "все образуется", но как? Ведь вы хотите сделать интересную, "отличную" работу, а для этого, как правило, необходимо время.

13. Приложение 2. О стиле. Главное в письменном изложении курсовой работы - чтобы вас поняли. Это трудно, но возможно. Один из широко используемых способов: напишите текст и отложите в сторону, на время, "под сукно"; через недельку прочитайте. Постарайтесь разобраться в сути работы, поставьте себя на место читателя, который видит работу впервые. Обратите внимание на логичность изложения представленного вами материала, на связь между разделами и частями работы. В каждом абзаце должна быть видна ключевая мысль. Выводы необходимы в каждом разделе или большом абзаце. Их четкая формулировка должна исключать двойное толкование ваших мыслей и результатов. Это помогает.

Общие положения и требования к оформлению курсовых работ по направлению

Цели и задачи курсовой работы

Курсовая работа студента представляет собой самостоятельно проведенное научное исследование студента, в котором раскрываются его знания и умение применять их для решения конкретной практической задачи в избранной области экономики.

Студент в своей курсовой работе должен показать свое умение подбирать и использовать законодательные и нормативные акты, литературные источники (в том числе периодические издания). Курсовая работа должна быть написана грамотным литературным языком, в структуре работы должна прослеживаться логика изложения материала, предложения и мысли студента должны быть аргументированы и обоснованы. Практические результаты, полученные студентом, должны иметь практическую и/или научную значимость и должны быть направлены на совершенствование соответствующей области науки или практической деятельности.

Целями написания курсовой работы являются:

- систематизация и углубление теоретических и практических знаний по специальности, их применение при решении конкретных физических задач.

- приобретение навыков самостоятельной работы по применению теории в области специальности, получаемой студентом.
- овладение методикой исследования физических процессов с точки зрения достижений современной науки и техники, обобщения и логического изложения материала.
- выявление подготовленности студента к самостоятельной работе.

Порядок выбора темы и назначения руководителя

Темы курсовых работ утверждаются на кафедре с назначением руководителей. По своему содержанию они должны удовлетворять задачам и целям курсовых работ и соответствовать читаемым на кафедре курсам (дисциплинам). Курсовая работа по направлению, хотя и посвящается обычно решению какой-то узкой задачи, однако требования и порядок оформления (выполнения) остаются такими же, как и при выполнении курсовых работ.

Выбор темы курсовой работы осуществляется студентом самостоятельно на основе тематики, разрабатываемой и ежегодно обновляемой выпускающей кафедрой. При выборе темы студент руководствуется:

- своими научными интересами, определившими тематику его рефератов и научных докладов;
- актуальностью темы, ее практической значимостью;
- возможностью использования в курсовую работы конкретного фактического материала, собранного в период прохождения практики;
- научными направлениями кафедр на базе, которого пишется курсовая работа.

Приказом ректора ДГУ каждому студенту, выполняющему курсовую работу, назначается научный руководитель и, при необходимости, может быть назначен также научный консультант по закрепленной за студентом теме.

В течении первой недели работы над курсовой работой руководитель при участии студента разрабатывает календарный план на весь период, отведенный для выполнения курсовой работы, с указанием очередности и сроков выполнения различных этапов, а затем приступает к подбору литературы по теме и составлению содержания (оглавления). Выполнение курсовой работы должно осуществляться студентом в соответствии с календарным планом. Соответствующие части курсовой работы студент представляет руководителю на проверку. Руководитель может дать студенту рекомендации по улучшению и доработке представленных частей. В случае отставания от календарного плана выполнения курсовой работы студент обязан представить объяснения своему руководителю и заведующему кафедрой.

За содержание курсовой работы, правильность представленных в ней данных отвечает студент - автор курсовой работы.

Время, отведенное для руководства курсовой работой, руководитель использует для: 1) систематических бесед и консультаций со студентом; 2) консультаций, назначаемых по мере необходимости; 3) проверки хода выполнения работы. При этом сам студент систематически, но не реже одного раза в неделю, отчитывается перед руководителем о ходе выполнения работы и о возникших трудностях.

Курсовая работа должна выполняться с учетом современных требований к обозначению единиц измерения, написания математических формул, выполнения иллюстрационного материала, а также отвечать требованиям действующих ГОСТов, норм и правил, предъявляемым к техническим устройствам и системам, отвечать требованиям охраны труда и техники безопасности.

Заведующий кафедрой и декан факультета периодически контролируют ход выполнения курсовых работ, требуя от студентов и их руководителей выполнения этапов согласно графика и проводят необходимый инструктаж руководителей тем.

Примерные темы курсовых работ

1. Расчет параметров системы солнечного теплоснабжения при пиковой мощности потребления 10 кВт.
2. Годовые графики изменения тепловой и электрической энергии среднего частного дома и возможность их удовлетворения местными возобновляемыми энергоисточниками.
3. Разработка и расчет системы комбинированного использования солнечной и ветровой энергии с гидроаккумулированием.
4. Разработка мероприятий по энергосбережению для промышленных объектов Республики Дагестан, расчет энергоэффективности.
5. Разработка установки теплоснабжения на основе тепловых сбросов завода «ДагДизель».
6. Разработка местной малой гидроэлектростанции для энергоснабжения сельской средней школы.
7. Методика расчета плоского солнечного коллектора с жидким теплоносителем.
8. Перспективы освоения высокопотенциальных геотермальных ресурсов Тарумовского месторождения
9. Принцип работ аккумуляторов тепла (холода) и пример их расчета.
10. Определения энергетической нагрузки частного дома, общей площадью 200 квадратных метров.
11. Новые энергосберегающие и экологически перспективные технологии.
12. Вторичные энергетические ресурсы промышленных предприятий.
13. Водноэнергетические расчеты при проектировании и эксплуатации гидроэлектростанций.
14. Разработка и расчет биогазовой установки для энергоснабжения фермерского хозяйства.

15. Анализ освоенности гидроэнергетических ресурсов по Республике Дагестан.

Общие положения по оформлению и требования к объему и структуре работы

Общими требованиями к курсовой работе являются четкость построения; логическая последовательность изложения материала; убедительность аргументации; краткость и точность формулировок, исключающие возможность субъективного и неоднозначного толкования; конкретность изложения результатов работы; доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.

Работа должна быть изложена предельно кратко и ясно. Следует избегать повторения данных таблиц и графиков в тексте работы. Объем курсовой работы не должен превышать страниц 20–40 машинописного текста. Курсовая работа оценивается не только по их общему содержанию, но и по качеству научно-методической обработки материала. Не следует сознательно увеличивать объем работы.

Название курсовой работы должно быть кратким по возможности и отражать содержание работы. Название пишется на титульном листе. В названии следует избегать оборотов “К вопросу о ...” или начинать название словом “Исследование”. Так вместо “К вопросу о создании системы отопления дома” следует писать “Разработка и проектирование системы отопления жилого дома”, а вместо, например, “Исследование магнитной восприимчивости металлов” необходимо писать “Магнитная восприимчивость металлов”

Курсовая работа должна включать указанные ниже последовательности:

- титульный лист;
- аннотация;
- содержание (оглавление);
- перечень сокращений, символов и специальных терминов с их определениями;
- введение;
- основная часть (пояснительная записка);
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

Требования по оформлению основной части курсовой работы

Основная часть курсовой работы включает (кроме введения) разделы:

- аналитический обзор (состояние вопроса);
- обоснование выбранного направления работы;

- разделы (главы) работы, отражающие методику и содержание, и результаты выполненной работы;
- заключение (выводы и предложения).

Аналитический обзор должен полно и систематизировано излагать состояние вопроса, которому посвящена данная работа. Сведения, содержащиеся в аналитическом обзоре, должны позволять объективно оценивать научно-технический уровень работы, правильно выбирать пути и средства достижения поставленной цели и оценивать эффективность как этих средств, так и работы в целом.

Предметом анализа в обзоре должны быть новые идеи и проблемы, возможные подходы к решению этих проблем, результаты исследований в области выбранной темы. Следует избегать повторения данных, содержащихся в исходных документах, и отбирать только тот материал, который имеет непосредственное отношение к теме курсовой работы. Противоречивые сведения, содержащиеся в различных исходных документах, должны быть проанализированы и оценены с особой тщательностью.

В разделе “Обоснование выбранного направления” должны быть показаны преимущества выбранного направления исследования по сравнению с другими (если тема курсовой работы носит исследовательский характер) возможными направлениями. В нем приводится мотивированная оценка принятого направления исследования как с научной (технической), так и с экономической точки зрения. Обоснование выбранного направления не следует подменять обоснованием целесообразности (или необходимости) самой работы.

Разделы (главы) курсовой работы, отражающие методику, содержание и результаты выполненной работы должны излагаться подробно и последовательно и описывать все промежуточные и окончательные результаты, в том числе и отрицательные.

Методика исследования должна излагаться подробно с обоснованием ее выбора (или разработки). Если в работе применяются общепринятые (общеизвестные) методы, их описания подробно приводить не следует. При этом даются ссылки на соответствующие источники документальной информации или переносят описание методов в приложения.

В разделе (главе), посвященном описанию экспериментальной установки и экспериментов, должна указываться цель и описываться программа конкретных экспериментов, излагаться их сущность, оцениваться точность и достоверность полученных данных и сопоставляться с теоретическими данными; отсутствие такого сопоставления следует мотивировать. Этот раздел (разделы) курсовой работы завершается трактовкой полученных результатов и описанием их возможного применения. Полученные в ходе работы математические зависимости рекомендуется иллюстрировать примерами конкретного расчета.

Требования по оформлению заключения и приложений

Заключение должно содержать оценку результатов работы, в частности, с точки зрения их соответствия требованиям задания. Заглавием должно служить слово “Заключение” (либо слова “Выводы и предложения”), напечатанное на отдельной строке прописными буквами. Если в курсовой работе по результатам проведенных исследований подсчет технико-экономического эффекта невозможен, необходимо указывать народнохозяйственную, научную, социальную ценность работы.

В конце заключения следует указывать, чем завершена работа: получением научных данных о новых объектах, о процессах, явлениях, закономерностях; получением качественных или количественных характеристик объектов или явлений; составлением инструкций, рекомендаций, методик (расчетов, измерений, испытаний), разработкой норм и правил, алгоритмов, программ и т.д.; изготовлением лабораторных и опытных образцов (макетов) изделий; внедрением в производство вновь созданных или усовершенствованных изделий, технологических процессов, режимов и т.д.; получением прочих положительных результатов.

Если при завершении работы получены отрицательные результаты, это указывается в заключении.

В приложения следует включать вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст. При этом к вспомогательному материалу относятся:

- промежуточные математические выкладки и расчеты;
- таблицы вспомогательных цифровых данных;
- протоколы и акты испытаний;
- описание аппаратуры и приборов, применяемых при проведении экспериментов, измерений и испытаний;
- инструкции, методики и т.п., разработанные в процессе выполнения исследовательской части курсовой работы;
- иллюстрации вспомогательного характера и т.п.

Приложения необходимо располагать в порядке появления в тексте основных разделов. Если приложений много, то их следует объединять по видам: описания аппаратуры, частных технических решений, промежуточные математические выкладки и расчеты, результаты испытаний и т.д.

Приложения оформляются как продолжение курсовой работы на последующих ее страницах. Каждое приложение начинают с новой страницы; в правом верхнем печатают слово “Приложение”. Каждое приложение должно иметь тематический (содержательный) заголовок, а если приложений два и более, их нумеруют последовательно арабскими цифрами (без знака №), например: “Приложение 1”, “Приложение 2” и т.д. Рисунки, таблицы и формулы, помещаемые в приложении, нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого приложения, например: “рис. п.1.2.” (второй

рисунок первого приложения); “табл. п.2.3” (третья таблица второго приложения).

Требования к списку литературы и ссылкам на источники информации

В список литературы включают все использованные источники, которые следует располагать в порядке появления ссылок в тексте работы.

Сведения о книгах (монографии, учебники, справочники и т.д.) должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие книги, место издания, издательство и год издания, количественную характеристику (объем в страницах и количество иллюстрационного материала). Фамилию автора следует указывать в именительном падеже. Если книга написана двумя или более авторами, то их фамилии с инициалами указывают в той последовательности, в какой они напечатаны в книге; перед фамилией последующего автора ставят запятую. При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первого из них и слова “и др.”.

Для разграничения элементов описания литературного источника используются следующие разделительные знаки:

- . - (точка и тире) - ставится перед каждой областью описания, кроме первой (автор и заглавие),
- : (двоеточие) - ставится перед наименованием издательства,
- / (косая черта) - предшествует сведениям об ответственности (авторы, составители, редакторы, переводчики),
- // (две косых черты) - ставится перед сведениями о документе, из которого взята приведенная в списке работа (статья, глава, раздел).

Наименование места издания необходимо приводить полностью в именительном падеже: допускается сокращение названия только городов Москва (М.) и Санкт-Петербурга (СПб).

Сведения о статье из периодического (продолжающегося) издания должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания (журнала), наименование серии (если таковая имеется), год выпуска, том (при необходимости), номер издания (журнала), страницы, на которых помещена статья. Фамилия и инициалы автора оформляют в соответствии с требованиями, приведенными выше (к автору книги, учебника). При указании номера страниц, на которых помещена статья, следует приводить номера первой и последней страниц, разделенных тире, например: 3-9.

Сведения об отчете о НИР должны включать: заглавие отчета (после заглавия в скобках приводят слово “отчет”), его шифр, инвентарный номер, полное (либо сокращенное) наименование организации, выпустившей отчет, фамилию и инициалы руководителя НИР, город и год выпуска, количество страниц отчета.

Сведения об изобретении или патенте должны включать: автора (индивидуального или коллективного), наименование изобретения

(патента), дату выдачи, номер заявки, издание, в котором опубликовано описание патента (изобретения). Название изобретения должно указываться полностью в том виде, в каком оно дано в документе.

В сведениях об издании, в котором опубликовано описание изобретения, следует указывать наименование издания, год выпуска и номер, страну, в которой выдано авторское свидетельство или патент.

Сведения о проектной и другой технической документации (о промышленных, каталогах, прейскурантах и других подобных документах) должны включать: заглавие, вид документации, организацию, выпустившую документацию, город и год выпуска.

При ссылке в тексте на источники документальной информации следует приводить порядковый номер по списку литературы, заключенный в квадратные скобки. При необходимости сделать ссылки на стандарты, технические условия (ГОСТы, ТУ), инструкции и другие подобные документы ссылаются на документ в целом или на его разделы с указанием обозначения и наименования документа, номера и наименования раздела. Ссылки на отдельные подразделы, пункты и иллюстрации не допускаются.

Подготовка к защите и защита курсовой работы

Отзыв руководителя работы

Законченная, правильно оформленная и подписанная студентом работа представляется руководителю в сроки, определенные календарным планом. Руководитель проверяет курсовую работу и пишет мотивированный отзыв. Отзыв руководителя составляет обычно 1-2 стр. текста. В отзыве, помимо прочего, должны быть отражены следующие положения:

1. Соответствие содержания работы заданию.
2. Полнота, глубина и обоснованность темы.
3. Степень самостоятельности студента при работе над курсовой работой, инициативность студента, умение подбирать и обобщать практические исходные данные.
4. Умение студента работать с литературой, в том числе иностранной, умение делать выводы из имеющейся информации.
5. Степень усвоения полученных студентом знаний, способность использования этих знаний в самостоятельной работе, профессиональная грамотность изложения материалов, качество и необходимость приведенного в работе иллюстративного материала.
6. Особо хорошо усвоенные студентом знания и направления.
7. Недостатки, обнаруженные руководителем в работе.
8. Возможность практического использования работы или ее отдельных положений.
9. Соответствие курсовой работы требованиям, предъявляемым к квалификации специалиста по соответствующей специальности.

Отзыв подписывается руководителем.

Допуск и подготовка к защите курсовой работы

Подписанная студентом, научным руководителем и, при необходимости, научным консультантом, курсовая работа вместе с приложенными к ней отзывом руководителя сдается на выпускающую кафедру. Заведующий кафедрой на основании этих материалов решает вопрос о допуске студента к защите, делая об этом соответствующую запись на титульном листе курсовой работы.

Студент должен тщательно подготовиться к защите курсовой работы. Доклад, который студент делает перед государственной экзаменационной комиссией, существенно влияет на окончательную оценку работы. Доклад должен быть кратким (не более 10 минут), ясным и включать основные положения курсовой работы.

Студентам рекомендуется строить доклад по следующему плану:

1. Наименование курсовой работы, актуальность темы.
2. Цели и задачи работы, обозначение объекта исследования.
3. Краткая организационно-экономическая характеристика объекта исследования
4. Анализ состояния предмета исследования, выявление имеющихся недостатков.
5. Критерии, методы и модели, используемые в исследовании.
6. Результат решения поставленных задач (количественные и качественные оценки и сопоставления).
7. Выводы из проделанной работы. Полученный эффект (материальный, организационный и др.).
8. Рекомендации по совершенствованию деятельности предприятия, на базе и по материалам которого делалась курсовая работа.

Студент должен подготовить письменные тезисы доклада, которые вместе с иллюстративным материалом (презентацией) должны быть одобрены и подписаны руководителем курсовой работы.

Подготовка иллюстрационного материала

Для усиления доказательности выводов и предложений студента доклад целесообразно проиллюстрировать (плакатами, слайдами, раздаточным материалом и т.п.). Наиболее важными пособиями являются материалы, отражающие:

- цели и задачи курсовой работы;
- краткую характеристику объекта исследования;
- модели, методы и критерии принятия решений, используемых студентом;
- результаты исследований в виде графиков и диаграмм;
- рекомендации и предложения по совершенствованию деятельности предприятия и др.

Не рекомендуется в качестве наглядных пособий использовать большие, перегруженные цифрами таблицы, содержащие исходные данные; раздаточный материал, оформленный в виде сплошного текста; не относящиеся к делу рисунки и т.п.

Каждый слайд должен содержать:

- заголовок,
- изобразительную часть,
- условные обозначения (включая цветовые обозначения),
- пояснительный текст (если требуется).

Все части слайда должны соответствовать тексту (содержанию) курсовой работы.

Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых при подготовке курсовой работы.

а) основная литература:

1. да Роза, А.В. Возобновляемые источники энергии [Текст]: Физико-технические основы : [учеб. пособие] / да Роза, Альдо В. ; пер. с англ. под ред. С.П. Малышенко, О.С. Попеля. - Долгопрудный; М. : Интеллект; ИД МЭИ, 2010. - 702 с.
2. Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России [Электронный ресурс] : справочник-учебное пособие / Ю.С. Васильев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2008. — 251 с. — 978-5-7422-2175-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43963.html> (дата обращения 28.09.2018)
3. Безруких П.П. Справочник ресурсов возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива. Показатели по территориям [Электронный ресурс] / П.П. Безруких. — Электрон.текстовые данные. — М. : Энергия, Институт энергетической стратегии, 2007. — 272 с. — 978-5-98420-016-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/3686.html> (дата обращения 28.09.2018)
4. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Б. Алхасов. — Электрон.текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 271 с. — 978-5-383-00960-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55952.html> (дата обращения: 28.09.2018)

б) дополнительная литература:

1. Гальперин, М. В. Экологические основы природопользования [Текст]: [учебник] / Гальперин, Михаил Владимирович. - М. : Форум: ИНФРА-М, 2007, 2004. - 255 с.
2. Магомедов, А.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии [Текст]/ Магомедов, Абука Магомедович. - Махачкала : Юпитер, 1996. - 245 с.

3. Тренды и сценарии развития мировой энергетики в первой половине XXI века [Электронный ресурс] / А.М. Белогорьев [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — М. : Энергия, Институт энергетической стратегии, 2011. — 68 с. — 978-5-98908-044-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4297.html> (дата обращения: 28.09.2018)
4. Дидиков А.Е. Теория и практика применения возобновляемых источников энергии. Система компетентностно-ориентированных заданий [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.Е. Дидиков. — Электрон.текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016. — 55 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68175.html> (дата обращения: 28.09.2018)

в) ресурсы сети «Интернет»

1. eLIBRARY.RU[Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.09.2018). – Яз. рус., англ.
2. Moodle[Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>(дата обращения: 22.09.2018).
3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.09.2018).
4. ЭБС IPRbooks:<http://www.iprbookshop.ru/>Лицензионный договор № 2693/17от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен).
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
6. **Springer.** Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанному ГПНТБ с организациями-победителями конкурса.<http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок.
7. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета<http://edu.icc.dgu.ru>
8. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
9. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
11. База данных электронных библиотечных ресурсов Elsevier<http://elsevierscience.ru>

12. Библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/lib>
13. Электронные источники научно-технической информации некоммерческого партнерства «Национальный электронно-информационный консорциум» <http://www.neicon.ru>
14. Ресурсы Университетской информационной системы Россия (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
15. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (ИС «Единое окно») <http://window.edu.ru>

Перечень информационных технологий, используемых при выполнении курсовой работы, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).

База практики обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения и сертифицированными программными и аппаратными средствами защиты информации:

1. Программа для ЭВМ Microsoft Imagine Premium;
2. Программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition;
3. Предоставление средств защиты информации Security Studio Endpoint Protection: Antivirus, Personal Firewall;
4. ПО CorelDRAW Graphics Suite X4 Education License ML, CorelDRAW Graphics Suite X4 Licensing Media Pack;
5. ПО Autodesk 3ds Max 2010 Academic Edition New NLM EN, Autodesk 3ds Max 2010 Academic Edition New NLM Additional Seat EN;
6. ПО Office Standard 2007 Russian Open License Pack No Level Academic Edition, Office Standard 2007 Windows 32 Russian Disk Kit MVL CD.

Рабочее место студента для прохождения практики оборудовано аппаратным и программным обеспечением (как лицензионным, так и свободно распространяемым), необходимым для эффективного решения поставленных перед студентом задач и выполнения индивидуального задания. Для защиты (представления) результатов своей работы студенты используют современные средства представления материала аудитории, а именно мультимедиа презентации.

Описание материально-технической базы, необходимой для выполнения курсовой работы.

При проведении практики используется оборудование ТЭЦов, ГЭСов, полигонов Солнца и Ветра, заводов, лабораторий кафедры ИФ, компьютерных классов ИВЦ ДГУ, оснащенных современной компьютерной техникой и т.д.

Аппаратное обеспечение: компьютеры P-IV AMD Phenom II X4 945 / ASUS M4A785TD-VEVO (RTL) / Kingston ValueRAM <KVR1333D3N9K2/4G> DDR-II DIMM 4Gb / HDD 500 Gb SATA-II 300

HitachiDeskstarP7K500 / DVDRAM&DVD±R/RW&CDRWOptiarcAD-7243S/22" MONITORLGW2242S-BFFlatron<Black>/ MiditowerINWINIW-EC021 <Black>ATX 450W (24+4+6пин)/ A4-TechGlaserMouse<X6-10D> (RTL) USB 4btn+Roll; принтерыHPLaserJetP2055dn<CE459A> (A4, 33стр/мин, 128Mb, USB2.0, сетевой, двусторонняя печать).

Пример выполнения курсовой работы по направлению

Введение

В настоящее время вопросам использования возобновляемых источников энергии уделяется серьезное внимание. Эти источники энергии рассматриваются как существенное дополнение к традиционным. Среди возобновляемых источников энергии солнечная радиация по масштабам ресурсов, экологической чистоте и повсеместной распространенности наиболее перспективна.

В нашей стране потребляется около 20% всего мирового производства первичных энергоресурсов, однако себестоимость органического топлива растет быстрыми темпами, обостряются экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды топливоиспользующими установками, особенно при увеличении масштабов потребления низкосортного твердого топлива. В связи с указанными проблемами становится все более необходимым использование нетрадиционных энергоресурсов, в первую очередь солнечной, ветровой, геотермальной энергии, наряду с внедрением энергосберегающих технологий.

Применение солнечных установок не только замещает дефицитное топливо, но и предотвращает загрязнение окружающей среды вредными выбросами топливоиспользующих установок. В удаленных от источников энергоснабжения районах использование солнечной энергии (наряду с энергией ветра) является практически единственной альтернативой и позволяет значительно улучшить условия жизни населения[2,4,18].

Основная проблема в использовании солнечной энергии для отопления индивидуальных домов в нашей стране – отсутствие массового производства солнечных коллекторов, аккумуляторов солнечной энергии и другого оборудования. Ключевой вопрос – разработка, оптимизация, конструирование и производство гелиоустановок, имеющих высокую эффективность при допустимых капиталозатратах.

С учетом изложенного выше целью курсовой работы является разработка комбинированной системы отопления жилого дома, основанная на использовании солнечной и биогазовой энергии.

Глава II.1 Использование солнечной энергии для отопления домов

II.1.1. Общие вопросы расчета и проектирования систем отопления

Отопление помещений применяется для того, чтобы в холодное время года компенсировать тепловые потери помещения и обеспечить в нем заданную температуру воздуха t_b . Тепловые потери помещения $Q_{т.п}$ можно определить, составив уравнение теплового баланса для помещения

$$Q_{т.п} = Q_t + Q_{и} - Q_{т.в}, \quad (1.1)$$

где Q_t - тепловые потери за счет теплопередачи через ограждения, Вт; $Q_{и}$ - тепловые потери инфильтрацией за счет поступления в помещение холодного воздуха через неплотности, Вт; $Q_{т.в}$ - внут-ренние тепловыделения, Вт.

Величину Q_t определяют по формуле [9,14,15]

$$Q_t = F \cdot n \cdot k(t_b - t_n), \quad (1.2)$$

где F - площадь ограждений, m^2 ; n – поправочный коэффициент к расчетной разности температур; для нагрузочных стен, покрытий, перекрытий над подвалами $n=1$, для чердачных перекрытий $n=0,8 \div 0,9$ [16]; $k=1/R$ – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(m^2K); R – термическое сопротивление ограждающих конструкций, (m^2K)/Вт; α_v и α_n - коэффициенты для внутренней и наружной поверхностей стены, Вт/(m^2K); δ_i и λ_i - толщина (м) и коэффициент теплопроводности Вт/(м град) слоя стены соответственно; t_b и t_n - температура воздуха внутри помещения и наружного воздуха соответственно, $^{\circ}C$.

Величины k и R определяют для многослойной стенки по известным теплотехническим расчетам [6,8,12]. Для типовых наружных ограждений k и R принимают из справочников СНиП [5,15÷17].

Температура t_b принимается в зависимости от назначения помещения. Для жилых помещений $t_b=18 \div 20^{\circ}C$, для производственных помещений от $18^{\circ}C$ до $10^{\circ}C$ с учетом тепловыделений, физической занятости персонала и т.д. [16]. Температура t_n принимается по климатическим данным для района проектирования. К тепловым потерям, подсчитанным по формуле (1.2), добавляют потери в зависимости от ориентации ограждения по странам света, преобладающего направления ветра и т.д. Теплота Q_t является основной величиной теплотерь, поэтому тепловые потери помещения выражают следующим образом:

$$Q_{т.п} = Q_t \left(1 + \frac{Q_{и}}{Q_t} \right) = Q_t (1 + \mu), \quad (1.3)$$

где $\mu = Q_{\text{и}}/Q_{\text{т}}$ - коэффициент инфильтрации (для жилых помещений принимают $\mu = 0$). Теплотери инфильтраций промышленных зданий могут составлять 25-30% теплотери через наружные ограждения. Внутренние тепловыделения $Q_{\text{т.в}}$ для жилых помещений принимают равным нулю.

Для определения тепловой мощности отопительной системы, необходимой для поддержания заданной температуры воздуха в помещении, пользуются определением тепловых потерь по удельным тепловым характеристикам здания [5]

$$Q_{\text{т.п}} = a q_0 V_{\text{н}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (1.4)$$

где a – поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий,

$$a \approx 0,54 + 22/(t_{\text{в}} - t_{\text{н}});$$

q_0 - удельная тепловая характеристика здания, кДж/(м²·ч·К); $V_{\text{н}}$ - объем здания по наружным обводам, м³.

Удельная тепловая характеристика здания любого назначения может быть определена по формуле

$$q_0 = \frac{P}{S} [K_{\text{ст}} + m(K_{\text{ок}} - K_{\text{ст}})] + \frac{1}{h} (0,9 K_{\text{п}} - 0,6 K_{\text{шт}}), \quad (1.5)$$

где P – периметр здания (помещения), м; S – площадь здания, м²; h - высота здания, м; m – коэффициент остекления; $K_{\text{ст}}$, $K_{\text{ок}}$, $K_{\text{п}}$ и $K_{\text{шт}}$ - коэффициенты теплопередачи соответственно стен, окон, пола и потолка, Вт/(м²·К).

Обычно удельные отопительные характеристики помещений задаются в теплотехнических справочниках [14-15]. Тепловые потери помещения должны компенсироваться отопительными установками, поэтому можно записать $Q_{\text{т.п}} \approx Q_{\text{от}}$. Если в формулу для определения тепловых потерь будет подставлена $t_{\text{нро}}$ - наружная расчетная температура для района проектирования системы отопления, то получим максимальную (расчетную) нагрузку на отопление

$$Q_{\text{от}}^{\text{р}} = q_0 V_{\text{н}}(t_{\text{в}} - t_{\text{нро}}). \quad (1.6)$$

Годовой расход тепла на отопление определяется с учетом продолжительности отопительного периода

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} \approx 0,5 Q_{\text{от}}^{\text{р}} \cdot \tau_{\text{от}}, \quad (1.7)$$

где $\tau_{\text{от}}$ - продолжительность отопительного периода для района проектирования системы (определяется по СНиП и составляет ориентировочно для районов Северного Кавказа $\tau = 2500-3000$ часов [17]).

Если отопительная система одновременно используется и для горячего водоснабжения, то средний расход тепла на горячее водоснабжение здания (жилого дома) за расчетный период может быть определен по формуле

$$Q_{\text{т.п}} = 1,2 G_{\text{в}} \cdot c_{\text{р.в}} \rho_{\text{в}} (t_{\text{г.в}} - t_{\text{х.в}}) \cdot N \cdot n, \quad (1.8)$$

где N - количество людей в здании (доме); G_B - норма расхода горячей воды из расчета на одного человека, л/сут; $t_{г.В}$ и $t_{х.В}$ - температура соответственно горячей и холодной воды, °С; Cp_B - удельная изобарная теплоемкость воды, равная 4190 Дж/(кг°С); ρ_B - плотность воды, равная 1 кг/л; n – число дней в расчетном периоде.

Тепловую нагрузку отопления и горячего водоснабжения можно записать в виде

$$Q_H^M = Q_{от} + Q_{г.В}. \quad (1.9)$$

Годовая тепловая нагрузка складывается из месячных нагрузок на систему отопления

$$Q_H^{год} = \sum_1^{12} Q_{HI}^M. \quad (1.10)$$

Поверхность нагрева отопительных приборов батарей $F_{от}$ в помещениях определяется по формуле

$$F_{от} = \frac{Q_{т.п}}{k(t_{cp} - t_B)} \beta_1 \beta_2 \beta_3, \quad (1.11)$$

где k – коэффициент теплопередачи отопительного прибора, кДж/(м²чК); t_{cp} - средняя расчетная температура теплоносителя в приборе, °С; $Q_{т.п}$ - тепловые потери помещения, кДж/ч; β_1, β_2 и β_3 - соответственно поправочные коэффициенты на число секций в батарее, остывание воды в трубах и характер установки прибора (обычно при проведении расчетов задают: $\beta_3 = 1,03$; $\beta_2 = 1,0$; $\beta_1 = 1,0$ при 7-8 секциях в батарее и $\beta_1 = 1,03$ при одиннадцати секциях в батарее).

При использовании батареи типа М- 140 площадь $F_{ам}$ определяют в эквивалентных метрах в виде

$$F_{ом}^{эКВ} = F_o \cdot 1,22 F_{ом}, \quad (1.12)$$

где 1,22 – переводной коэффициент для радиаторов М-140.

По характеристике радиатора М-140 известно [5,9], что поверхность нагрева одной секции равна 0,31 м², поэтому число секций в батарее можно определить по выражению

$$n = F_{эКВ} / 0,31. \quad (1.13)$$

Расчет системы отопления для жилого дома (рис. п.1.1) проводится с использованием формул (1.1.÷1.3.). Расчет тепловых потерь помещений 11 и 12, расположенных на первом этаже здания, проведем для наружной температуры $t_m = - 26^{\circ}\text{C}$. Примем температуру внутри помещений (для

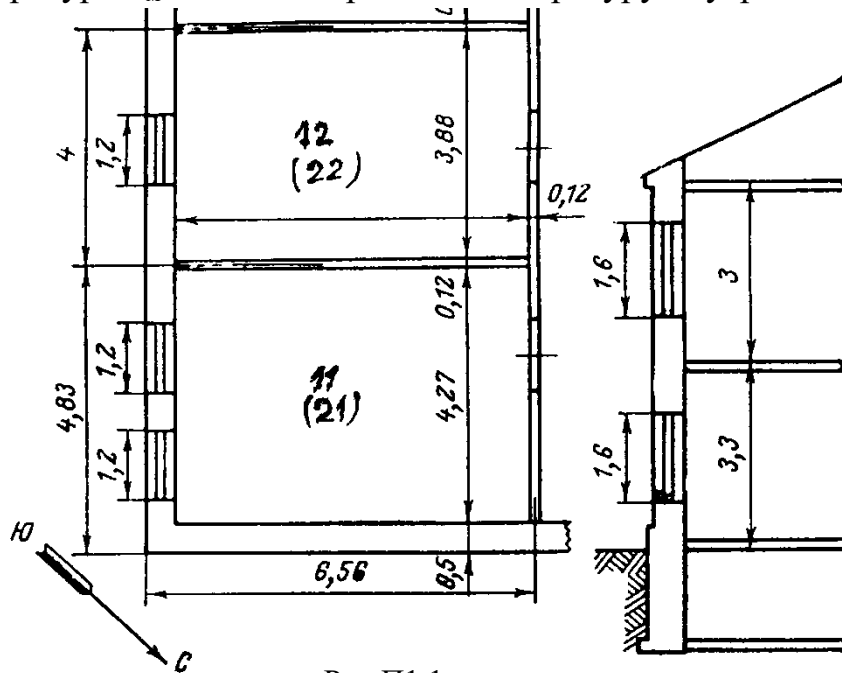


Рис.П1.1

углового помещения равной $t_v = +18^{\circ}\text{C}$, а для среднего помещения, равной $t_v = +20^{\circ}\text{C}$), как рекомендовано в табл. (п1.1.÷п1.2.) [5].

Таблица п1.1.

Усредненные расчетные температуры воздуха внутри помещений t_v

Назначение здания	Темпер.возд. внутри помещений $t_v, ^{\circ}\text{C}$
Жилые здания, гостиницы, общежития, административные здания	+ 18
Учебные заведения, общеобразовательные школы, лаборатории, предприятия, клубы, дома культуры.	+16
Театры, магазины, прачечные, пожарные депо	+15
Детские сады-ясли, поликлиники, амбулатории, диспансеры, больницы	+20
Бани	+25

Расчетные температуры наружного воздуха

Наименование города	Расчетная для проектирования		Сред. отопительно го периода $t_{оп. ср}, ^\circ C$	Сред.само го холодного месяца $t_{ср}, ^\circ C$	Продолжительность отопительного периода $z_{о.п.}, сут$
	отоп- ления $t_{н ро}, ^\circ C$	венти- ляции $t_{н ра}, ^\circ C$			
Архангельск	-32	-19	-4,7	-12,5	251
Волгоград	-22	-13	-3,4	-9,2	182
Казань	-30	-18	-5,7	-13,5	218
Киев	-21	-10	-1,1	-5,9	187
Киров	-31	-19	-5,8	-14,2	231
Магнитогорск	-34	-22	-7,9	-16,9	218
Москва	-25	-14	-3,2	-9,4	205
Оренбург	-29	-20	-8,1	-14,8	201
Свердловск	-31	-20	-6,4	-15,3	228
Смоленск	-26	-13	-2,7	-8,6	210
Харьков	-23	-11	-2,1	-7,8	189
Челябинск	-29	-20	-7,1	-15,5	216
Владивосток	-25	-16	-4,8	-14,4	201
Иркутск	-38	-25	-8,9	-20,9	241
Томск	-40	-25	-8,8	-19,2	234
Хабаровск	-32	-23	-10,1	-22,3	205

Примем также: коэффициент теплопередачи для наружных стен (Н.Ст.) $K_{ст}=3,72$ кДж/(м²чК), для окон с двойными деревянными перекрытиями (Д.Ок) $K_{ок}=9,63$ кДж/(м²чК), для пола $K_{пл}=2,51$ кДж/(м²чК), для потолка (Пт) $K_{пт}=2,51$ кДж/(м²чК).

Тепловые потери для отдельных помещений определяем по формуле (1.2.)

$$Q_T = F \cdot k \cdot n \cdot (t_B - t_H).$$

При определении теплотерьчерезнаружной стенки площади окон не вычисляются. Для полов над не отапливаемым подвалом ниже уровня земли разность температур принимается с коэффициентом $n = 0,4$.

Таким образом, для углового помещения $\Delta t \cdot n = 46 \cdot 0,4 = 18,4^\circ C$ а для не угловых $44 \cdot 0,4 = 17,6^\circ C$.

Результаты расчетов записывают в табличной форме (см. табл. П1.3) при этом применяют следующие сокращенные записи: ЮВ - юго-восток, СВ - северо-восток, НСт - наружная стенка, Д.Ок - двойное окно, Пт - потолок, Пл - пол и т.д.

Таблица П1.3.

Расчетные данные тепловых потерь помещений

№ помещения	Внутр. темпер.	Ориентация	Ограждение	Площадь ограждения, м ²	Разность температур °С	Коэффициент теплопередачи, кДж/(м ² чК)
11	18	ЮВ	Н.Ст.	15,93	46	3,72
		СВ	Н.Ст.	21,6	46	3,72
		ЮВ	Д.Ок.	3,84	46	9,63-3,72
			Пл.	26,24	18,4	2,51
						3976,31
12	20	ЮВ	Н.Ст.	13,2	44	3,72
		ЮВ	Д.Ок.	1,92	44	9,63-3,72
			Пл.	24,24	17,8	2,51

Продолжение таблицы П1.3.

№ помещения	Основ.теп-лопотери, кДж/ч	Добавочные теплотери, %, в зависимости			Добавочные теплотери, кДж/ч	Общие теплотери кДж/ч
		от ориент.	от скорости	прочие		
11	1185,76	5	5	-	272,35	3004,23
	3703,96	10	-	-	557,27	4266,23
	10039,12	5	5	-	104,75	1143,87
	1215,10	-	-	-	-	1215,10
						9624,43
12	2141,09	5	5	-	213,69	2354,78
	498,61	5	5	-	500,28	548,89
	1072,64	-	-	-	-	1072,64

Тепловые потери для помещений 21 и 22, расположенных на втором этаже, определяют по тем же формулам, как и в случае помещений первого этажа, однако задается дополнительно условие для определения разности температур для чердачного покрытия.

Для не угловых помещений

$$\Delta t \cdot n = 44 \cdot 0,8 = 35,2^\circ \text{C},$$

для угловых помещений

$$\Delta t \cdot n = 46 \cdot 0,8 = 36,8^\circ \text{C}.$$

Расчетные тепловые потери для помещений второго этажа 21 и 22 составили соответственно: для помещений 21 $Q_T=10592,32$ кДж/ч, а для помещения 22 $Q_T=5199,79$ кДж/ч.

Определяем суммарную поверхность нагрева радиаторов типа М-140 для угловой комнаты, имеющей на одной из наружных стен два окна. Примем температуру воды на входе в радиаторы $t_{вх} = 95^\circ C$, на выходе $t_{вых} = 70^\circ C$, температуру воздуха в помещении $t_B = 18^\circ C$. Коэффициент остывания воды в трубах равен 1,0 на установку радиаторов – 1,03, при восьми секциях в батарее коэффициент равен 1,0, при одиннадцати секциях – 1,03. Коэффициент теплопередачи $k = 34,35 \text{ кДж}/(\text{м}^2\text{чК})$.

При принятых допущениях суммарная площадь нагрева радиаторов определяем по формуле

$$F_{\text{оп}} = \frac{Q_{\text{т.п}}}{k(t_{\text{ср}} - t_B)}. \quad (1.14)$$

Определим значения разности температур

$$(t_{\text{ср}} - t_B) = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5^\circ C.$$

Тогда

$$F_{\text{оп}} = \frac{10697}{34,35 \cdot 64,5} \cdot 1,0 \cdot 1,03 = 4,97 \text{ м}^2,$$

или в эквивалентных квадратных метрах, для радиаторов М-140

$$4,97 \cdot 1,22 = 6,06 \text{ м}^2$$

где 1,22 – переводной коэффициент для радиаторов М-140.

Так как по характеристике радиаторов М-140 поверхность нагрева одной секции равна $0,31 \text{ м}^2$, то число секций будет равно

$$n = \frac{6,06}{0,31} = 19,57 \approx 20 \text{ шт.}$$

С учетом того, что комната угловая, устанавливаются два радиатора по 6 секций под окнами и один радиатор из 8 секций у другой наружной стены.

П1.2. Расчет и проектирование солнечных установок

П1.2.1. Располагаемое количество солнечной энергии и тепловая нагрузка

Расчет солнечных установок включает определение располагаемого количества солнечной энергии, теплопроизводительности солнечного коллектора и установки в целом, тепловой нагрузки отопления и горячего водоснабжения, энергетических и геометрических характеристик гелиосистемы, в том числе площади поверхности коллектора, объема аккумулятора теплоты, годовой доли солнечной энергии в покрытии тепловой нагрузки и годовой экономии топлива.

Такие данные приведены в работах [2,11,18]. При этом отношение среднемесячных приходов солнечной радиации в июне и декабре с увеличением широты возрастает, и на широте 50° с.ш. оно приблизительно равно 13. Еще в большей мере различается поступление солнечной энергии в самый хороший и самый плохой дни года, при этом отношение $E_{\text{макс}}$ и $E_{\text{мин}}$ может достигать 50. Эти данные свидетельствуют о большом изменении в течение года количества поступающей солнечной энергии, а следовательно, и о подобном изменении теплопроводности гелиосистемы.

Для расчета располагаемого количества солнечной энергии, поступающего на наклонную лучепоглощающую поверхность, необходимо знать углы падения солнечных лучей на наклонную и горизонтальную поверхности в данном месте.

Среднемесячное дневное суммарное количество солнечной энергии, поступающей на наклонную поверхность солнечного коллектора, определяется по формуле

$$E_k = RE, \quad (1.15)$$

где E – среднемесячное дневное суммарное количество солнечной энергии, поступающей на горизонтальную поверхность, МДж/(м²·сут); R – отношение среднемесячных дневных количеств солнечной радиации, поступающей на наклонную и горизонтальную поверхности.

П.1.2.2. Солнечные коллекторы и аккумуляторы теплоты

Основным конструктивным элементом солнечной установки является коллектор, в котором происходит улавливание солнечной энергии, ее преобразование в теплоту и нагрев воды, воздуха или какого-либо другого теплоносителя. Различают два типа солнечных коллекторов – плоские и фокусирующие. В плоских коллекторах солнечная энергия поглощается без концентрации, а в фокусирующих – с концентрацией, т.е. с увеличением плотности поступающего потока радиации. Наиболее распространенным типом коллекторов в низкотемпературных гелиоустановках является плоский коллектор солнечной энергии (КСЭ). Его работа основана на принципе “горячего ящика”, который легко представить себе, если вспомнить, как нагревается на солнце салон закрытого автомобиля, который служит своеобразной ловушкой для солнечных лучей, поступающих в него через прозрачные поверхности остекления. Для того чтобы изготовить

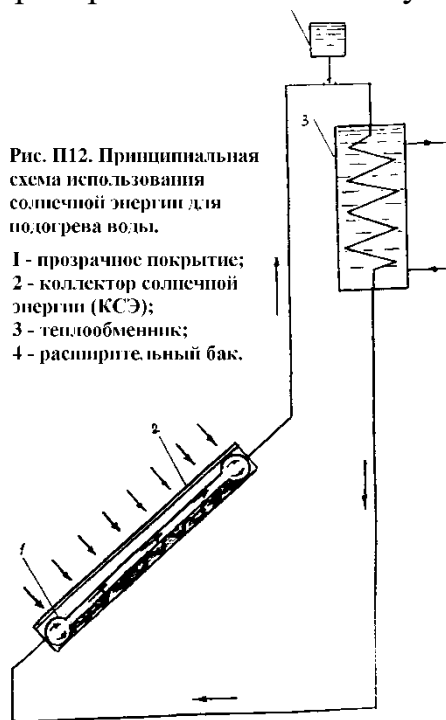


Рис. П12. Принципиальная схема использования солнечной энергии для подогрева воды.

- 1 - прозрачное покрытие;
- 2 - коллектор солнечной энергии (КСЭ);
- 3 - теплообменник;
- 4 - расширительный бак.

Для того чтобы изготовить

плоский КСЭ, необходима прежде всего лучепоглощающая поверхность, имеющая надежный контакт с рядом труб или каналов для движения нагреваемого теплоносителя. Совокупность плоской лучепоглощающей поверхности и труб (каналов) для теплоносителя образует единый конструктивный элемент – абсорбер. Для лучшего поглощения солнечной энергии верхняя поверхность абсорбера должна быть окрашена в черный цвет или должна иметь специальное поглощающее покрытие. Снижение тепловых потерь от абсорбера в окружающее пространство достигается путем применения тепловой изоляции, закрывающей нижнюю поверхность абсорбера, а также светопрозрачной изоляции, размещаемой над абсорбером на определенном расстоянии от него. Все названные элементы помещаются в корпус, и производится уплотнение прозрачной изоляции – остекления.

Таким образом, получается плоский коллектор для нагрева жидкости, общий вид которого показан на рис.П1.2. Максимальная температура, до которой можно нагреть теплоноситель в плоском коллекторе, не превышает 100° С и зависит как от климатических данных, так и от характеристик коллектора и условий эксплуатации. Несмотря на простоту конструкции создание хорошего коллектора требует большого искусства. К числу принципиальных преимуществ плоского КСЭ по сравнению с коллекторами других типов относится его способность улавливать как прямую (лучистую), так и рассеянную солнечную энергию и как следствие этого – возможность его стационарной установки без необходимости слежения за Солнцем.

Абсорбер плоского коллектора солнечной энергии, как правило, изготавливается из металла с высокой теплопроводностью, а именно из стали, алюминия и даже из меди. Для низких рабочих температур его можно также изготовить из пластмассы или резины. Прозрачная изоляция представляет собой один или два слоя стекла или полимерной пленки. Может использоваться комбинация из наружного слоя стекла и внутреннего слоя полимерной пленки. В случае низкой температуры нагрева теплоносителя (до 30 °С) коллектор может вовсе не иметь прозрачной изоляции. Корпус коллектора может быть изготовлен из оцинкованного железа, алюминия, дерева, пластмассы. В качестве тепловой изоляции могут применяться различные материалы: минеральная вата, пенополиуретан и т.п. Конструктивные элементы плоских КСЭ показаны на рис. П.1.3.-П.1.4.

Существуют разнообразные конструкции плоских КСЭ, которые подробно описаны в работах [4,11,13,18]. Тепловая мощность солнечного коллектора оценивается по формуле

$$Q_k = S_k [q_c \eta_0 - \alpha_n (T_{T1} - T_H)] = GC_p (T_{T2} - T_{T1}), \quad (1.20)$$

где S_k – площадь поверхности коллектора, м²; q_c – плотность потока солнечной радиации, поступающей на поверхность коллектора, Вт/м²; η_0 – оптический КПД коллектора (для КСЭ с одинарным остеклением $\eta_0 = 0,78$, а для КСЭ с двойным остеклением $\eta_0 = 0,73$); α_n – общий коэффициент тепловых потерь КСЭ (для КСЭ с одинарным остеклением $\alpha_n = 8$, а для КСЭ с двойным остеклением $\alpha_n = 4,6$), Вт/(м² °С); T_{T1} и T_{T2} – температура теплоносителя на

входе в КСЭ и на выходе из него соответственно, $^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$; G – массовый расход теплоносителя, кг/с; C_p – теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг $^{\circ}\text{C}$)

Коэффициент полезного действия коллектора солнечной энергии определяется его эффективным оптическим КПД $\eta_{\text{о}}$ и эффективным коэффициентом теплопотерь $\alpha_{\text{п}}$ $\eta_{\text{к}} = \eta_{\text{о}} - \alpha_{\text{п}}(T_{\text{т1}} - T_{\text{н}}) / I_{\text{к}}$.

Большое влияние на КПД КСЭ оказывает температура теплоносителя на входе в коллектор: чем она ниже, тем ниже тепловые потери КСЭ и выше его КПД. При увеличении расхода теплоносителя КПД КСЭ возрастает до определенного предела, а затем остается постоянным, так что существует оптимальный диапазон значений расхода теплоносителя.

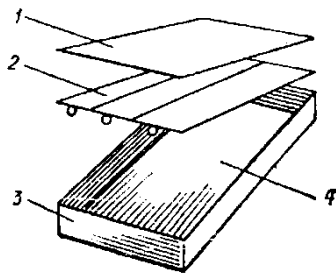


Рис. П1.3 Конструктивные элементы плоского коллектора солнечной энергии:

1 – остекление; 2 – лучепоглащающая поверхность с трубками для нагреваемой жидкости; 3 – корпус; 4 - теплоизоляция

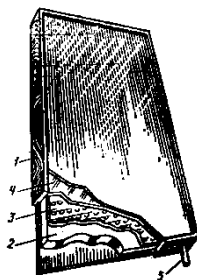


Рис. П1.4. Общий вид плоского коллектора солнечной энергии:

1 – корпус; 2 – теплоизоляция; 3 – лучепоглащающая поверхность; 4 – двухслойное остекление; 5 – патрубок для подвода теплоносителя (патрубок для

Необходимость аккумуляции теплоты в гелиосистемах обусловлена несоответствием во времени и по количественным показателям поступления солнечной радиации и теплопотребления. Поток солнечной энергии изменяется в течение суток от нуля в ночное время до максимального значения в солнечный полдень.

Поскольку тепловая нагрузка отопления максимальна в декабре – январе, а поступление солнечной энергии в этот период минимально, для обеспечения теплопотребления (Q) необходимо улавливать солнечной энергии (E) больше, чем требуется в данный момент (E_1), а ее избыток (E_2) накапливать в аккумуляторе теплоты. Запас энергии в аккумуляторе может быть рассчитан на несколько часов или суток при краткосрочном аккумуляции и на несколько месяцев – при сезонном аккумуляции. Следует отметить, что применение сезонных аккумуляторов пока экономически нецелесообразно. В целом же применение аккумулятора теплоты повышает эффективность гелиосистемы и надежность теплоснабжения.

Низкотемпературные системы аккумуляции теплоты охватывают диапазон температур от 30 до 100 $^{\circ}\text{C}$ и используются в системах воздушного (30 $^{\circ}\text{C}$) и водяного (30-90 $^{\circ}\text{C}$) отопления и горячего водоснабжения (45-60 $^{\circ}\text{C}$). Система аккумуляции теплоты, как правило, содержит резервуар,

теплоаккумулирующий материал, с помощью которого осуществляется накопление и хранение тепловой энергии, теплообменные устройства для подвода и отвода теплоты при зарядке и разрядке аккумулятора и тепловую изоляцию.

Аккумуляторы можно классифицировать по характеру физико-химических процессов, протекающих в теплоаккумулирующих материалах (ТАМ):

1. Аккумуляторы емкостного типа, в которых используется теплоемкость нагреваемого (охлаждаемого аккумулялирующего материала без изменения его агрегатного состояния природный камень, галька, вода, водные растворы солей и др.);
2. Аккумуляторы фазового перехода вещества, в которых используется теплота плавления (затвердевания) вещества;
3. Аккумуляторы энергии, основанные на выделении и поглощении теплоты при обратимых химических и фотохимических реакциях.

Аккумуляторы теплоты емкостного типа (рис. П1.5÷П1.6) наиболее широко распространенные устройства для аккумуляирования тепловой энергии. Теплоаккумулирующую способность или количество теплоты (кДж), которое может быть накоплено в аккумуляторе теплоты емкостного

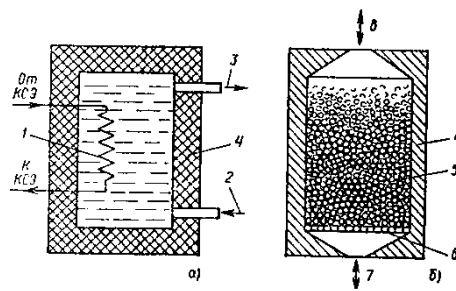


Рис. П1.5. Аккумуляторы теплоты емкостного типа-водяной (а) и галечный (б)

1 – теплообменник; 2 – холодная вода; 3 – горячая вода; 4 – теплоизолированный бак; 5 – слой гальки; 6 – решетка; 7,8 – подвод (отвод) воздуха

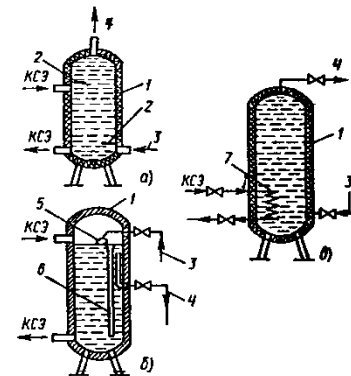


Рис. П1.6. Баки – аккумуляторы горячей воды.

а– бак с подводом холодной воды снизу и внутренними перегородками; б – бак с поплавковым клапаном для подвода холодной воды; в – бак с подводом теплоты из КСЭ через теплообменник; 1 – теплоизолированный корпус; 2 – перегородка; 3 – подвод холодной воды; 4 - отвод горячей воды

типа, определяют по формуле [8,10,12,17]

$$Q = mC_p(T_2 - T_1), \quad (1.21)$$

где m – масса теплоаккумулирующего вещества, кг; C_p – удельная изобарная теплоемкость вещества, кДж/(кг·К); T_1 и T_2 – средние значения начальной и конечной температур теплоаккумулирующего вещества, °С.

Наиболее эффективный теплоаккумулирующий материал в жидкостных солнечных системах теплоснабжения – это вода. Для сезонного

аккумулирования теплоты перспективно использование подземных водоемов, грунта скальной породы и других природных образований.

В крупномасштабных системах аккумулирования теплоты достаточно успешно используют железобетонные и стальные резервуары вместимостью до 100 тыс. м³, в которых горячая вода, обладающая значительной теплоемкостью [4,19 Кдж/(кг·°C)], может сохранять при температуре 80-95°С до 8 тыс. ГДж теплоты. Они достаточно просты в эксплуатации, но требуют больших капиталовложений.

П 1.3. Расчет площади солнечного коллектора и объема бака-аккумулятора

Основным элементом системы солнечного теплоснабжения (рис. п1.2.) является коллектор солнечной энергии (КСЭ), конструкция и общий вид которого показаны на рис. П.1.3. и П.1.4.

Расчет теплового баланса для солнечного коллектора сводится к определению доли суммарного теплового потока, переданного теплоносителем [4,11]. Тепловую мощность на поверхности КСЭ можно определить по формуле

$$Q = a \tau S_k q_c, (1.22)$$

где a и τ - соответственно поглощательная и пропускательная способность материалов коллектора для солнечной радиации (принимаются: $a= 0,85-0,98$; $\tau=0,9-0,95$ [4]); S_k —площадь поверхности солнечного коллектора, м²; q_c –плотность солнечной энергии на горизонтальной поверхности, Вт/м².

Значения q_c определяются по формуле [11].

$$q_c = k_{нг} q_{сг}, (1.23)$$

где $k_{нг}$ —отношение среднемесячного значения плотности прямой солнечной радиации, приходящей на наклонную поверхность к значению прямой радиации, приходящей на горизонтальную поверхность для каждого месяца (при проведении практических расчётов можно принимать $k_{нг} = 0,65$);

$$q_{сг} = Q_{сп}(0,25 \cdot \cos \varphi + 0,52 \cdot \tau / \tau_{max}), (1.24)$$

где $Q_{сп}=9830$ Вт·ч/м²·сут – солнечная постоянная (или $9830/24=409,6$ Вт/м²); τ и τ_{max} -средняя и максимальная возможная продолжительность солнечных дней для места проектирования системы(для условий 42⁰ географической широты значения $\tau=200$ суток = 4800 часов и $\tau_{max} = 250$ сут. = 6000 часов)

С учётом вышеприведённых цифр значения $q_{сг}$ будут равны

$$q_{сг} = 409,6(0,25 \cdot 0,7413 + 0,52 \cdot 0,8) = 246,5 \text{ Вт/м}^2.$$

При $\kappa_{нг} = 0,65$

$$q_c = \kappa_{нг} \cdot q_{сг} = 0,65 \cdot 246,5 = 160 \text{ Вт/м}^2.$$

Полученное значение q_c близко к значениям, приведённым в работе [4] для 42° географической широты, равные 159 Вт/м^2 .

Принимая в первом приближении площадь КСЭ $S_k = 10 \text{ м}^2$, а значения $a = 0,98$; $\tau = 0,95$, в формуле (1.22), получаем

$$Q_k = 0,98 \cdot 0,95 \cdot 10 \cdot 1600 = 1450 \text{ Вт/м}^2 = 1,45 \text{ кВт/м}^2.$$

Количество тепла, переданного теплоносителю (воде) при естественной циркуляции, определяем по формуле

$$Q_T = T_B \cdot c_p^B (t_2 - t_1) / (\tau - \tau_0), \quad (1.25)$$

где T_B - масса воды в системе, кг; c_p^B - теплоемкость воды (при температуре воды от 0°C до 100°C ; $c_p^B = 4,190 \text{ кДж/кгК}$); t_2 и t_1 - температура воды на входе и выходе из КСЭ соответственно, $^\circ\text{C}$; τ_0 и τ - начальное и текущее значение времени, с.

Это же количество теплоты можно определить и в виде [4,11]

$$Q_T = \eta_c \cdot Q_k, \quad (1.26)$$

η_c - коэффициент полезного действия системы.

Показателем эффективности КСЭ является его коэффициент полезного действия, равный отношению теплопроизводительности коллектора к количеству солнечной энергии, поступающей на коллектор:

$$\eta_c = Q_k / (E_k S_k), \quad (1.27)$$

где Q_k - теплопроизводительность коллектора, Вт·ч; E_k - количество солнечной энергии, поступающей на 1 м^2 площади поверхности КСЭ, Вт·ч/м²; S_k - площадь поверхности абсорбера КСЭ, м².

Время нагрева воды можно оценить, приравняв выражения (1.26) и (1.25) в виде

$$\tau = \frac{T_B \cdot c_p^B (t_2 - t_1)}{\eta_c \cdot Q_k}. \quad (1.28)$$

Если принять $\tau_0 = 0$; $t_2 = 100^\circ\text{C}$; $t_1 = 80^\circ\text{C}$; $\eta_c = 0,65$, а $T_B = 150 \text{ кг}$, то

$$\tau = 150 \cdot 4,19 \cdot 20 / (0,65 \cdot 1,45) = 133357 \text{ с} = 3,7 \text{ ч}.$$

Расход воды через КСЭ при естественной циркуляции осуществляется вследствие разности температур на входе и выходе. Этот расход можно определить по формуле

$$G_B = \eta Q_k / (c_p \cdot \Delta t), \quad (1.29)$$

где $\Delta t_{cp}^B = (100+80)/2$ – средняя температура воды в КСЭ, °С. Значения Δt_{cp}^B можно оценить более точно по формуле температурного напора в виде

$$\Delta t_{cp}^B = (t_2 - t_1) / \ln \frac{t_2}{t_1}. \quad (1.30)$$

Подставляя значения величин, входящих в формулу (1.29), получим

$$G_2 = 0,65 \cdot 1,45 / (4,19 \cdot 90) = 0,0025 \text{ кг/с.}$$

При известном расходе скорость циркуляции определяем из выражения

$$\varpi = G_B / (F_{ж.с} \cdot \rho_B), \quad (1.31)$$

где $F_{ж.с}$ - площадь живого сечения трубопровода, м²; ρ_B - плотность воды, кг/м³.

Принимая диаметр трубопровода $\alpha_{тп} = 50$ мм, плотность воды $\rho_B = 1000$ кг/м³ и подставляя эти значения в формулу (1.31), имеем

$$\varpi = 0,0025 / (0,00196 \cdot 1000) = 0,00127 \text{ м/с.}$$

Уточним режим циркуляции (течения) с помощью критерия Рейнольдса

$$R_B = \varpi \cdot d_{тп} / \nu, \quad (1.32)$$

где ν - коэффициент кинематической вязкости (при $\Delta t_{cp} = 90^\circ\text{C}$ $\nu = 0,314 \cdot 10^{-6}$ м²/с).

Подставляя значения скорости, диаметра и кинематической вязкости в формулу (1.32), получим

$$R_B = 0,00127 \cdot 0,05 / (0,314 \cdot 10^{-6}) = 202.$$

Так как режим устойчиво ламинарный, то для определения коэффициента теплоотдачи α воспользуемся критериальным уравнением Нуссельта в виде [8,12].

$$N_u = 0,15 \cdot R_B^{0,33} \cdot P_r^{0,43} \cdot G_r^{0,1} \cdot \left(\frac{P_{г.ж.}}{P_{г.ст.}} \right)^{0,25}, \quad (1.33)$$

где $P_{г.ж.} = a/\nu$ - число Прандтля (при средней температуре теплоносителя $\Delta t_{cp} = 90^\circ\text{C}$ число $P_{г.ж.} = 1,95$); a – коэффициент температуропроводности, м²/с; $G_r = \beta g d^3 \Delta t / \nu^2$ - число Грасгофа; $P_{г.ст.}$ - число Прандтля для стенки.

Отношение $\left(\frac{P_{г.ж.}}{P_{г.ст.}} \right)^{0,25}$ близко к единице.

Подставив значения величин в формулу для числа Грасгофа, найдем его численные значения

$$G_g = \frac{1 \cdot 9,81(0,05)^3 \cdot 1,5}{363 \cdot (0,314 \cdot 10^{-6})^2} = 5139430.$$

Тогда, при известных значениях чисел: $R_e^{0,33} = 5,76$; $P_g^{0,43} = 1,33$; $G_g^{0,1} = 0,9$, число Нуссельта, вычисленная по формуле (1.33) будет равно

$$N_u = 0,15 \cdot 5,76 \cdot 1,33 \cdot 0,9 = 6,8.$$

Зная численные значения N_u , определим коэффициент α по формуле

$$\alpha = N_{и} \cdot \lambda / d_{тр}, (1.34)$$

где λ - коэффициент теплопроводности воды (при $\Delta t_{ср} = 90^\circ\text{C}$ $\lambda_{в} = 0,680$ кДж/м град).

Подставляя численные значения $N_{и}$ и $\lambda_{в}$ в формулу (1.34), получим

$$\alpha = 6,8 \cdot 0,680 / (0,05) = 92,5 \text{ кДж/ (м}^2 \text{ с град)}.$$

Уточним площадь солнечного коллектора используя формулу (1.22) в виде

$$S_k = Q_k / (\alpha \cdot \Delta t). (1.35)$$

где $\Delta t = (\Delta t_{ср}^{сг} - \Delta t_{ср}^c)$ - разность температур между средней температурой стенки и средней температурой теплоносителя (воды), $^\circ\text{C}$.

При проведении практических расчетов значения Δt с достаточной точностью можно принять, равными $\Delta t = (1,5 \div 2,0) ^\circ\text{C}$, так как металл обладает высокой теплопроводностью, а стенки трубопровода имеют небольшую толщину (например, $\delta = 2,0 - 3$ мм).

Подставив значения суммарного потока солнечной радиации, коэффициента α и $\Delta t = 1,5^\circ\text{C}$ в формулу (1.35), получим

$$S_k = 1450 / (92,5 \cdot 1,5) = 10,45 \text{ м}^2.$$

Таким образом, предварительно заданная площадь солнечного коллектора $S_k = 10 \text{ м}^2$ является правильной и обеспечивает поддержание температуры в помещениях в необходимых пределах.

Площадь солнечного коллектора и объем бака-аккумулятора можно приближенно оценить и по номограмме.

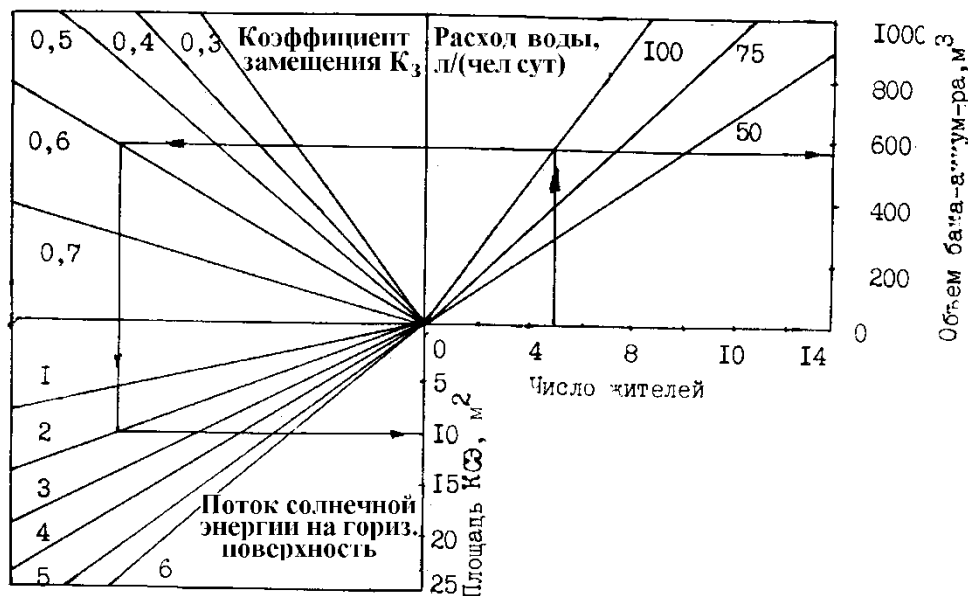


Рис. П1.7. Номограмма для расчета солнечных водонагревательных установок. Годовое поступление солнечной энергии на горизонтальную поверхность (Вт/м^2)
1 – 1650; 2 – 1450; 3 – 100; 4 – 1200; 5 – 1100; 6 – 950

Номограмма (см. рис. П.7) представляет собой семейство линий характеризующих расход воды на одного человека в сутки согласно существующим нормативам G_B (в правом верхнем квадрате); значения коэффициентов замещения K_3 , представляющего собой долю теплоты, компенсированной системой солнечного теплоснабжения (в верхнем левом квадрате) и линии плотностей солнечной радиации на горизонтальную поверхность q_c . По оси абсцисс номограммы отложены цифры, характеризующие число жителей в доме, по оси ординат отложены искомая площадь солнечного коллектора и объем бака-аккумулятора (теплообменника) для поддержания необходимых параметров системы в ночное время. Порядок пользования номограммой следующий. В зависимости от числа жителей (например, в нашем случае 5 человек), проживающих в доме, проводится линия параллельная оси ординат до встречи с линией, соответствующей выбранному нормативному расходу воды на одного человека. Из этой точки проводится линия параллельная оси абсцисс до пересечения с кривой, характеризующей принятое значение коэффициента замещения K_3 , затем опускается перпендикуляр до пересечения с линией расчетных значений плотности солнечной радиации q_c . Из этой точки проводится линия параллельная оси абсцисс до встречи с осью ординат и определяется площадь предполагаемого солнечного коллектора S_k , а на оси ординат (в правом квадрате) в месте пересечения параллельной оси абсцисс линии с верхней осью ординат определяется объем бака-аккумулятора V_0 .

Так для числа жителей 5 человек при норме расхода воды в 100 л/(чел сут), коэффициенте замещения равном $K_3 = 0,6$ и расчетном значении плотности потока солнечной радиации $q_c = 1450 \text{ Вт/м}^2$ для поддержания в комнатах (см. рис. П.1) температуры (18÷20) °С необходимо иметь солнечный коллектор площадью $S_k = 10 \text{ м}^2$ и бак-аккумулятор объемом $V_0 = 570 \text{ м}^3$.

Таким образом, площадь солнечного коллектора и другие параметры системы солнечного теплоснабжения можно определить различными методами, приведенными в литературных источниках отечественных и зарубежных авторов [2,4,11,13,14,18]. Однако необходимо отметить, что могут быть и другие методы, отличающиеся от известных простотой и наглядностью. При наличии таких методов (способов) необходимо ими воспользоваться.

Заключение

Устойчивый рост потребления органического топлива и энергии, невозобновляемость потребляемого топлива, ограниченные возможности его добычи, усиление загрязнения окружающей среды определяют в настоящее время направление повышенного интереса к вопросам рационального использования топливно-энергетических ресурсов. Одним из направлений экономии топлива является использование нетрадиционных источников

энергии (НИЭ). В работе рассмотрены вопросы использования солнечной и биогазовой энергии для теплоснабжения жилых домов. Показано, что комбинированная система отопления, включающая автономные подсистемы солнечного теплоснабжения и биогазового отопления позволит не только поддерживать температуру в помещениях жилого дома в требуемых пределах (18-20°C), но и существенно снизить расходы на органическое топливо. Подобные системы особенно эффективны в сельской местности.

Выполненные в курсовой работе расчеты позволяют сделать следующие выводы:

1. Система солнечного теплоснабжения при площади коллектора 10 м² и объеме бака-аккумулятора 150 л. достаточна для отопления частного жилого дома с числом жителей 5 человек.
2. Разработана система отопления дома с использованием биогаза в топочном объеме миникотла. Предложена методика расчета параметров процесса горения, биогазового генератора и миникотла, определен необходимый расход газа на горение, а также по определению необходимого расхода газа на горение.
3. Проанализированы схемные решения вариантов использования комбинированной системы отопления дома на основе солнечной и биогазовой энергий для отопления и горячего водоснабжения.
4. Оценена экономическая эффективность использования подобных систем отопления по сравнению с традиционными системами. Приведены схемные решения различных направлений перспективного использования нетрадиционных источников энергии.

Литература

1. Бабаев Б.Д., Данилин В.Н. Энергоаккумулирующие установки.- Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2002, с.148.149с.
2. Беркман У., Клейн С., Даффи Дж. Расчеты системы солнечного теплоснабжения.- М.: Энергоиздат, 1982. 108 с.
3. Болгарский А.В. и др. Термодинамика и теплопередача.- М.: Высшая школа, 1964. 458 с.
4. Валов М.И., Казанджан Б.И. Системы солнечного теплоснабжения.- М.: Изд. МЭИ, 1991. 140 с.
5. Ерохин В.Г., Маханько М.Г. Сборник задач по основам гидравлики и теплотехники.-М.: Энергия, 1979. 240 с.
6. Енохович А.С. Краткий справочник по физике.- М.: Высшая школа. 1976. 288 с.
7. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача.- М.: Энергия, 1975. 440 с.
8. Кутателадзе С.С., Боришанский В.М. Справочник по теплопередаче.- М.: Госэнергоиздат, 1959. 414 с.
9. Лебедев Г.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки.- М.: Энергия, 1972. 48 с.
10. Мамаев Н.И. Теоретические основы теплотехники.- Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2002. 148 с.
11. Мамаев Н.И., Бабаев Б.Д. Физические основы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии.- Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2001. 116 с.
12. Михеев М.А., Михеева Н.М.. Основы теплопередачи.- М.: Энергия, 1973. 320 с.
13. Метод расчета солнечных водонагревателей./Использование солнечной энергии.- М.: АН СССР, 1967, №1. с. 177-201.
- 14.Рекомендации по расчету и проектированию систем горячего водоснабжения.- Ташкент, АН Уз. ССР, 1977. 36 с.
15. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. /Под ред. А.А. Николаева.- М.: Стойиздат, 1965. 240 с.
- 16.Справочник проектировщика, ч.1. Отопление, водопровод, канализация. /Под ред. И.Г. Старовойтова.- М.: Строиздат, 1975. 278 с.
- 17.Справочник по гидравлическим расчетам.- М.: Энергия, 1972. 312с.
18. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки.- М.: Энергоиздат, 1991. 208 с.