

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки(специальность) 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Отделение школы(НОЦ) материаловедения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы			
Исследование возможностей устройств солнечной энергетики для Томской области			
УДК 621.472-047.37			
Студент			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ61	Исакова Алёна Игоревна		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крауиньш Д.П.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Хаперская А.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Крауиньш П.Я.	д.т.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Отделение школы (НОЦ) материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Крауиньш П.Я..
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ61	Исаковой Алёне Игоревне

Тема работы:

Исследование возможностей устройств солнечной энергетики для Томской области

Утверждена приказом директора (дата, номер)

20.03.18. №1974/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

14 июня 2018

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объект исследования: модель солнечного коллектора для нагрева воды

Предмет исследования: эффективность солнечного коллектора для Томска

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор. 2. Расчёты и аналитика 3. Разработка конструкции 4. Разработка методики проведения эксперимента 5. Эксперимент и анализ экспериментальных данных. 6. Подготовка графического материала и пояснительной записки.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>3D-модель, результаты исследования .</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Хаперская А.В.
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Крауиньш Д.П.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ61	Исакова Алёна Игоревна		

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по основной образовательной программе подготовки магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль подготовки «Конструирование технологического оборудования» инженерная школа новых производственных технологии, отделение материаловедения, руководитель ООП Крауиньш П.Я.

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
П р о ф е с с и о н а л ь н ы е к о м п е т е н ц и и		
P1	Применять глубокие естественно-научные, математические и инженерные знания для создания нового технологического оборудования и его эксплуатации.	Применять глубокие естественно-научные, математические и инженерные знания для создания нового технологического оборудования и его эксплуатации.
P2	Применять глубокие знания в области современных методов проектирования и технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач	Требования ФГОС ВО (ПК-1, ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием технологических машин и их эксплуатацией, с использованием производственных испытаний, системного анализа, моделирования объектов и процессов машиностроения	Требования ФГОС ВО (ПК-16, ОК-2, 3), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P4	Разрабатывать и проектировать новое оборудование и технологические машины и использовать новое оборудование, и инструменты для производства изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ПК-5, 23, 26), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования при создании современных	Требования ФГОС ВО (ПК-21, 24, ОК-4, 6), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

	высокоэффективных машин, технологий производства изделий, материалов, нанотехнологий	критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	Требования ФГОС ВО (ПК-1, 2, 4, 14, 15, 25), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
У н и в е р с а л ь н ы е		
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС ВО (ПК-3, 8, 9, 10, 11, 12, 13), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности	Требования ФГОС ВО (ПК-7, ОК-9), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС ВО (ПК-6, 17, 18, ОК-10), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития	Требования ФГОС ВО (ПК-22, ОК-7), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1, 5), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку 100 страниц. Включает в себя 23 рисунков и 30 таблиц.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечный коллектор, гелиоустановка, теплоноситель, плоский солнечный коллектор

Объектом проектирования является солнечный коллектор для нагрева воды.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование эффективности использования солнечного коллектора с битумом в качестве абсорбирующего покрытия для нагрева воды в климатических условиях Томска.

В результате процесса разработки создана математическая и физическая модели.

Внешние габариты солнечного коллектора составляют 500x1000x100 мм. Конструкция состоит из 4 сборочных единиц: прозрачного стекла, битумного покрытия и медных трубок в теплоизолирующем корпусе.

В процессе исследования проводились: разработка математической модели солнечного коллектора для нагрева жидкости за счёт солнечного тепла, а также была расписана методика эксперимента и сделан сам физический эксперимент, результаты которого оформлены в таблицы и графики. Также были рассмотрены вопросы безопасности при эксплуатации данной гелиоустановки.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Тип коллектора – плоский

Площадь поглощающей поверхности 480x980

вес - не более 5 кг.

габариты 500x1000x100 (мм).

Степень внедрения: результаты исследования могут использоваться для производства и продажи солнечных коллекторов в Томске в летний период.

Область применения: солнечная энергетика

Экономическая эффективность/значимость работы определена путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического уровня и приемлемый уровень рисков.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

КПД солнечного коллектора: Отношение теплопроизводительности коллектора к поступившей за тот же период времени на его габаритную площадь суммарной солнечной энергии

солнечный коллектор: Устройство для поглощения энергии солнечного излучения и преобразования ее в тепловую энергию

солнечное теплоснабжение: Использование энергии солнечного излучения для отопления, горячего водоснабжения и обеспечения технологических нужд различных потребителей.

теплоноситель: Жидкое или газообразное вещество, применяемое для передачи тепловой энергии.

Сокращения

СК – солнечный коллектор;

ВСК – вакуумный солнечный коллектор;

ПСК – плоский солнечный коллектор;

КПД – коэффициент полезного действия;

ТН – теплоноситель;

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 51594-2000 Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Термины и определения.
2. ГОСТ Р 51595-2000 Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Общие технические условия.
3. ГОСТ Р 51596-2000 Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Методы испытаний.
4. ГОСТ Р 55617.1-2013 (ЕН 12975-1:2006) Возобновляемая энергетика. Установки солнечные термические и их компоненты. Солнечные коллекторы. Часть 1. Общие требования.
5. ISO 26000:2010 «Руководство по социальной ответственности».
6. ГОСТ 12.2.032 – 78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
7. ГОСТ 12.0.003 – 74 ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
9. СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
10. ГОСТ 30494 – 2011. «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении».
11. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
12. СНиП 23 – 05 – 95. «Естественное и искусственное освещение».
13. ГОСТ 12.0.002 – 2003. «Система стандартов безопасности труда. Термины и определения».
14. ГОСТ 12.1.019 – 79 ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
15. ГОСТ 12.1.004 – 91 ССБТ. «Пожарная безопасность».
16. СНиП 21 – 01 – 97. «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
17. СНиП 2.01.02 – 85. «Строительные нормы и правила. Противопожарные нормы».

Введение	13
1. Литературный обзор.....	15
1.1. Производство солнечной электроэнергии	16
1.2. Производство тепловой энергии	17
1.3. Солнечное отопление зданий	17
1.4. Нагрев воды	18
1.4.1. Солнечные коллекторы	18
Вывод по разделу 1:	24
2. Объект и методы исследования	25
2.1. Цели проводимой работы	25
2.2. Обоснование для разработки	25
2.3. Основное содержание работы.....	25
2.4. Методы исследования	25
2.5. Источники разработки	25
2.6. Основные технические характеристики установки.....	25
3. Расчёты и аналитика.....	26
3.1. Постановка задачи исследования.	26
3.2. Математическая модель солнечного коллектора	26
3.3. Исследование математической модели	29
3.3.1. Погода.....	30
3.3.2. Конструкция.....	36
Вывод по разделу 3:	42
4. Разработка новой модели плоского жидкостного солнечного коллектора ..	43
4.1. Устройство солнечного коллектора	43
5. Исследовательская часть.....	44
5.1. Методика проведения эксперимента.....	46
5.2. Результаты эксперимента.....	46
Вывод по разделу 5	48
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	51
6.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	51
6.2. Анализ конкурентных технических решений	52

6.3. FAST-анализ	53
6.3.2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом	53
6.3.3. Определение значимости выполняемых функций объектом	54
6.3.4. Анализ стоимости функции выполняемых объектом исследования	55
6.3.5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ	55
6.3.6. Оптимизация функции выполняемых объектом	56
6.4. SWOT– анализ	57
6.5. Оценка готовности проекта к коммерциализации	59
6.6. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	60
6.7. Инициация проекта	60
6.8. Организационная структура проекта	61
6.9. Планирование управления научно-техническим проектом	62
6.9.1. Планирование научно-исследовательских работ	62
6.10. Бюджет научно-технического исследования	64
6.10.1. Расчет материальных затрат НИИ	64
6.10.2. Основная заработная плата исполнителей	65
6.10.3. Дополнительная заработная плата исполнителей	67
6.10.4. Отчисления во внебюджетные фонды	68
6.10.5. Контрагентные расходы	69
6.10.6. Накладные расходы	71
6.10.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	71
6.11. Реестр рисков проекта	72
6.12. Определение ресурсной финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	72
Вывод по разделу 6	75
7. Социальная ответственность	78
7.1. Производственная безопасность	78

7.1.1 Анализ опасных и вредных факторов при проведении исследований	78
7.1.2 Повышенный уровень шума	79
7.1.3 Отклонение показателей микроклимата	80
7.1.4 Нехватка естественного света, малая освещенность	81
7.1.5. Подвижные и вращающиеся части устройства.	82
7.1.6. Электрический ток.....	82
7.2. Экологическая безопасность	83
7.2.1. Методы утилизации	83
7.2.2. Этапы утилизации солнечного коллектора	84
7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	84
7.3.1. Пожарная безопасность.....	84
7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	85
7.4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.	85
7.4.2. Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны.....	86
Список публикаций	89
Список используемых источников.....	90
Приложение А	91

Введение

В наше время загрязнение окружающей среды постоянно растет и этому, не малой степени способствуют используемые методы добычи энергии. На тепловой баланс и экологию это оказывает непоправимый урон, между тем привычное для нас топливо имеет ограниченный объем и вскоре будет исчерпано. При этом потребности в энергии все растут и стоимость их повышается. Все эти факторы говорят о том, что пора задуматься о каких-то альтернативных источниках получения энергии, к которым относятся солнечная энергия, ветровая, геотермальная, энергия морских волн и приливов. Преимущество данных источников в том, что они неисчерпаемы и бесплатны. Сегодня данные источники уже широко используются в ряде стран не только в промышленных масштабах, но и в частных секторах.

Использование солнечной энергии для теплоснабжения является одним из ведущих трендов развития мировой энергетики на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). На основании обзора мирового рынка солнечного теплоснабжения, среди наиболее применяемых технологий использования ВИЭ, солнечное теплоснабжение находится на втором месте. Солнечных тепловых установок в мире 535 млн. м² общей тепловой мощностью 374 ГВт, в России – 307 гелиоустановок общей площадью 16440 м², мощностью 13,15 МВт.



Рис.1 Карта интенсивности солнечного излучения в России [1]

Солнечных ресурсов России достаточно для круглогодичной работы, такой вывод можно сделать из анализа среднегодового поступления солнечной энергии в разных частях России. Даже в районе Сибири можно наблюдать довольно высокие показатели. На практике возможен ряд трудностей, так как в реальных условиях солнечный коллектор может не выдавать те характеристики, заявленные предприятием – изготовителем. Это зависит от

многих факторов, таких как широта местности, где расположена установка, угол наклона по отношению к Солнцу, спектральный состав излучения, погода, время суток и температура. Поэтому решение данного вопроса является актуальным.

Актуальность проблемы:

Проблема исчерпаемости природных ресурсов есть, и с каждым годом она будет набирать оборот, ведь потребление увеличивается, а объемы ресурсов соответственно уменьшаются. И можно начать с малого, например, соединить две проблемы, это отключение воды в весенне-летний период и использование альтернативного источника, вместо электричества. Таким образом можно постепенно уменьшать затраты электроэнергии, развивать альтернативную энергетику и с помощью нее экономить, сначала мы нагреваем воду летом с помощью солнца, затем обогреваем дом, и аккумулируем солнечную энергию для работы электротехники, а в впоследствии уже строим дома обособленные от электростанции или работающие от солнечных электростанции.

Цель работы:

Проверить эффективность битумного покрытия в качестве абсорбирующего материала СК для использования в Томске.

Проблема исследования: Для эффективной работы солнечного водонагревателя в условиях Сибири требуются большие денежные затраты.

Задачи исследования:

Исследование возможностей использования потенциала солнечного тепла в Томске

Литературный обзор с целью поиска технического решения по увеличению эффективности конструкции солнечного водонагревателя.

Разработка и расчёт модели солнечного водонагревателя с учетом новых технических решений.

Проектирование и сборка макета модели

Исследование модели

Сравнительный анализ нового конструкционного решения с уже существующими.

Второстепенными задачи являются:

Изучение мирового и российского рынка с целью выявления конкурентоспособности новой модели солнечного коллектора

Стандартны применения новой конструкции в системах водоснабжения

Противоречия, разрешаемые в работе:

Климатические параметры Сибири неблагоприятно влияют на эффективность солнечного коллектора.

При повышении эффективности коллектора повышается его цена.

Объект исследования: солнечный коллектор

Предмет исследования: конструктивные особенности, влияющие на эффективность и процессы теплопередачи энергии в солнечном коллекторе

Научная новизна: Использование битума в качестве абсорбера солнечного коллектора в Томске.

Научные положения: Эффективность солнечного коллектора меняется в зависимости используемого абсорбера и конструкции

Практическая значимость:

Эффективность солнечного коллектора зависит от величины теплопотерь.

Эффективность солнечного коллектора зависит от конструктивных особенностей коллектора, таких как диаметр и длина трубы, материал и размеры абсорбера;

1 Литературный обзор

С ростом спроса на энергию растет спрос на альтернативные виды источников энергии. Всемирное использование ископаемых видов топлива привело к критической ситуации глобального потепления, что значительно влияет на наше здоровье, окружающую среду и климат. Широкий акцент был сделан на внедрение возобновляемых источников энергии. Солнечная энергия является наиболее распространенной формой возобновляемых источников энергии и может частично заменить ископаемое топливо.

Под действием солнца электромагнитные лучи в виде излучаемой энергии постоянно выделяются в космос. Эти лучи движутся в пространстве во всех направлениях, а некоторые достигают поверхности Земли. Энергия излучения солнца, достигает Земли за очень короткий период времени.

Фактически, количество солнечной энергии, которая достигает поверхности Земли каждый час, больше, чем наш общий спрос на энергию за один год. Поскольку солнце ярко светит 24 часа в сутки, 365 дней в году, солнечная энергия классифицируется как ресурс возобновляемых источников энергии, и для всех практических целей мы можем рассматривать мощность излучения солнца, как солнечную энергию. Земля получает солнечную энергию в виде электромагнитных волн. Количество солнечной радиации, которая фактически падает на поверхность Земли в определенном месте и времени, зависит от многих факторов, таких как время дня (утро, день или ночь), время года (времена года) и географической широты на поверхности Земли.

Количество энергии, доступное для использования в солнечной энергетической системе, представляет собой лишь очень небольшое количество общего солнечного излучения, получаемого землей. Это вызвано главным образом из-за наличия облаков, самой атмосферы и условий на поверхности земли, из-за чего большая часть этой солнечной энергии поглощается либо отражается обратно в небо и космос.

В полдень в ясный, солнечный и безоблачный день, посреди пустыни, солнечная энергия, у поверхности земли, может достигать 1000 Вт на один квадратный метр, или 1 кВт на м² площади, по направлению к солнцу. В среднем для различных мест по всему миру, наиболее реалистичными являются значения от 600 до 800 Вт на м². Для того чтобы получать максимальное количество солнечной энергии на квадратном метре площади, нам нужно учесть угол наклона между солнцем и землей, зависимость количества получаемой солнечной энергии от времени суток, времени года, и отслеживать изменение положение солнца относительно поверхности.

В летние месяцы, поверхности земли достигает большее количество солнечной энергии, чем в зимние. Кроме того, важную роль играет географическая широта, а также состояние атмосферы, облачный покров и т. п. Наиболее пригодным с точки зрения местоположения сбора солнечной энергии является южное полушарие, где концентрированная солнечная энергия помогает нам преодолеть некоторые из этих недостатков.

Целью данной работы является исследование возможности использования солнечных энергетических систем в городе Томске.

Основные способы применения солнечной энергии.

Некоторые из основных видов применения солнечной энергии:

1. Производство электроэнергии;
2. Производство тепловой энергии;
3. Обогрев зданий;
4. Нагрев воды;

1.1. Производство солнечной электроэнергии

Электрическая энергия или электричество могут быть получены непосредственно из солнечной энергии с помощью фотогальванических элементов. Фотогальваническая ячейка представляет собой устройство преобразования энергии, которое используется для превращения фотонов солнечного света непосредственно в электричество. Он выполнен из полупроводников, которые поглощают фотоны, полученные от Солнца, создавая свободные электроны с высокой энергией.

Фотогальванические элементы могут применяться в труднодоступных для прокладки линий электропередач, местах: для управления ирригационными насосами, дорожных знаков, навигационных сигналов, системам экстренного вызова, автоматическими метеорологическими станциями и т. п.

Они также используются для мониторинга погоды, в качестве переносных источников питания для телевизоров, калькуляторов, часов, считывателей компьютерных карт, зарядки аккумулятора и спутников и т. Д. Кроме того, фотогальванические элементы используются для питания насосных установок для орошения, питьевой воды снабжения и обеспечения электричества в сельских районах, например, уличных фонарей и т. д.

1.2. Производство тепловой энергии

Производство солнечной тепловой энергии заключается в преобразовании солнечной энергии в электричество посредством тепловой энергии. В этом способе солнечная энергия сначала используется для нагрева рабочей жидкости, воды или любой другой жидкости. Затем эта тепловая энергия преобразуется в механическую энергию турбины. Наконец, генератор, связанный с турбиной, преобразует эту механическую энергию в электрическую энергию.

1.3. Солнечное отопление зданий

Солнечная энергия может использоваться для обогрева помещений зданий разными способами, а именно:

- Сбор солнечной радиации элементами здания.
- Использование отдельных солнечных коллекторов, которые могут нагревать воду или воздух, и устройства хранения, которые могут накапливать собранную солнечную энергию для использования ночью и в нерабочие дни.

Когда зданию требуется тепло, то от этих коллекторов или устройств хранения, тепло передается вентиляторами или насосами по воздуховодам и трубопроводам.

Когда зданию не требуется тепло, нагретый воздух или вода из коллектора могут быть перемещены в устройство для хранения тепла, изолированный резервуар для воды или другой теплоноситель. Во время отсутствия солнца в качестве резервной системы требуется вспомогательная система отопления с использованием газа, масла или электричества.

1.4. Нагрев воды

Устройство для нагрева воды от солнечной энергии содержит плоский металлический лист, покрытый черной краской, к которому крепятся металлические трубки, обращенные к солнцу. Плоский коллектор имеет прозрачную стеклянную крышку сверху и слой теплоизоляции под ним.

С помощью труб коллектор соединён с изолированным резервуаром, который хранит горячую воду во время пасмурных дней. Коллектор поглощает солнечные излучения и передает тепло воде, циркулирующей по трубам, под действием силы тяжести, либо с помощью насоса.

Эта система водонагрева обычно используется в гостиницах, гостевых домах, туристических бунгало, больницах, столовых, а также на внутренних и промышленных предприятиях.

1.4.1. Солнечные коллекторы

На рисунке 2 представлено несколько видов тепловых коллекторов.



Рис. 2 Виды солнечных коллекторов

Существует множество конструкций солнечных коллекторов. Эффективностью коллектора считается мера того, насколько хорошо он преобразует излучение в полезную теплоту. Проход большего количества жидкости через коллектор (или ускорение скорости течения жидкости) не приводит к увеличению получаемого тепла, поскольку оно определяется поглощаемым излучением. Однако проход большего количества жидкости через коллектор приводит к меньшим тепловым потерям, и, следовательно, лучшей эффективности.

Плоские коллекторы

Этот вид коллекторов представляет собой плоский металлический ящик, который имеет прозрачное остекление, закрывающее сверху пластину, покрытую черным, абсорбирующим материалом. Стороны и дно коллектора обычно покрыты теплоизоляционным материалом, чтобы минимизировать потери тепла на другие части коллектора. Солнечное излучение проходит через прозрачный материал остекления и попадает на пластину поглотителя. Эта пластина нагревается, перенося тепло на воду или воздух, который удерживается между остеклением и пластиной поглотителя. Иногда эти пластины окрашиваются специальными покрытиями, предназначенными для поглощения и сохранения тепла лучше, чем традиционная черная краска. Пластины обычно изготавливаются из металла, который является хорошим проводником - обычно медь или алюминий

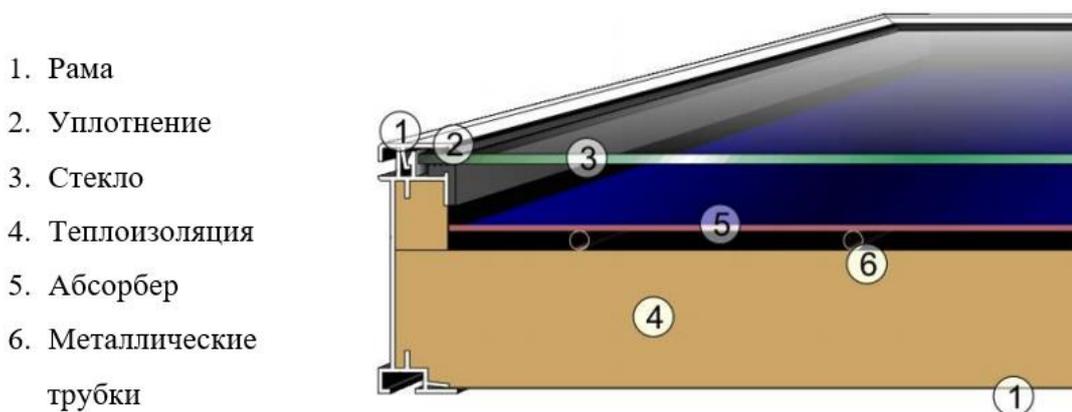


Рис. 3 Конструкция плоского коллектора.

Коллекторы с плоскими пластинами обычно работают и достигают максимальной эффективности в диапазоне температур от 30 до 80 ° С, однако некоторые новые типы коллекторов, которые используют вакуумную изоляцию, могут достигать более высоких температур (до 100 ° С). Доказано, что из-за введения селективных покрытий температура застойной жидкости в плоских коллекторах достигает 200 ° С.

Некоторые преимущества плоских коллекторов:

- Простота изготовления;
- Дешевизна;
- Поглощает как прямое, так и рассеянное солнечное излучение;
- Устанавливается неподвижно и не требует дополнительных устройств слежения;
- Простота технического обслуживания;

Коллекторы с вакуумными трубками

Коллекторы с вакуумными трубками состоят из ряда параллельных прозрачных, стеклянных трубок, соединенных с теплопроводящими каналами коллектора и используемыми вместо теплопоглощающей пластины, которую мы видели в предыдущем плоском коллекторе. Эти стеклянные трубки имеют цилиндрическую форму, поэтому направление солнечных лучей всегда перпендикулярно к теплопоглощающим трубам, что позволяет коллектором работать хорошо, даже когда солнечного света мало, например, рано утром или поздно днем, или, когда облачно. Вакуумные трубчатые коллекторы особенно полезны в районах с холодной, облачной зимней погодой.



Рис.4. Коллектор с вакуумными трубками

Существует несколько различных конфигураций вакуумных труб: одностенные трубки, трубки с двойной стенкой, прямоточные или перьевые трубки. Эти различия могут определять, как жидкость циркулирует внутри коллектора.

Перьевые вакуумные трубки.

В коллекторах с перьевыми вакуумными трубками, используется герметичная трубка, изготовленная, обычно, из меди, для повышения эффективности коллектора при низких температурах. Данная трубка прикрепляется к отражающей пластине. Внутри полой медной трубки содержится небольшое количество спиртовой жидкости низкого давления, с некоторыми добавками для предотвращения коррозии и окисления.

Наличие низкого давления, позволяет жидкости испаряться при очень низких температурах. При попадании солнечного излучения на поверхность пластины, жидкость внутри трубки превращается в пар с высокой температурой. Этот пар поднимается до верхней части трубки, нагревая ее до очень высокой температуры.

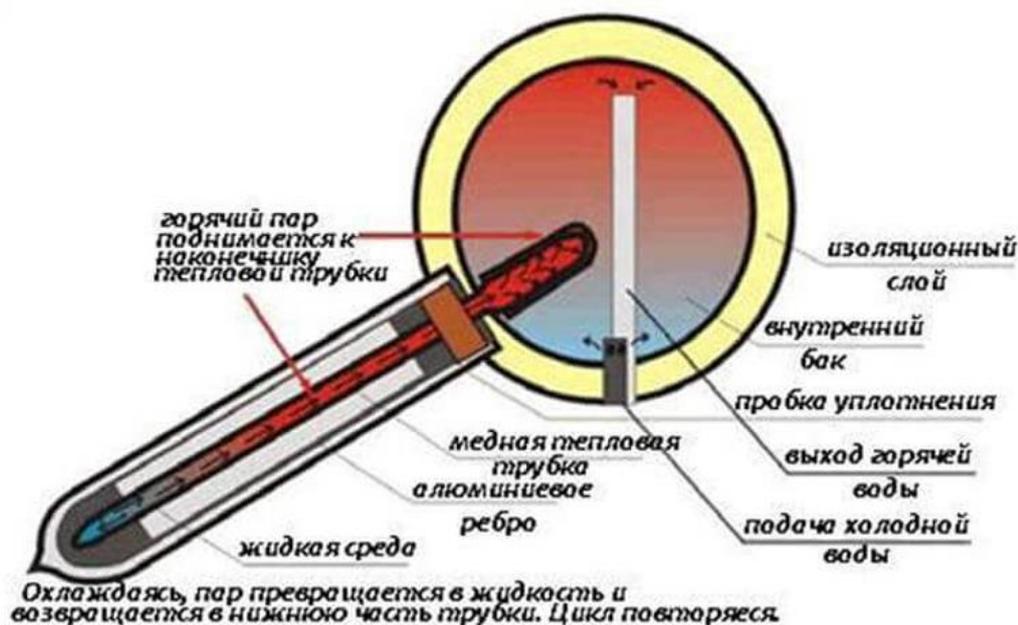


Рис. 5 Принцип работы вакуумного коллектора с перьевой трубкой

Верхняя часть перьевой трубки соединена с медным теплообменником - баком. Когда горячие пары, все еще находящиеся внутри герметичной перьевой трубки, поступают в бак, тепловая энергия пара переносится в воду, протекающую через соединительный бак. Поскольку горячий пар теряет энергию и охлаждается, он конденсируется обратно от газа к жидкости, текущей вниз по тепловой трубе для повторного нагрева.

Вакуумный коллектор с перьевой трубкой должен быть установлен таким образом, чтобы иметь минимальный угол наклона относительно поверхности земли, около 30° , чтобы внутренняя жидкость перьевой трубки возвращалась обратно к пластине. Этот процесс превращения жидкости в газ и обратно в жидкость продолжается снова и снова внутри герметичной тепловой трубки, пока светит солнце.

Основным преимуществом коллекторов с вакуумными трубками является то, что между абсорбирующей пластиной и трубопроводом существует «сухая» связь. В случае повреждения вакуумной или перьевой трубок, отдельная трубка может быть заменена без слива воды или демонтажа всей системы. Эта гибкость делает коллекторы с вакуумными трубками горячей воды идеальными для солнечных конструкций с замкнутым контуром, поскольку модульная сборка позволяет легко устанавливать и легко расширять и добавлять столько трубок, сколько необходимо.

Проточный коллектор с вакуумными трубками

Проточные коллекторы с вакуумными трубками известны так же как U-образные коллекторы, отличаются от предыдущих, и имеют две тепловые трубки, проходящие через вакуумную трубку. По одной трубке жидкость поступает в вакуумную трубку, по второй движется в обратном направлении. Трубки соединены последовательно в нижней части с «U-

образным изгибом» Теплопоглощающая пластина действует как разделительная полоса, которая разделяет приточные и обратные трубки солнечного коллектора. Теплопоглощающая пластина и трубки, герметизируются в стеклянной трубке, обеспечивая исключительные изоляционные свойства.

Проточные трубы и плоская или изогнутая поглощающая пластина изготовлены из меди с нанесением селективного покрытия, для повышения общей эффективности коллектора. Такая конструкция схожа с принципом работы плоских коллекторов. Разница заключается в наличии вакуума внутри стеклянной трубки.



Рис. 6 Прямоточный коллектор с вакуумными трубками.

Так как система замкнутая, проточные коллекторы с вакуумными трубками не так гибки в эксплуатации, как коллекторы с перьевыми трубками. В случае поломки ее замена будет сложнее. Для это потребуется слив жидкости из всей системы.

Многие специалисты в области солнечной энергетики считают, что проточные коллекторы с вакуумными трубками более энерго-эффективны, чем конструкции с перьевыми трубками, поскольку при прямом потоке между жидкостями не происходит теплообмена. Кроме того, в конструкции прямоточного коллектора с одним стеклом, две тепловые трубки размещены одна внутри другой, так что теплоноситель нагревается, проходя по внутренней трубке, а затем обратно через наружную абсорбирующую трубку.

Прямоточные вакуумные коллекторы могут собирать как прямое, так и рассеянное излучение и не требуют дополнительных систем солнечного отслеживания. Однако различные

формы отражателей, расположенные за трубами, иногда используются для увеличения потока солнечной энергии, которая в противном случае может быть потеряна. Это в свою очередь обеспечивает небольшое количество солнечной концентрации.

Термодинамические панели

Термодинамические солнечные панели - это новая разработка в области возобновляемых источников энергии. Конструктивно они напоминают тепловые насосы, и устанавливаются на крыше или стенах, как обычные солнечные панели. Концепция термодинамической солнечной технологии заключается в том, что она действует по принципу обратному холодильной камере и отличается от обычных солнечных коллекторов тем, что они не используют солнечную радиацию для нагрева теплоносителей.

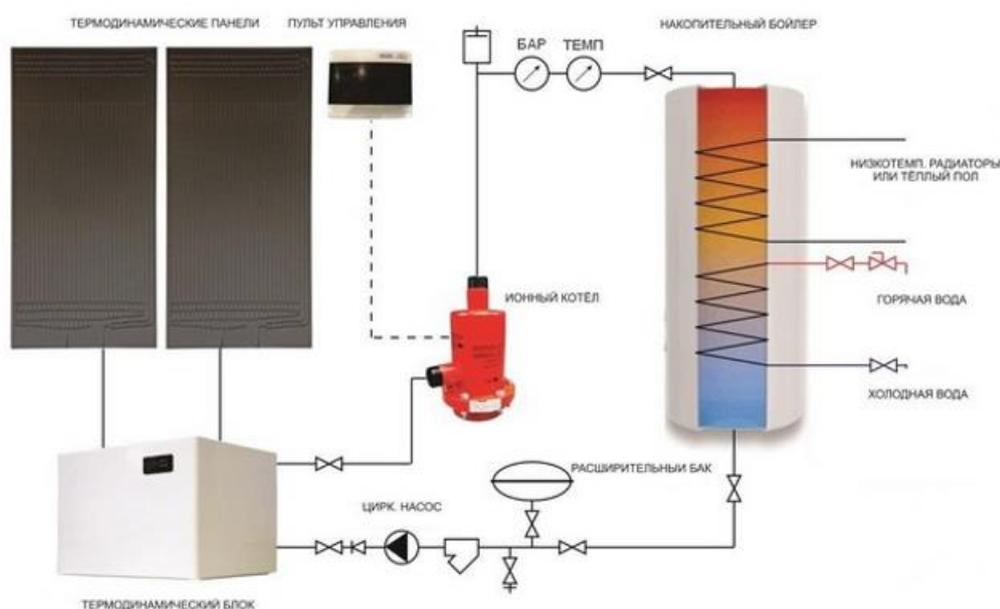


Рис. 7 Принципиальная схема установки с термодинамическими панелями

Через панели проходит хладагент, который поглощает тепло. В процессе нагрева тепло превращается в газ, температура которого повышается за счет сжатия. Далее нагретый газ переносится на теплообменную катушку, расположенную в емкости с водой. Вода в емкости нагревается до 50-60 °С и затем может использоваться в технических нуждах.

Солнечные тепловые воздушные коллекторы

Технология солнечного воздушного отопления заключается в поглощении солнечной энергии и последующего обогрева им воздуха. Главным образом она применяется для обогрева или кондиционирования воздуха в зданиях. Такой способ наиболее выгоден с экономической точки зрения в промышленных и коммерческих целях.

Воздушные солнечные коллекторы успешно могут применяться в хозяйственных целях, таких как сушка белья, сельхоз работах и других видах сушки.

Вывод по разделу 1:

Ввиду вышеуказанных причин самым ходовым типом гелиоустановок в России является плоский жидкостный солнечный коллектор. Они имеют небольшую цену и также обеспечивают всесезонное получение тепла, хоть и в меньшей степени, чем вакуумные коллекторы. Кроме того, они просты в обслуживании и их практически не нужно очищать от снега и льда. Они просты и дешёвы в изготовлении. Существует множество полезных моделей таких коллекторов с различной конструкцией и технологией изготовления. Многие из этих моделей имеют международные и российские патенты. Однако далеко не все из них эффективны в регионах с холодным климатом, таких как Сибирь, и они не позволяют максимально использовать потенциал солнечной энергетики в данных регионах. Кроме того, большинство типов плоских солнечных коллекторов имеют неразборную конструкцию и поврежденные гелиоустановки целиком подлежат замене. Поэтому плоские жидкостные солнечные коллекторы являются актуальным и наукоемким объектом исследования.

2. Объекты и методы исследования

2.1 Цели проводимой работы

Создание и исследование математической модели плоского солнечного коллектора для определения его параметров при дальнейшем проектировании.

2.2. Обоснование для разработки

Актуальность работы обусловлена отсутствием альтернативных источников тепла в Томске. Разрабатываемая модель солнечного коллектора позволяет реализовать простую и понятную методику нагрева воды. Для полноценной отладки гелиоустановки и его эксплуатации необходимо произвести дополнительные исследования и определить реальность применения его на практике.

2.3. Основное содержание работы

Создание и анализ математической и экспериментальной модели с целью установления исследования работы солнечного плоского коллектора в Томске и выявление его оптимальных параметров работы.

2.4. Методы исследования

В качестве метода исследования выбран расчетно-экспериментальный метод. Именно этот метод включает в себя и эмпирическое и теоретическое исследование, что позволяет представить более полную картину о работе солнечного коллектора. Математическое исследование проводится с помощью расчётов и графиков, построенных в программе excel. Экспериментальная часть проводится на экспериментальной модели солнечного коллектора.

2.5. Источники разработки

- результаты, полученные при выполнении научно-исследовательских работ;
- исходные данные на моделирование плоского коллектора: модель-прототип солнечного коллектора, физические параметры для исследования математической модели.

2.6. Основные технические характеристики установки

Тип коллектора-плоский

Площадь коллектора – 0,5 м²

Абсорбер-битумное покрытие

Изоляция-фольгированный утеплитель

3. Расчёты и аналитика

3.1. Постановка задачи исследования.

Предварительный анализ существующих солнечных установок обосновала актуальность разработки относительно простого плоского солнечного коллектора. Имеющиеся наиболее эффективные устройства солнечной энергетики сложны как с конструктивной точки зрения, так и в реализации без специального оборудования, что влечет дополнительные трудовые и энергозатраты.

Задача данной работы заключается в проектировании такой модели солнечного коллектора, которая сохранила бы имеющиеся достоинства и устранила недостатки.

Нами была предложена модель солнечного жидкостного коллектора на основе плоского коллектора с битумом в качестве поглощающего тепло материала.

В данной выпускной квалификационной работе представлено математическое и экспериментальное исследование данной гелиоустановки на жизнеспособность и применимость его в реальной жизни для нагрева воды с помощью солнечного излучения. В ходе работы была создана 3D модель солнечного коллектора, на которой базируется дальнейшее построение и исследование экспериментальной модели.

3.2. Математическая модель солнечного коллектора

Солнечные лучи, проходя через стекло попадают на поверхность абсорбера и нагревают его, накопленное тепло абсорбер передает медным трубкам, а при нагреве трубок нагревается и жидкость внутри них. Таким образом солнечное тепло передается из компонента в компонент, на основе этого разработана математическая модель.

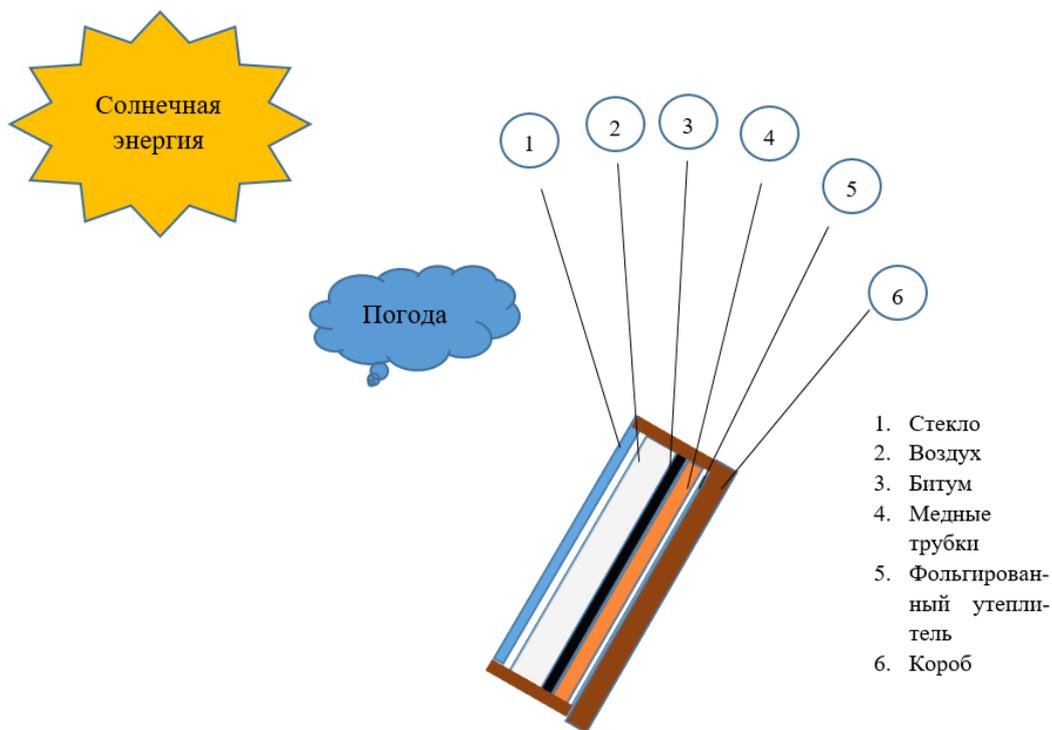


Схема 3. Модель солнечного коллектора

На протяжении всего процесса теплопередачи температура теплоносителя будет изменяться и то, какой величины может достигнуть температура и будет основой исследования и критерием эффективности коллектора, поэтому и в математической модели будет рассматриваться температура теплоносителя на выходе и параметры, которые на нее влияют. Рассмотрим изменение температуры примере течения потока теплоносителя. Для этого медную трубку коллектора представим в системе координат (рис.8).

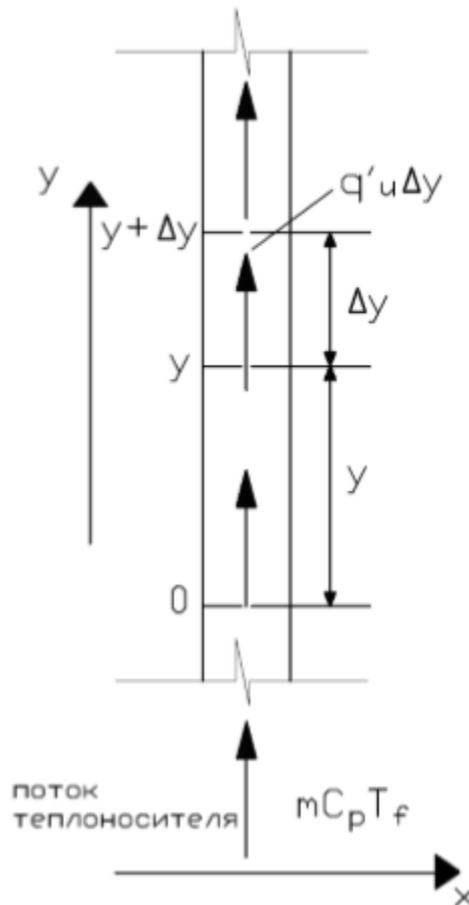


Рис.8 Система координат потока теплоносителя

Для удобства рассмотрения элемент жидкости представим, как материальную точку, которая движется вдоль оси y , с тепловой энергией равной:

$$q = m \cdot C_p \cdot T_f; \quad (1)$$

,где m – расход теплоносителя, кг/с; C_p – теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг·град.); T_f – температура теплоносителя в конкретной точке; град.

При поступлении в коллектор теплоноситель имеет начальную температуру T_n , затем теплоноситель нагревается и на выходе температура будет T_k . В процессе тепловой передачи теплоноситель так же меняет температуру, обозначим ее T_{fy} . С помощью рисунка 15 и баланс энергии для элемента жидкости на участке одной трубы длиной Δy , поглотившего энергию q'_{u} , можно представить в следующем виде [3]:

$$m \cdot C_p \cdot T_{f|_0} - m \cdot C_p \cdot T_{f|_y} - m \cdot C_p \cdot T_{f|_{y+\Delta y}} + \Delta y q'_{u} = 0; \quad (2)$$

Разделим уравнение на Δy и найдем предел при $\Delta y \rightarrow 0$ и подставим в выражение для q'_{u} :

$$m \cdot C_p \frac{dT_f}{dy} - WF'(S - U_1(T_f - T_a)) = 0; \quad (3)$$

Проинтегрируем это выражение и примем, что F' и U_1 не зависят от y (при граничном условии $T_f|_0 = T_n$):

$$\frac{T_{fk} - T_a - S/U_1}{T_{fn} - T_a - S/U_1} = e^{-\left[\frac{U_1 WF' y}{m C_p}\right]} \quad (4)$$

, где W – расстояние между трубками коллектора, м; F' – эффективность коллектора; S – энергия солнечного излучения, поглощенного единицей поверхности (1 м²), Вт; U_1 – полный коэффициент теплопроводности, Вт/м²·град.; T_a – температура воздуха, град.; C_p – удельная теплоёмкость, Дж/(кг·град.).

Для определения температуры жидкости на выходе, заменяем величину y на L -длину коллектора:

$$T_{fk} - T_a - S/U_1 = e^{-\left[\frac{U_1 WF' L}{m C_p}\right]} \cdot \left(T_{fn} - \frac{T_a - S/U_1}{U_1}\right); \quad (5)$$

Отсюда выразим T_{fk} :

$$T_{fk} = e^{-\left[\frac{U_1 WF' L}{m C_p}\right]} \cdot \left(T_{fn} - \frac{T_a - S/U_1}{U_1}\right) + \frac{T_a + S/U_1}{U_1}; \quad (6)$$

Таким образом была получена математическая модель изменения температуры в потоке теплоносителя.

Исходя из полученного уравнения можно выделить параметры, влияющие на температуру, это:

1. энергия солнечного излучения S ;
2. эффективность коллектора F' ;
3. полный коэффициент тепловых потерь U_1 ;
4. длина трубок коллектора L ;
5. расстояние между трубками W ;
6. температура воздуха T_a ;
7. удельная теплоемкость C_p .

3.3. Исследование математической модели

Исходя из полученного уравнения (6), можно обобщенно сказать, что на производительность коллектора влияют 2 фактора:

1. погода

2. конструкция.

На величину солнечной энергии мы повлиять не можем, в данном случае большое значение имеют климатические и погодные условия. Поэтому прежде чем выносить вердикт о возможности использования гелиоустановки в том или ином регионе, необходимо проанализировать климатические данные региона. Для более глубокого анализа влияния этих факторов на работу солнечного коллектора, рассмотрим каждый более подробно.

3.3.1. Погода

Учитывая значимые перепады температуры в Томске и короткое лето, было бы логично предположить, что солнце, как источник энергии для него не подходит, но эксперимент, проведенный в Томске в течении 1994 – 2003г. г. говорит об обратном [1].

В рамках анализа эффективности использования солнечной батареи на крыше НИИ-ИПП была установлена модель солнечно-ветровой станции, за которой в течение календарного года велись наблюдения. Также на крыше была установлена автоматическая метеостанция, которая работала круглосуточно и отслеживала климатическую активность.

Модель состояла из солнечной батареи, площадью 4,5 м и мощностью 650 Вт при плотности потока солнечной радиации 1000 Вт. Максимально допустимая мощность нагрузки данной модели составляла 1 кВт. В результате исследования были получены такие результаты:

ян-варь	фев-раль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
0,3	5,4	04,5	08,3	11	15,8	17,7	10	2,3	5,2	7,7	5,8

Таблица 1. Месячное поступление солнечной энергии кВт·ч/м²

Итого за год 1074 кВт·ч/м²

Результаты эксперимента удивляют, в течение почти полугода съём электроэнергии с единицы поверхности солнечной батареи в Сибири в 2 раза выше, чем в Европе при сопоставимых уровнях солнечной радиации. Зимой в ясные дни на солнечную энергию влияет снежный покров, за счет которого освещение возрастает до 2-х раз. В пасмурную погоду наблюдается рассеянное освещение. Таким образом использование солнечной энергии для Томска эффективно.

Облачность

Кроме температуры немалое значение имеет показатель облачности, который мешает солнечным лучам попадать на солнечные коллекторы в полном объеме. На рисунках

9,10,11,12 представлены результаты наблюдения за показателями облачности для Томска за последние 17 лет.

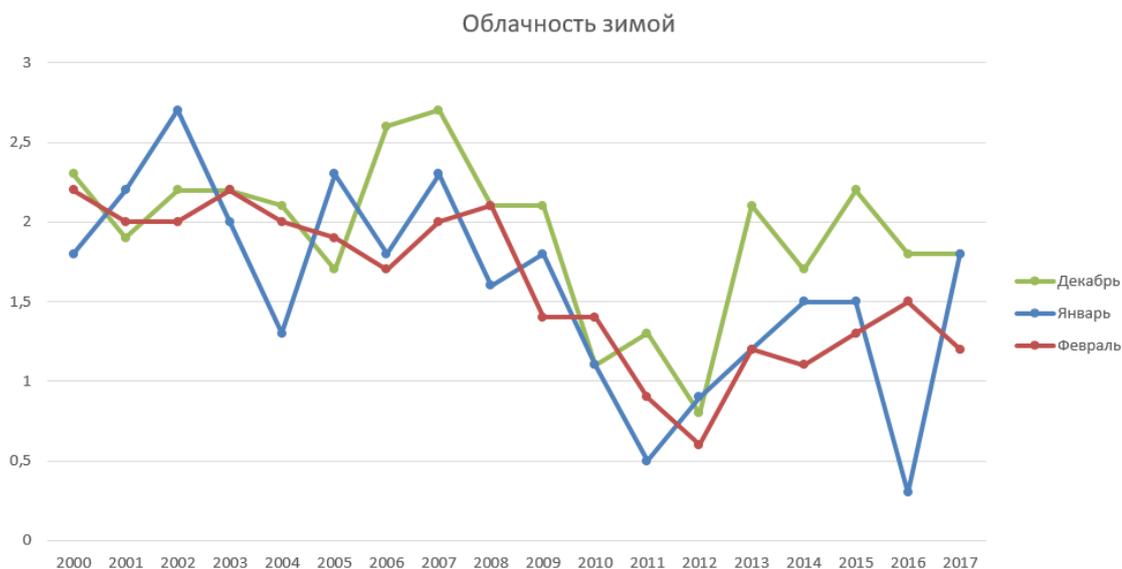


Рис.9 График облачности зимой

Значения по вертикальной оси, означают показатели облачности, где 0-безоблачно, 1-малооблачно, 2-облачно, 3-пасмурно.

Последние 10 лет показатели облачности зимой не достигают значения пасмурно и нечасто пересекают значения облачно, таким образом зимой погода преимущественно малооблачная.



Рис.10 График облачности весной

Аналогичная ситуация наблюдается и весной, за последние 9-10 лет, параметры облачности преимущественно не более 2, т.е. малооблачно.

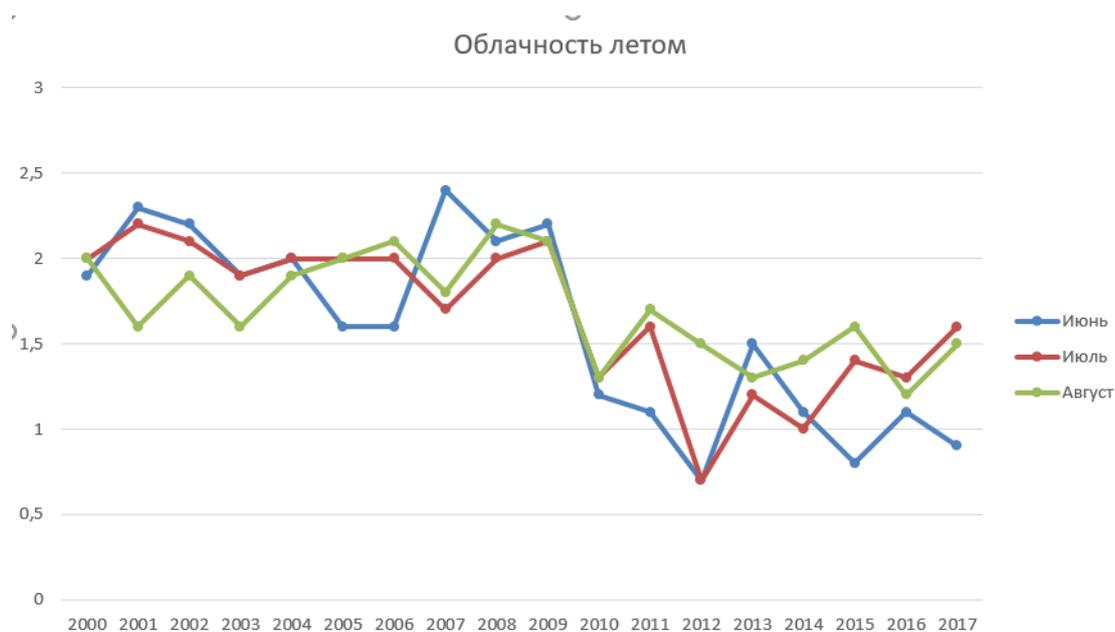


Рис.11 График облачности летом

Летом облачность за последние 9-10 лет совсем перестала пересекать значения 2, т.е. значение облачности- преимущественно малооблачно.

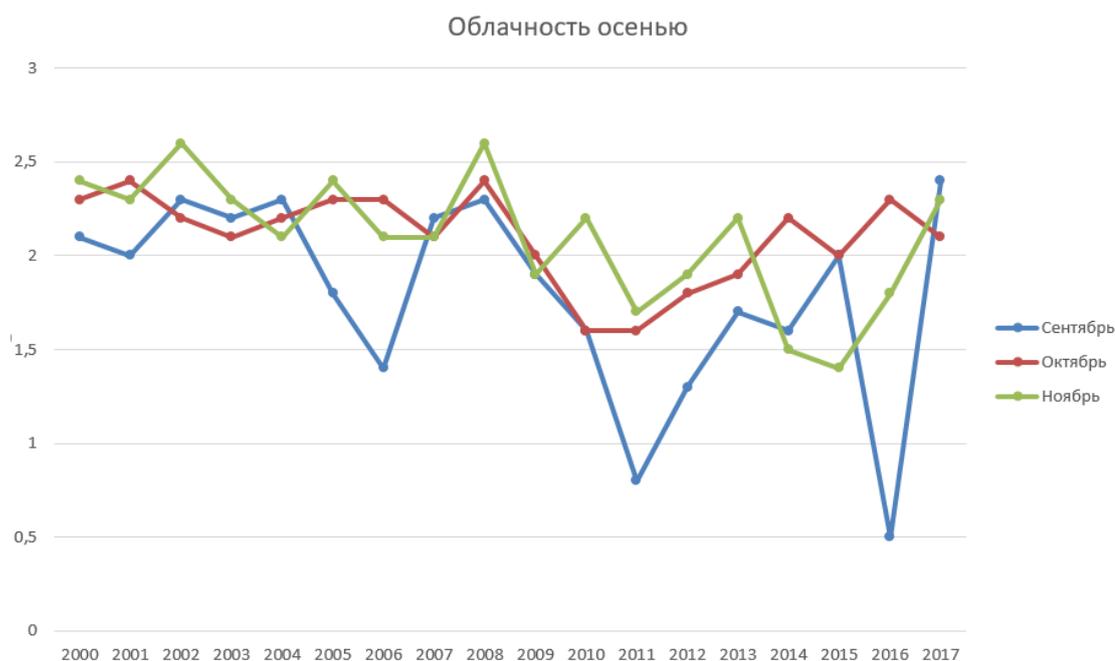


Рис.12 График облачности осенью

И только осенью мы наблюдаем наиболее нестабильную обстановку на небе, но все же, за последнее десятилетие, значение облачности не достигало параметра 3-пасмурно.

Таким образом можно сделать вывод, что большую часть года, значения облачности имеют небольшие значения и не препятствуют солнечным лучам.

Кроме облачности на эффективность коллектора влияют такие природные явления, как перемена погоды и климата, восход и закат солнца, чередование дня и ночи, ветер и сезонное изменение угла падения солнечных лучей оказывают значительное влияние на эффективность коллектора. Данные факторы невозможно контролировать, однако можно снизить их воздействие. Этому можно добиться несколькими способами. Во-первых, эффективность солнечного коллектора можно повысить, изменяя угол его наклона. Это позволит подстроиться под сезонное изменение угла падения солнечных лучей и добиться того, чтобы они всегда падали на поверхность коллектора под углом 90° , что в свою очередь обеспечит эффективную работу гелиоустановки. В летнее время необходимо увеличить угол наклона, а в зимнее, соответственно - уменьшить. Однако для изменения этого угла необходимы дополнительные финансовые и трудовые ресурсы и не всегда имеется возможность осуществлять данный процесс (например, если плоский коллектор прикреплен крыше без регулируемой рамы). Поэтому в качестве оптимального угла наклона солнечных коллекторов рекомендуется принимать значение, равное географической широте места установки устройства. В таком случае не нужно будет регулировать наклон гелиоустановки, хотя её эффективность при этом и будет несколько ниже. Также на солнечные коллекторы можно установить систему слежения за положением солнца, которая будет поворачивать установку вслед за ним, что позволит повысить дневную выработку коллектора. В основном такие системы применяются на фотоэлектрических установках, однако их можно адаптировать и для солнечных коллекторов, например, применив гибкие трубы для подвода и отвода теплоносителя. Но при этом стоит понимать, что, во-первых, данную систему можно реализовать только в том случае, если гелиоустановки установлены на открытой местности, а во-вторых, она требует немалых финансовых затрат. Поэтому солнечные коллекторы без системы слежения за солнцем, как правило, ориентируют на юг. Это позволит получить большую производительность устройства при минимальных затратах.

Солнечная радиация

Из статьи 2018 года [6] были получены свежие данные радиации и часов солнечного сияния для Томской области (рис.13,14).

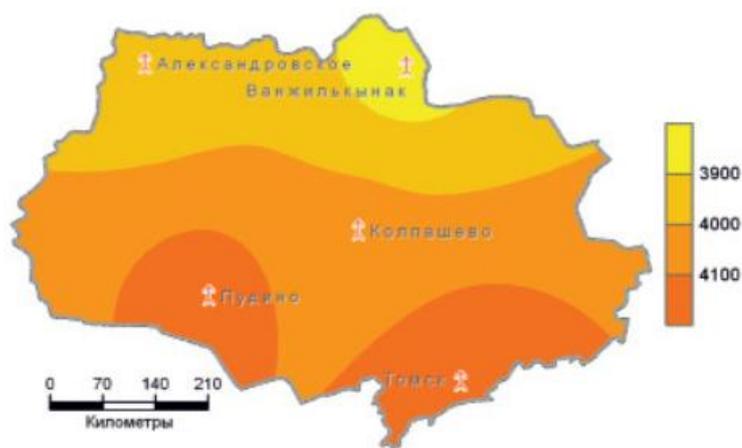


Рис. 13 Суммарная радиация, год/МДж/м²[6]

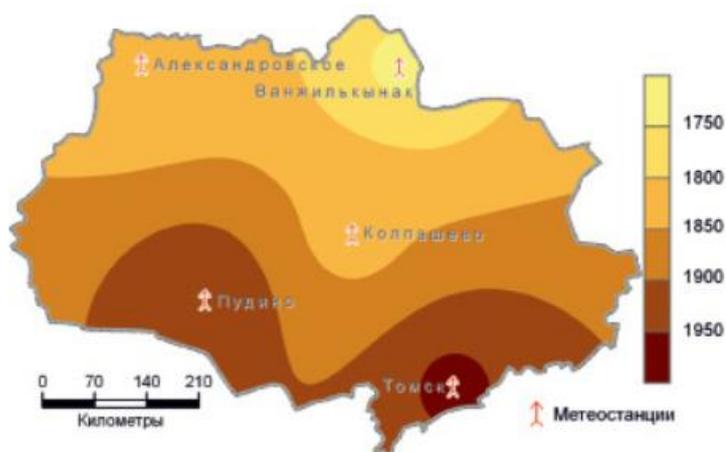


Рис.14 Продолжительность солнечного сияния, часов/год [6].

По картам распределения видно, что Томск имеет высокие показатели по области и неплохие численные значения суммарной годовой солнечной радиации.

Для получения более полных климатических параметров Томска обратимся к данным Национального управления по воздухоплаванию и исследованию космического пространства (NASA). В базе данных NASA [7] хранится информация по солнечной активности любой точки мира за 22 года (июль 1983 – июнь 2005).

Данные NASA по Томску за 22 года :

Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.	Ср. знач.
Среднемесячная солнечная радиация, падающая на горизонтальную поверхность, кВт·час/м²/день												

1,45	2,61	3,82	4,79	5,48	5,55	5,88	4,65	3,14	2,21	1,57	1,04	3,5
Средняя продолжительность дня, час												
7,63	9,65	11,8	14,1	16,3	17,5	17	15,1	12,8	10,5	8,31	7,03	12,3
Среднемесячный уровень облачности, %												
64,4	58,9	59,2	64,2	65,6	61,8	55,1	58,4	67,8	72,7	62,6	64,8	62,9
Среднесуточное значение солнечной энергии, кВт·час/м ²												
0,13	0,22	0,32	0,42	0,48	0,47	0,51	0,45	0,36	0,25	0,17	0,11	0,32

Таблица 2 Климатические данные Томска

На рис. 15 наглядно представлен график изменения солнечной радиации по месяцам.

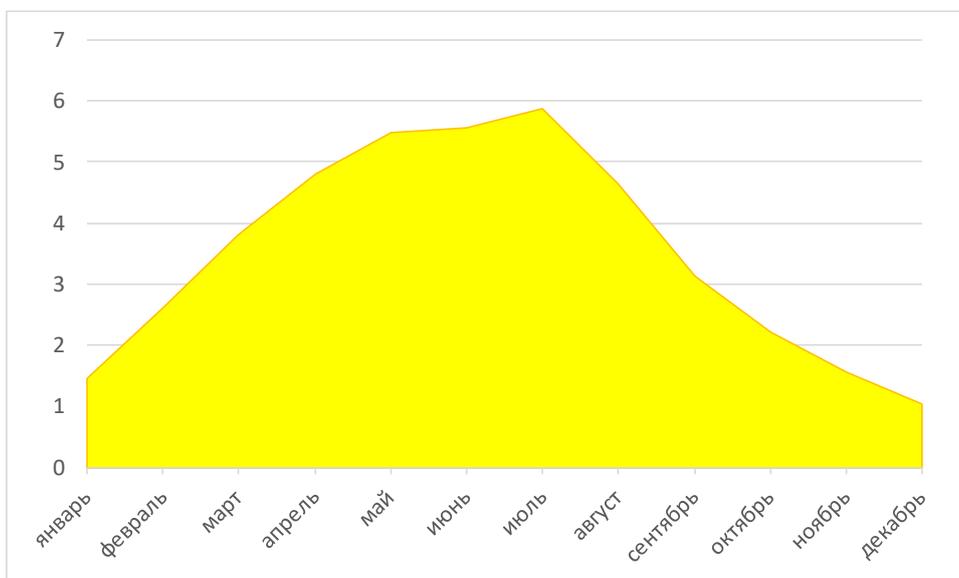


Рис.15 Среднемесячная солнечная радиация, падающая на горизонтальную поверхность, кВт·час/м²/день.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что солнечная энергия, падающая на оптимально ориентированную поверхность, достигает наибольшего значения в июне (5,55кВт·час/м²/день) и в июле (5,88кВт·час/м²/день).

Если смотреть солнечную радиацию относительно среднесуточных значений

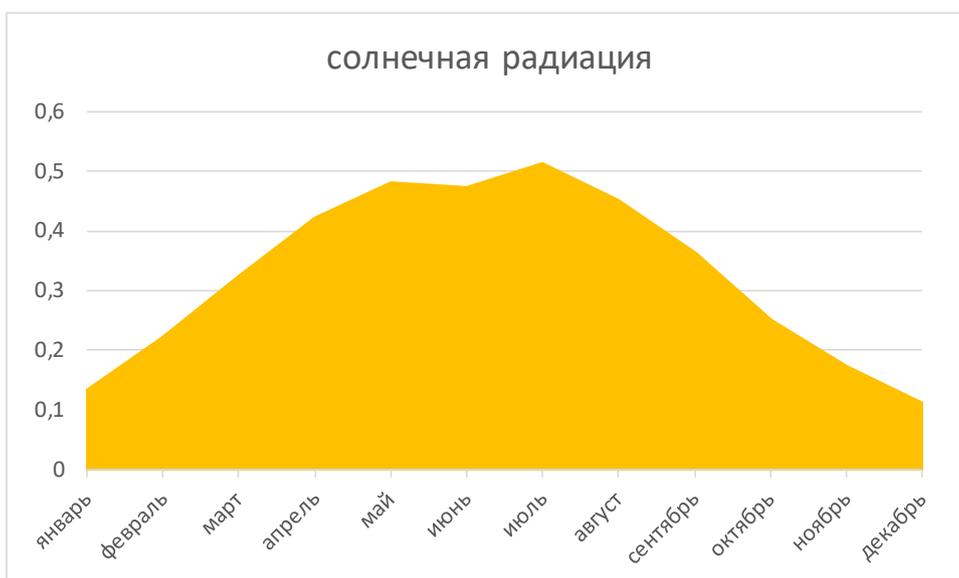


Рис. 16 Среднесуточное значение солнечной энергии, кВт·час/м².

Наибольшее значение среднесуточной радиации наблюдается в мае (0,48 кВт·час/м²) и так же в июле (0,51 кВт·час/м²).

По рисункам (рис. 15,16) видно, что больше всего полезной солнечной энергии можно получить в период с марта по июль.

3.3.2. Конструкция

Для такого чтобы разработать максимально эффективную конструкцию нужно рассмотреть ее составные элементы и их влияние на производительность солнечного коллектора. Рассмотрим конструкционные параметры на примере математической модели коллектора. Исходя из уравнения (6) можно сделать вывод, что чем больше площадь коллектора, тем большее его производительность.

Кроме площади на производительность коллектора влияет коэффициент теплопередачи, который характеризует тепловые потери солнечного тепла при передаче от одного компонента к другому.

Для уменьшения тепловых потерь в настоящий момент преимущественно использовать вакуумные трубки, вакуум помогает сохранять тепло в трубке. Эта технология эффективна, но сложна и дорога. Поэтому мы попробуем сократить теплопотери другим путем.

Площадь солнечного коллектора

На производительность солнечного коллектора влияет площадь, и как можно увидеть из математической модели, это не просто площадь, а та часть, которая участвует в теплообмене, т.е. площадь абсорбера и трубок. На площадь абсорбера влияют непосредственно размеры абсорбера, это ширина и высота. В нашем случае абсорбером являются сами медные трубки, покрытые слоем битума, поэтому на площадь коллектора влияют

длина и диаметр трубок. Кроме геометрических параметров на площадь поглощающей поверхности влияет количество трубок. Чем больше трубок, тем соответственно больше площадь коллектора. Расстояние между трубками

Обычно задача определения площади коллектора сводится к определению количества тепла необходимого для системы, затем производится расчёт необходимого количества трубок.

Толщина стекла

Толщина стекла наоборот должна иметь минимальное значение, чтобы бы быть максимально светопрозрачным. Среди материалов, которые могут использоваться в качестве светопрозрачного слоя, высоким светопропусканием обладают стекло и оргстекло (по 92 %). Совсем недавно был разработан новый материал, который называется гелио-стекло. За счет низкого содержания железа в данном материале, его светопрозрачность достигает 96-98 %. Во многих современных плоских солнечных коллекторах применяется именно гелио-стекло. Однако данный материал имеет высокую стоимость, что соответственно увеличивает и стоимость самого коллектора.

С большой величиной теплопроводности и теплоотдачи так же связаны и большие тепловые потери, прозрачное покрытие хорошо пропускает в обе стороны. Для снижения тепловых потерь светопрозрачный слой размещается на некотором расстоянии от абсорбирующей поверхности, при этом воздушная прослойка между ними будет являться теплоизоляцией. Теплопроводность остекления можно уменьшить и другим способом. Между двумя светопрозрачными слоями можно закачать инертный газ (аргон, криптон или ксенон), что позволит уменьшить конвективный перенос тепла через верхнюю часть коллектора. Такое техническое решение можно реализовать при помощи стеклопакета, но это приведет к значительному удорожанию и увеличению веса устройства.

Абсорбер

При пропускании стеклом солнечных лучей очень важно, чтобы тепло не уходило через это же стекло обратно. Для этого необходимо в качестве абсорбера использовать материал, который будет хорошо поглощать, но при этом задерживать лучи, т.е. не отдавать. С этой задачей хорошо справится битум, поглощательная способность которого очень высокая, он может поглощать до 95 % энергии, при этом коэффициент его теплопроводности меньше единицы, что позволяет теплу задерживаться внутри солнечного коллектора. Но в таком случае возникает другая проблема, как передать тепло медным трубкам. Тепло внутри битумного покрытия очень плохо распространяется, градиент температуры будет

очень маленький, за счет чего может снизиться общая производительность коллектора, поэтому битум лучше использовать небольшой толщины, тогда он сможет поглощать тепло и при этом нагретая поверхность будет пропускать тепло медным трубкам.

Медные трубки

При передаче рассчитанного тепла от абсорбера к медным трубкам в процессе участвуют такие параметры, как длина и диаметр трубок. Исходя из уравнения видно, что чем больше длина и диаметр, тем больше величина передаваемой энергии. В данном случае медные трубки в некотором роде выполняют роль абсорбера, а за счёт диаметра и длины увеличивается площадь, воспринимающая солнечное тепло.

Но для большого диаметра трубы будет большой расход воды для которой необходима большая величина солнечной энергии. Так как на величину солнечной энергии мы повлиять не можем, придется уменьшать расход или увеличивать время нагрева.

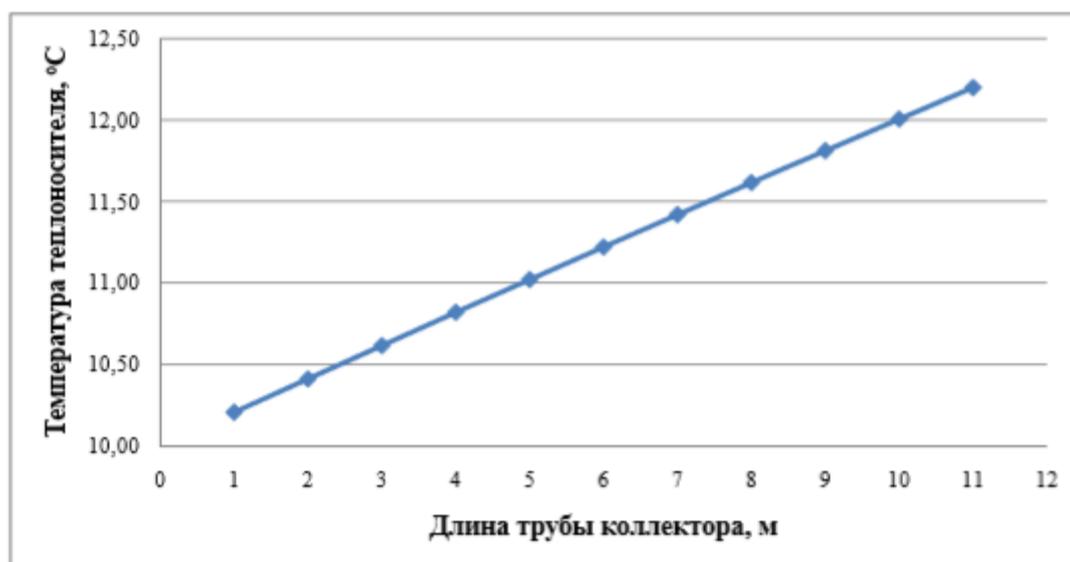


Рис. 17. Зависимость значения температуры теплоносителя от длины трубы коллектора

Как видно из рисунка 24, температура теплоносителя имеет линейную зависимость от длины трубы коллектора. Чем больше эта длина, тем будет выше температура теплоносителя на выходе из этой трубы. Происходит это благодаря увеличению времени нахождения теплоносителя под воздействием солнечного излучения.

Коллекторные установки могут работать с различными удельными объемными расходами. Размерностью при этом является расход в л/ (ч·м²). При равной инсоляции, т. е. равной мощности коллектора, большой объемный поток означает малый разброс температур в коллекторном контуре, а низкий объемный поток большой разброс температур. При большом разбросе температур средняя температура коллектора возрастает, т. е. КПД коллекторов соответствующим образом снижается. Однако при малых объемных потоках уменьшается

использование вспомогательной энергии (поток от насоса), и можно использовать соединительный трубопровод меньшего диаметра. Чтобы обеспечить надежное протекание и турбулентный поток, при трубчатых коллекторах необходим расход минимум 25 л/ (ч·м²). В целом при расчете объемных потоков коллекторов должен быть также принят во внимание необходимый объемный поток подсоединенных теплообменников.

- Режим минимального расхода - режим с объемным расходом примерно до 30 л/ (ч·м²).
- Режим максимального расхода - режим с объемным расходом свыше 30 л/ (ч·м²).
- Режим регулируемого расхода - режим с переменным объемным расходом.

Какой режим работы оптимален? С точки зрения использования первичной энергии «режим минимального расхода» для коллекторов обеспечивает некоторые преимущества в сравнении с «режимом максимального расхода», если обеспечиваются надежное протекание теплоносителя через всю панель и турбулентный поток.

Жидкость -теплоноситель

Теплопроводность воды не имеет высоких показателей, но зато вода наиболее безопасный из теплоносителей и простой. В большинстве теплоносителей, которые хорошо проводят присутствуют примеси, которые опасны для человека, поэтому их нельзя использовать напрямую, при передаче тепла от теплоносителя воде, часть энергии теряется и существует вероятность негерметичности соединения, что может повлечь опасность для здоровья человека. Но иногда использование воды неэффективно. Если же солнечный коллектор планируется использовать при отрицательных температурах, то необходимо позаботиться о том, чтобы он не замерзал, в таком случае используются антифризы и незамерзайки, такие, например, как этиленгликоль и пропиленгликоль. Основы данных теплоносителей-спирты. Разница их в цене и отношении к металлу: этиленгликоль агрессивен по отношению к металлу и вызывает коррозию, его используют с ингибиторами коррозии, пропиленгликоль менее агрессивен к металлу. Кроме того, этиленгликоль токсичен, а пропиленгликоль используется как пищевая добавка, цена его при этом в 1,5 раза больше, чем у этиленгликоля. Среди современных теплоносителей реально существует выбор лишь из двух вариантов. Первый - пропиленгликоль. Это выбор для тех, кто способен чуть дороже заплатить за свою безопасность, так как жидкость сама по себе более дорогая, а также потребует большей электроэнергии от прокачиваемого насоса, за счет более высокой вязкости. Второй вариант соответственно – этиленгликоль. Он чуть дешевле, но более вреден как для вас, так и для вашей системы отопления, так как более агрессивен. Но так как разрабатываемый солнечный коллектор рассчитан на работу в летний период нам подойдет и обычная вода в качестве теплоносителя, это упрощает систему нагрева.

Кроме уже рассмотренных параметров, влияющих на работу солнечного коллектора есть, те, которые не указаны в математической модели, но имеют немаловажную роль для конструкции и производительности коллектора.

Короб

Дно и стенки коллектора

Тепловые потери через нижнюю часть коллектора в большей степени зависят от материала и толщины слоя теплоизоляции и в меньшей степени от материала, из которого сделана задняя стенка коллектора. Чем меньше коэффициент теплопроводности утеплителя и больше её толщина, тем меньше теплотери коллектора. Поэтому выбор теплоизоляции имеет очень большое значение. Однако, добавив в конструкцию коллектора отражающий слой можно еще больше снизить теплотери. Данный слой, как правило, наносится на внутренние стороны боковых стенок и теплоизоляции и отражает инфракрасное излучение, идущее от труб устройства.

В качестве такого слоя может послужить алюминиевая фольга либо фольгированный утеплитель.

Угол наклона солнечного коллектора

Чтобы производительность солнечного коллектора была максимальной очень важна ориентация и угол наклона коллектора. Что бы поглощать максимальное количество солнечной энергии плоскость солнечного коллектора должна быть всегда перпендикулярна солнечным лучам. Однако солнце светит на Земную поверхность в зависимости от времени суток и года всегда под различным углом. Поэтому для монтажа солнечных коллекторов необходимо знать оптимальную ориентацию в пространстве абсорбера солнечного коллектора. В летнее время рекомендуется устанавливать угол наклона коллектора равный широте местности $+15^{\circ}$ С, для Томска оптимальный угол наклона будет $56+15=71^{\circ}$ С.

Полный коэффициент тепловых потерь

В плоском солнечном коллекторе происходят теплотери через верхнюю U_t [Вт/м²·град.] и нижнюю U_b [Вт/м²·град.] части устройства, а также через его боковые стенки U_h [Вт/м²·град.], что вместе составляет полный коэффициент тепловых потерь [55], представленный в виде следующего соотношения:

$$U_L = U_t + U_b + U_h; \quad (7)$$

В правильно спроектированном устройстве потери через боковые стенки U_h будут крайне малы и могут не учитываться при расчете.

Коэффициент тепловых потерь через нижнюю часть U_b солнечного коллектора

$$U_b = \frac{1}{R_{\text{общ}}}; \quad (8)$$

,где $R_{\text{общ}}$ -суммарное сопротивление теплопередачи всех слоев, лежащих ниже трубок, в данном случае подразумевается слой изоляции и стенку короба:

$$R_{\text{общ}} = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}; \quad (9)$$

,где δ_1, δ_2 -толщина слоя изоляции и толщина стенки, м; λ_1, λ_2 –коэффициент теплопроводности изоляции и стенки, Вт/м·град;

Тепловые потери через стекло рассчитывается по формуле:

$$U_t = \left(\frac{N}{\left(\frac{344}{T_p}\right) \cdot \left(\frac{T_p - T_a}{N+f}\right)^{0,31}} + \frac{1}{h_w} \right)^{-1} + \frac{\sigma(T_p + T_a)(T_p^2 + T_a^2)}{[\varepsilon_p + 0,0425N(1 - \varepsilon_p)]^{-1} + \left(\frac{2N+f-1}{\varepsilon_g} - N\right)}; \quad (10)$$

,где N – число стеклянных покрытий, шт.; $f = (1 - 0,04h_w + 5 \cdot 10^{-4}h_w^2)(1 + 0,058N)$; σ – постоянная Стефана-Больцмана, Вт/м²·град.⁴; ε_p - степень черноты пластины; ε_g – степень черноты стекла; T_a – температура окружающей среды, град.; T_p – температура поглощающей пластины, град.; h_w - коэффициент конвективной теплоотдачи в окружающую среду, Вт/м²·град., определяется по формуле:

$$h_w = 5,7 + 3,8v \quad (11)$$

,где v -скорость ветра, м/с.

От нагретого лучепоглощающего слоя абсорбера тепло передается трубе, а от стенки трубы уже непосредственно жидкости. Эффективность данного процесса теплопередачи будет зависеть от ряда гидродинамических параметров

Вывод по разделу 3:

Было проведено исследование потенциала солнечной энергетики в Томске на основе данных различных метеостанций России, NASA за последние 22 года. В результате данного исследования был сделан вывод, что благодаря солнечным коллекторам наибольшее количество тепловой энергии в Восточной Сибири можно получить в период с марта по октябрь, однако максимального эффекта от использования энергии солнца в данном регионе можно достичь в период с мая по июль. Именно в эти месяцы среднее суммарное значение солнечной энергии, падающей на оптимально ориентированную поверхность достигло максимальных значений. Основным результатом исследования климатического потенциала Томска было получение исходных данных, которые будут использоваться во всех дальнейших расчетах. Было проведено исследование влияния конструктивных особенностей плоского солнечного коллектора на эффективность его работы.

4.Разработка новой модели плоского жидкостного солнечного коллектора

Применив результаты исследования и технические решения, описанные в предыдущей главе, а также приняв во внимание другие методы улучшения эффективности коллектора, описанных в разделе 3, была произведена разработка новой модели плоского жидкостного солнечного коллектора, обладающей новыми гидродинамическими и термодинамическими параметрами. Данные технические решения позволят максимально эффективно использовать устройство в Томске в весенне-летний период времени.

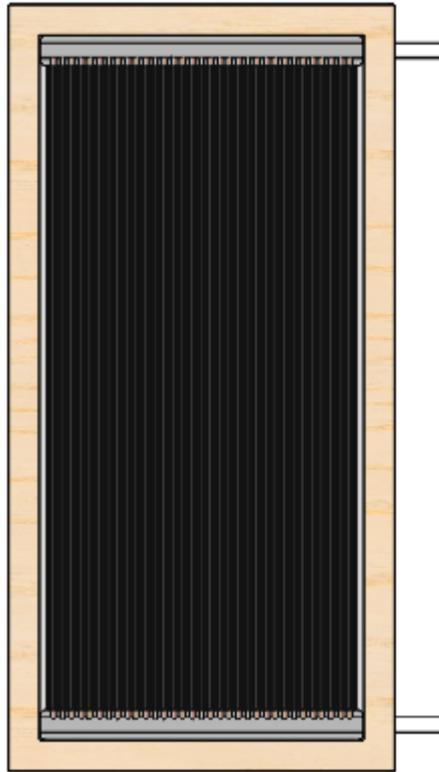
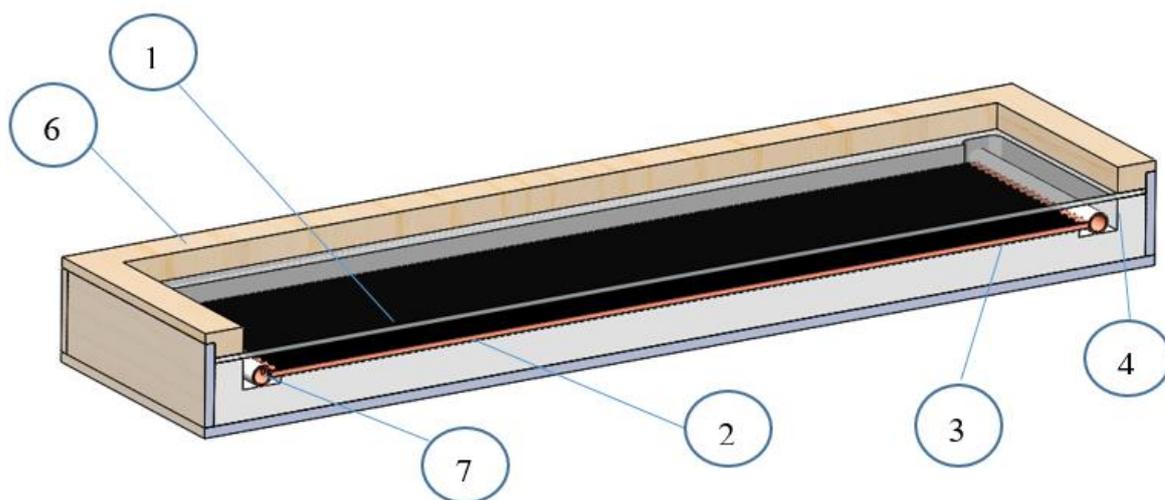


Рис.18 Модель солнечного коллектора

4.1. Устройство солнечного коллектора

Предложенная модель солнечного коллектора состоит из прозрачного стекла, за которым на некотором расстоянии находятся медные трубки, покрытые битумом, который притягивает солнечные лучи, все это помещено в деревянный короб и изолировано фольгированным утеплителем.

Представленный солнечный коллектор на рисунке 18 относится к типу плоских жидкостных солнечных коллекторов. Он имеет простую конструкцию и относительно малый вес по сравнению со многими типами коллекторов. Описание будет вестись согласно рисунку 19.



42

Рисунок 19 - Солнечный коллектор в разрезе: 1 - стекло; 2 – битумное покрытие; 3 - медные трубки; 4 - фольга; 5 - утеплитель; 6 - корпус из фанеры; 7 –выходные патрубки

Корпус (6) солнечного коллектора выполнен из фанеры. Фанера была выбрана в качестве материала корпуса опытного образца по причине того, что данный материал более прост в обработке. Поверхность солнечного коллектора представляет собой светопрозрачную изоляцию из стекла. Под стеклом находится воспринимающая поверхность или абсорбер (2). Он представляет собой плоскость из медных трубок, покрытых черным битумом, по которым течет теплоноситель (вода или антифриз). Они имеют диаметр 7 мм, и длину 1м, что в свою очередь позволит теплоносителю дольше находиться под воздействием теплового излучения и ускорить нагревание теплоносителя. Изобретение имеет два выходных патрубка для подключения к системе теплоснабжения. Внутренние стенки коллектора покрыты отражающим слоем (4), как и лицевая сторона утеплителя. В качестве данного слоя используется алюминиевая фольга. Основным свойством фольги является способность отражать тепло. За счет этого в коллекторе снижены теплопотери через боковые и заднюю стенки. Утеплителем (5) в данном устройстве является поропласт. Теплопроводность λ данного утеплителя составляет 0,036 Вт/м·К, что гораздо ниже, чем у многих известных утеплителей. Толщина слоя утеплителя в данном коллекторе больше, чем у аналогов, что позволит снизить теплопотери через заднюю стенку коллектора.

5.Исследовательская часть

Цель физического эксперимента - проверка математической модели коллектора на адекватность.

Для проверки математической модели на адекватность проведен физический эксперимент. Эксперимент произведен на улице в теплую погоду.

Разработка плана эксперимента

В ходе исследования был проведен эксперимент зависимости нагрева теплоносителя от времени нахождения на солнце:

Установка для проведения эксперимента

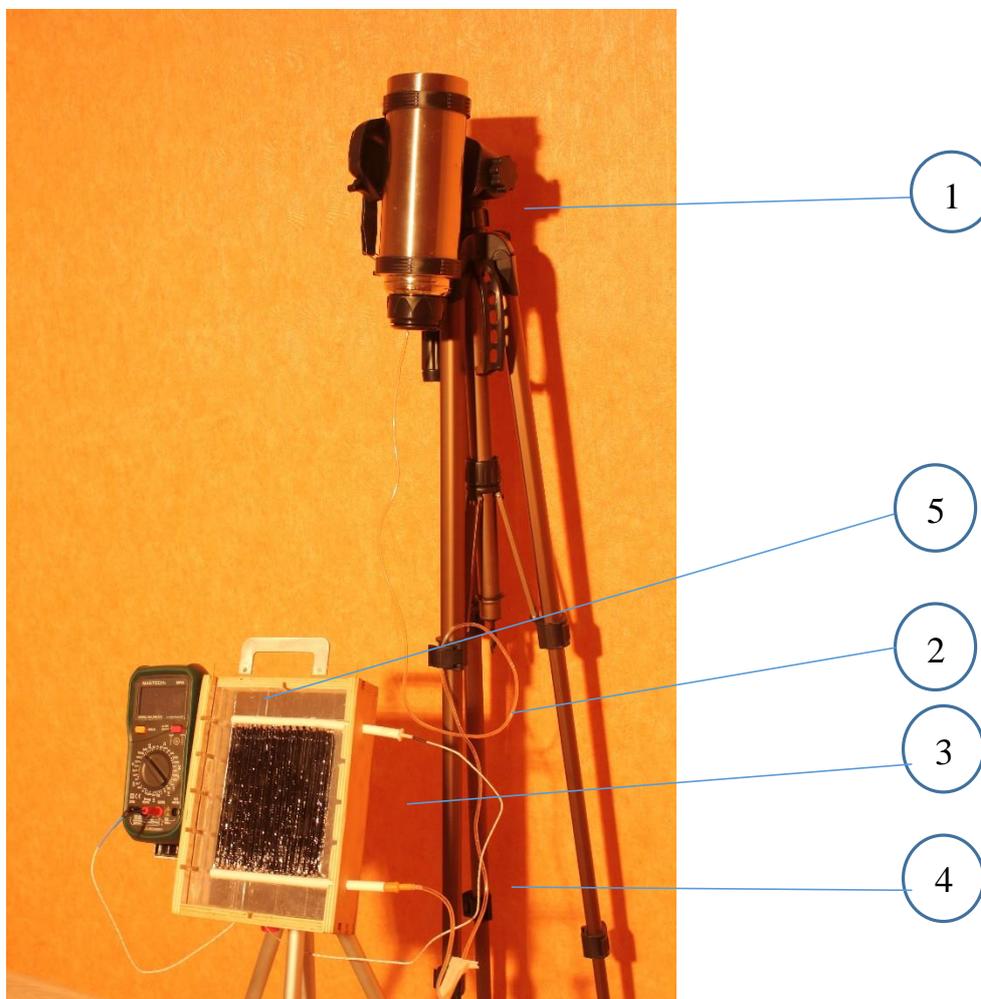


Рис.20 Схема экспериментальной установки

Установка состоит из сосуда с водой (1), подвешенного выше коллектора для создания напора воды, в качестве транспортного канала для воды служит резиновая трубка (2), которая подводит воду к коллектору, поступая в коллектор, вода циркулирует по медным трубам (3), большой поток разбивается на много маленьких и после нагрева через выходную резиновую трубку поступает в бак. Температура воды до нагрева и после нагрева измеряется мультиметром (5).

5.1. Методика проведения эксперимента

По причине того, что эксперимент проводится на улице в летний период в качестве теплоносителя служит обычная вода. Солнечные коллекторы установлены с постоянным углом 71°C к горизонту (ориентированы по нормали к географической широте местности).

Для проведения эксперимента использовались следующие измерительные приборы:

- Мультиметр;
- Уличный термометр;

Целью данного эксперимента являлось испытание солнечного коллектора в климатических условиях города Томска в весенне-летний период года при использовании битумного покрытия в качестве абсорбера.

Сравнение показаний солнечного коллектора проводилось по температуре теплоносителя на входе в коллектор и на выходе из него.

5.2. Результаты эксперимента

Анализ представлен в виде таблиц и графиков.

Результаты эксперимента в летний период (31.05)

Время, мин	Температура теплоносителя, $^{\circ}\text{C}$			Примечания
	На входе T_1	На выходе T_2	$T_{\text{теор}}$	
0	20	20,2	23,2	11:00, об-лачно, небольшой дождь, ср. температура воздуха $+20,^{\circ}\text{C}$
10	22,8	23,3	23,8	
20	23,7	24,4	25,2	
30	24,5	25,6	27	
40	24,5	24,8	25,4	
50	24,5	24,9	25,5	
60	24,6	24,9	25,5	

Таблица 3. Результаты эксперимента

В таблице указаны данные температуры до нагрева T_1 и после нагрева в зависимости T_2 от времени нагрева t .

График нагрева теплоносителя по времени

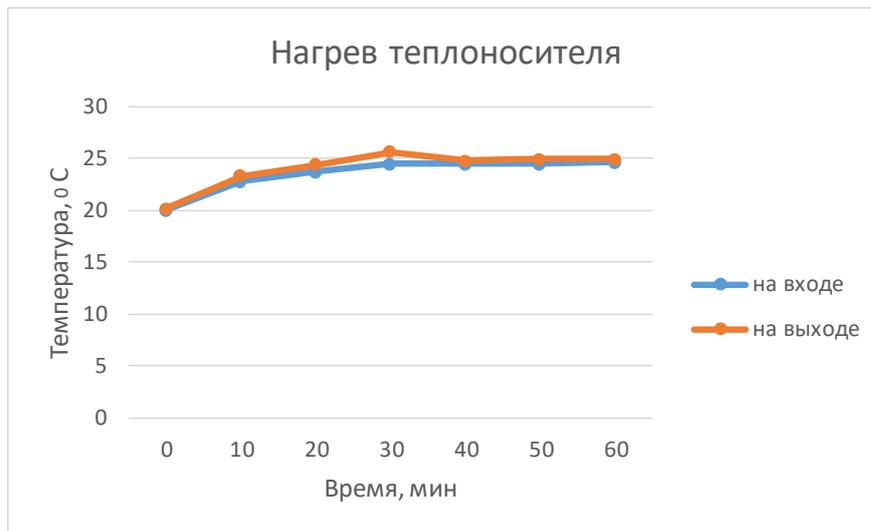


Рис. 21 График нагрева теплоносителя

Температура теплоносителя на выходе из коллектора возростала по мере прогревания. Однако после 30 минут солнечная активность пошла на спад, а вместе с этим и температура теплоносителя.

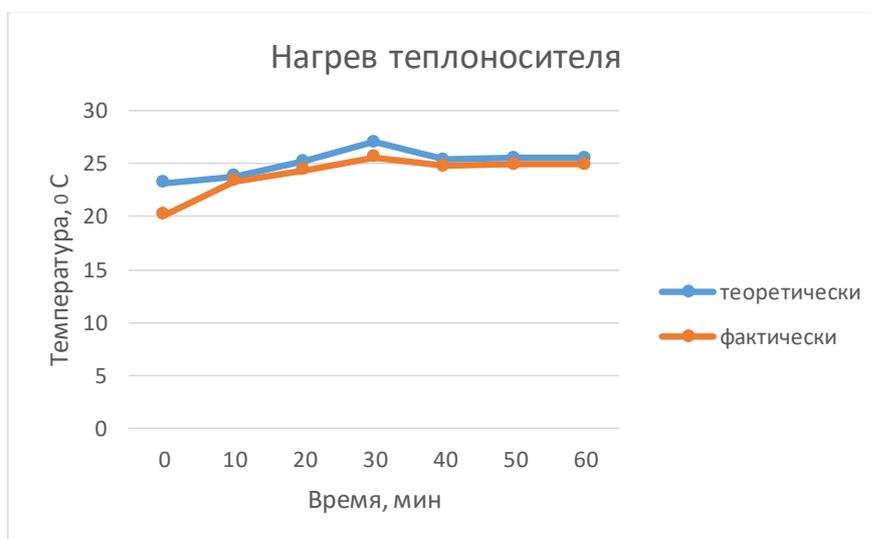


Рис.22 Нагрев теплоносителя фактически и теоретически

Вывод по разделу 5

Если сравнивать экспериментально полученные данные с теоретически рассчитанными, то заметны небольшие отклонения, которые могут быть связаны с тем, что каналы теплоносителя не были изолированы от тепловых потерь. Но отклонения допустимые, не больше 15%, поэтому можно сделать вывод, что разработанная модель солнечного коллектора рабочая и может использоваться в Томске.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ61	Исакова Алёна Игоревна

Инженерная школа	Новых производственных технологии	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя принять в соответствии с научной степенью и занимаемой должностью, оклад студента принять равным окладу инженера ТПУ. Дополнительную заработную плату принять в размере 14% от основной. Среднедневную заработную плату рассчитывать при 6-дневной рабочей недели. Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды принять равным 27,1%. Коэффициент, учитывающий накладные расходы принять в размере 16 %.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Проведение пред проектного анализ: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ, оценка готовности проекта к коммерциализации, методы коммерциализации Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости разработки, расчет бюджета
2. Разработка устава научно-технического проекта	
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	

Перечень графического материала:

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. График проведения и бюджет НТИ
7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
8. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Старший преподаватель	Халёрская Алёна Василь- евна			
-----------------------	---------------------------------	--	--	--

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ61	Исакова Алёна Игоревна		

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации. Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;

организация работ по научно-исследовательскому проекту;

определение возможных альтернатив проведения научных исследований;

планирование научно-исследовательских работ;

оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;

определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Разрабатываемый солнечный коллектор может использоваться вместо обычного электрического бойлера для нагрева воды в летний период, когда в городе отключают воду или в областях, в которых нет центрального водоснабжения.

6.1. Потенциальные потребители результатов исследования.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование, которое в дальнейшем поможет найти те области, где продвижение нового продукта будет наименее трудоемким.

Целевой рынок: жители отдаленных районов, не имеющие центрального отопления и водоснабжения, а также частный сектор.

Сегментирование рынка

Таблица 4. Карта сегментирования рынка

Размер компании	Климатическая зона	
	Теплая	Переменная
крупный		
средний		
мелкий		

По карте сегментирования, таблица 1, видно, что наименьшая конкуренция для разрабатываемого приспособления наблюдается на рынке крупных и средних предприятия в зоне переменного климата. Это связано с меньшими функциональными возможностями применения гелиоустановок в таких зонах, что в свою очередь, не позволяет охватить большую часть потребителей и не удовлетворяет требованиям крупных предприятий.

Для проведения сравнительного анализа выбран один конкурент – производитель максимально приближенного по функциональным возможностям оборудования. В качестве такого возьмем солнечный коллектор российского производства от компании ООО «Новый полюс»-производителя главной составляющей любой солнечной водонагревательной системы-солнечного коллектора ЯSolar. Благодаря новейшим, запатентованным разработкам, стало возможным создание солнечного преобразователя с коэффициентом полезного действия 83%. При этом компании удаётся сохранять его небольшую стоимость, по сравнению с зарубежными аналогами.

1. Солнечный коллектор «ЯSolar».

Плоский солнечный коллектор ЯSolar представляет собой специальный теплообменник, преобразующий энергию солнечного излучения в тепловую энергию и передающий её теплоносителю - жидкости, движущейся внутри каналов поглощающей панели (абсорбера) коллектора.

Солнечный коллектор ЯSolar можно использовать для нагрева не только воды, но и других жидких теплоносителей, совместимых с материалом его поглощающей панели и применяемых в системах отопления, кондиционирования, хладоснабжения и промышленных технологических процессах. Чаще всего данное устройство используется в частном секторе в благоприятных климатических зонах, где съём энергии можно производить не только в летний период.

6.2. Анализ конкурентных технических решений

На сегодняшний день на рынке промышленного оборудования и испытательных стендов можно найти большое количество испытательного наименований. Тем не менее аналогов исследуемого приспособления на рынке на сегодняшний день нет. Для анализа выбрано лишь одно конкурентное решение. Таблица 2.

Таблица 5. Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность ¹	
		Бс	Бк1	Кс	Кк1
1	2	3	4	6	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1.Повышение производительности труда пользователя	0,08	5	4	0,4	0,32
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,08	5	5	0,4	0,4
3.Энергоэкономичность	0,1	3	1	0,3	0,1

4.Надежность	0,1	3	3	0,3	0,3
5.Безопасность	0,08	5	5	0,4	0,4
6. Простота эксплуатации	0,08	5	5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности					
1.Конкурентоспособность продукта	0,08	5	4	0,4	0,32
2.Уровень проникновения на рынок	0,08	0	5	0	0,4
3.Цена	0,1	3	2	0,3	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	3	0,3	0,3
5.Послепродажное обслуживание	0,06	0	2	0	0,12
6. Срок выхода на рынок	0,06	0	1	0	0,06
Итого:	1	37	40	3,2	3,32

По оценочной карте видно, что модернизированное устройство является конкурентоспособным, так как по многим показателям превосходит своего конкурента. Главным достоинством данного устройства является повышение его производительности за счет уменьшения тепловых потерь, таким образом увеличивается энергосбережения.

Новая модель солнечного коллектора технически эффективней имеющегося конкурента, но пока что проигрывает по экономическим показателям, потому что еще не запущена в производство и не проникла на рынок, из-за этого общая оценка по показателям у конкурентов больше.

6.3. FAST-анализ

6.3.1. Выбор объекта FAST-анализа

Объектом FAST-анализа является модель жидкостного солнечного коллектора.

6.3.2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом

Таблица 6. Классификация функции, выполняемых объектом исследования.

Наименование детали	Кол-во деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			главная	основная	вспомогательная
Стекло	1	1.Пропускает солнечные лучи		+	
Медные трубки	5	2.Нагреваются на солнце и передают тепло жидкости	+		

Дощечки	5	3.Используются для конструкции литейной формы			+
Насос	1	4.Циркуляция жидкости		+	
Битум	1	5.Используется для сохранения и передачи солнечного тепла		+	

6.3.3. Определение значимости выполняемых функций объектом

Таблица 7. Матрица смежности

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Функция 5
Функция 1	=	<	>	>	<
Функция 2	>	=	>	>	>
Функция 3	<	<	=	<	<
Функция 4	<	<	>	=	<
Функция 5	>	<	>	>	=

Таблица 8. Матрица количественных соотношений функций

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Функция 5	Итого:
Функция 1	1	0,5	1,5	1,5	0,5	5
Функция 2	1,5	1	1,5	1,5	1,5	7
Функция 3	0,5	0,5	1	0,5	0,5	3
Функция 4	0,5	0,5	1,5	1	0,5	4
Функция 5	1,5	0,5	1,5	1,5	1	6
						25

Относительная значимость функции 1:

$$\frac{5}{25} = 0,2;$$

Относительная значимость функции 2:

$$\frac{7}{25} = 0,28;$$

Относительная значимость функции 3:

$$\frac{3}{25} = 0,12;$$

Относительная значимость функции 4:

$$\frac{4}{25} = 0,16;$$

Относительная значимость функции 5:

$$\frac{6}{25} = 0,24;$$

6.3.4. Анализ стоимости функции выполняемых объектом исследования

Таблица 9. Анализ стоимости функции

Наименование детали	Кол-во деталей на узел	Выполняемая функция	Норма расхода, кг	Трудоемкость детали, нормо-ч.	Стоимость материала, руб.	Заработная плата, руб.	Себестоимость, руб.
Стекло	1	1.Пропускает солнечные лучи	-	54	1000	2250	3250
Медные трубки	10	2.Нагреваются на солнце и передают тепло жидкости	-	24	1000	2400	3400
Дощечки	5	3.Используются для конструкции литейной формы	-	66	2500	1125	3625
Насос	1	4.Циркуляция жидкости	-	-	1500	-	-
Битум	1	5.Используется для сохранения и передачи солнечного тепла	5	12	150	1000	1150
							11425

6.3.5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ

Определим относительные затраты на функцию:

Функция 1:

$$\frac{3250}{11425} = 0,28; \quad (12)$$

Функция 2:

$$\frac{3400}{11425} = 0,3; \quad (13)$$

Функция 3:

$$\frac{3625}{11425} = 0,32; \quad (14)$$

Функция 5:

$$\frac{1150}{11425} = 0,1; \quad (15)$$

Функционально-стоимостная диаграмма

Относительная значимость функции

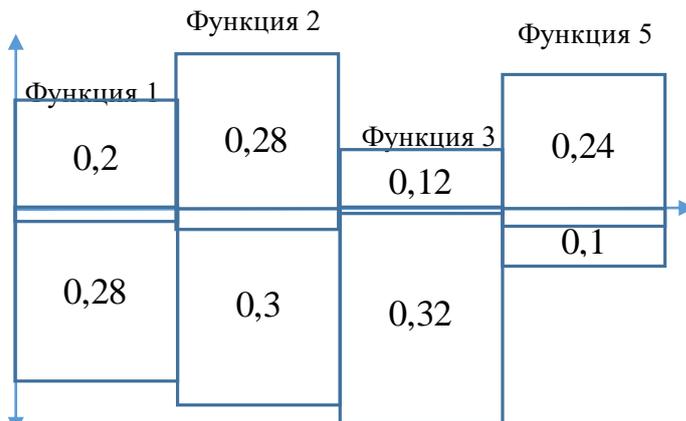


Рис.23 Функционально-стоимостная диаграмма

6.3.6. Оптимизация функции выполняемых объектом

Согласно вышеприведенной диаграмме, видно рассогласование по функциям 1, 3, 5.

Для оптимизации функций можно предложить следующие шаги:

оптимизации технических параметров;

оптимизации параметров надежности;

В конечном счете результатом проведения FAST-анализа высокотехнологической и ресурсоэффективной разработки должно быть снижение затрат на единицу полезного эффекта, достигаемое путем:

сокращения затрат при одновременном повышении потребительских свойств объекта;

повышения качества при сохранении уровня затрат;

уменьшения затрат при сохранении уровня качества;

сокращения затрат при обоснованном снижении технических параметров до их функционально необходимого уровня;

повышения качества при некотором, экономически оправданном увеличении затрат.

6.4. SWOT– анализ

В процессе разработки новой техники в комплексе решаются конструкторско-технологические, производственные и эксплуатационные задачи. При этом главные требования состоят в том, чтобы создаваемая новая техника была высокопроизводительной, технологичной в изготовлении, надежной в эксплуатации, улучшала условия труда, обеспечивала рост эффективности производства.

Технико-экономический анализ эффективности новой техники производится с целью выявления наиболее эффективных направлений развития техники; определения новизны, прогрессивности и экономической целесообразности проектирования и освоения конкретного объекта новой техники. Для анализа создаваемого продукта воспользуемся методом SWOT- анализа.

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 10. SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Уменьшенные тепловые потери за счёт конструкции; С2. Независимость от электросети; С3. Относительная простота конструкции; С4. Дешевизна конструкции;	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Зависимость от погоды. Сл2. Относительно низкое кпд. Сл3. Необходимость использования насоса; Сл4. Зависимость эффективности от площади коллектора.
--	--	--

<p>Возможности:</p> <p>В1. Увеличение эффективности коллектора за счёт модернизации конструкции;</p> <p>В2. Увеличение эффективности коллектора за счёт использования солнечного концентратора.</p> <p>В3. Сохранение оптимальных размеров солнечного коллектора.</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>В1С1. При уменьшении тепловых потерь конструкции солнечного коллектора повышается его эффективность.</p> <p>В3С1. Модернизация конструкции коллектора, направленная на уменьшение тепловых потерь позволяет оставлять оптимальный размер коллектора.</p> <p>В3С4. Оптимальные размеры солнечного коллектора позволяют цене оставаться относительно дешевой.</p> <p>В4С4. Повышение стоимость разработок конкурента, дает ценовое преимущество, потому что наша продукция относительно дешевая.</p>	
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Незаинтересованность потребителей в разработке</p> <p>У2. Возможны проблемы, связанные с тем, что солнечный коллектор не будет эффективен в Томске.</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>		<p>Сл1У1. Зависимость коллектора от погоды может сделать данный товар непривлекательным для потребителя.</p> <p>Сл2У1. Неэффективность коллектора в Томске может сделать данный товар непривлекательным для потребителя в данном регионе.</p>

Составим матрицу сильных сторон и возможностей, результаты занесем в таблицу 4

Таблица 11. Матрица сильных сторон и возможностей.

Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	0	-	-
	В2	0	0	-	-
	В3	+	0	0	+
	В4	0	0	0	+

6.5. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Таблица 12. Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработки	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел.	5	5
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела.	5	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	3
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	3
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	3
15	Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	42	46

По результатам оценки готовности проекта к коммерциализации можно сделать вывод, что перспективность разработки средняя, чтобы сделать увеличить перспективность проекта, необходимо продумать моменты инвестирования, реализации и сбыта продукта.

6.6. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Так как разработчик не имеет должного оборудования для производства солнечных коллектор самостоятельно и при этом не имеет инвестиции на покупки его, наиболее оптимальными путями коммерциализации научно-технического оборудования будут торговля патентными лицензиями, передача ноу-хау, инжиниринг, франчайзинг или передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия. Но при передаче ноу-хау и передачи интеллектуальной собственности, прибыль будет единоразовая, тогда как малая энергетика в России только начинает развиваться и ввиду исчерпаемости используемых природных ресурсов, можно сделать предположение о росте и развитии данной отрасли, поэтому лучше рассмотреть более долгосрочные варианты. При торговле патентами, есть вероятность, что многие найдут обходные пути, чтобы не платить за лицензию. Поэтому предпочтительнее всего вариант инжиниринга- когда разработчик сотрудничает с компаниями, которые могут произвести результаты научно-технического исследования, при этом и компания и производитель получают прибыль и оба заинтересованы в успехе процесса, при этом способе так же за счёт консультации более опытного производителя восполняются некоторые пробелы в знаниях разработчика.

6.7. Инициация проекта

Процессы инициации определяют изначальные цели и содержание проекта, определяют внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

Устав проекта:

Цели и результат проекта.

Заинтересованные лица-стороны проекта, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты в ходе исполнения и в результате завершения проекта.

Таблица 13. Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Руководитель	Результат и успешная защита научного исследования
Разработчик	Получить подтверждение эффективности проекта для Томска

Компания производитель	Получение прибыли
Частный сектор	Экономия при использовании результатов использования научного исследования

Таблица 14. Цели и результат проекта

Цели проекта:	Исследование и анализ работы гелиоустановки в Томске
Ожидаемые результаты проекта:	Подтверждение эффективности использования результатов научного исследования для Томска
Критерии приемки результата проекта	Экспериментально выявленные показатели производительности соответствующие или близкие по значению к теоретически рассчитанным.
Требования к результату проекта	Эффективность использования солнечной энергии
	Экономия затрат на получение тепловой энергии
	Простота эксплуатации оборудования
	Надежность оборудования

6.8. Организационная структура проекта

В ходе реализации научного проекта, помимо магистранта, задействован ряд специалистов:

Таблица 15. Рабочая группа проекта

№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функция	Трудозатраты, час.
1	Крауиньш Д.П., НИ ТПУ, доцент ИШНПТ	Руководитель проекта	Реализация проекта в пределах заданных ограничений по ресурсам, координирует деятельность участников проекта.	100
2	Крауиньш П.Я., НИ ТПУ, профессор ИШНПТ	Эксперт проекта	Консультация в рамках направления научного исследования	24
3	Исакова А.И., НИ ТПУ, студентка ИШНПТ	Исполнитель по проекту	Выполнение работ по проекту	500
4	Федоров В.А., НИ ТПУ, инженер ИШНПТ	Субподрядчик	Выполнение производственных операций	24
ИТОГО:				648

Ограничения и допущения проекта.

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 16. Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/допущения
Бюджет проекта	72000 руб.
Источник финансирования	личные доходы исполнителя
Сроки проекта	С 31.02 по 13.06
Дата утверждения плана управления проектом	31.02.
Дата завершения проекта	13.06

6.9. Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей. План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

6.9.1. Планирование научно-исследовательских работ

Таблица 17. Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
	Составление и утверждение ТЗ	2	31.02	2.03	Крауиньш Д.П.
	Изучение материала по теме	7	3.03	10.03	Крауиньш Д.П., Исакова А.И.
	Проведение патентного обзора	6	11.03.	17.03.	Исакова А.И.
	Составление принципиальной схемы	7	18.03.	25.03.	Исакова А.И.
	Выполнение расчетов	8	26.03.	3.04.	Исакова А.И.
	Построение модели коллектора	11	4.04.	15.04.	Исакова А.И.

	Разработка математической модели	11	16.04	27.04.	Исакова А.И.
	Разработка стратегии проведения эксперимента	8	28.04	6.05	Исакова А.И.
	Проведение эксперимента и анализ полученных результатов	13	7.05	20.05	Исакова А.И.
	Заполнение пояснительной записки	20	21.05	10.06	Исакова А.И.
	Итого				

Таблица 18. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Испол.	Тк	Продолжительность выполнения работ																
				Март			Апрель			Май			Июнь							
				10	20	30	10	20	30	10	20	30	14							
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	2	■																
2	Изучение материала по теме	студент	7		■															
3	Проведение патентного обзора	студент	6			■														
4	Составление принципиальной схемы	студент	7				■													
5	Выполнение расчетов	студент	8					■												
6	Построение модели коллектора	студент	11						■											
7	Разработка математической модели	студент	11								■									
8	Разработка стратегии проведения эксперимента	студент	8									■								

Насос	Циркуляционный	1	1500	1500
Битум	весовой	5 кг	30	150
Всего за материалы				6150
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				307,5
Итого по статье С _м				6457,5

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 17. Специальное оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования, шт	Цена единицы оборудования, тыс.руб	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	Термопара	1	3,5	3,5
2.	Амортизационные отчисления	1	15% от п.1.	0,525
Итого:				4,025

6.10.2. Основная заработная плата исполнителей

В таблице 20 приведены основные этапы работы, их исполнители и затраты на оплату их труда.

Таблица 20. Основные этапы работы

№	Вид работ	Исполнитель.	Трудоемкость чел-день	ЗП на 1 человека в день, тыс. руб	Всего зп по тарифу, тыс. руб.
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	3	1450,2	4350,6
2	Изучение материала по теме	студент	6	828,7	4972,2
3	Проведение патентного обзора	студент	5	828,7	4143,5
4	Составление принципиальной схемы	студент	3	828,7	2486,1
5	Выполнение расчетов	студент	6	828,7	4972,2

6	Построение модели коллектора	студент	6	828,7	4972,2
7	Разработка математической модели	студент	3	828,7	2486,1
8	Разработка сборочных чертежей	студент	3	828,7	2486,1
9	Исследование математической модели	студент	3	828,7	2486,1
10	Заполнение пояснительной записки	студент	8	828,7	6629,6

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}; \quad (16)$$

,где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_{раб}; \quad (17)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от $Z_{осн}$)

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, рабочих дней.

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}; \quad (18)$$

,где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, рабочих дней.

Таблица 21. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	66	66
-выходных	51	51
-праздничных	15	15
Потери рабочего времени	48	48
-отпуск		
-невыходы по болезням		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Заработная плата руководителя за 1 день:

$$Z_{дн1} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{35000 \cdot 10,4}{251} = 1450,2 \text{ руб;} \quad (19)$$

Заработная плата студента за 1 день:

$$Z_{дн2} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{20000 \cdot 10,4}{251} = 828,7 \text{ руб;} \quad (20)$$

Заработная плата руководителя за указанное время:

$$Z_{осн1} = 1450,2 \cdot 1,4 = 2223,9 \text{ руб;} \quad (21)$$

Заработная плата студента за указанное время:

$$Z_{осн2} = 828,7 \cdot 63,2 = 31467,2 \text{ руб;} \quad (22)$$

–руководитель;

$$C_{зн1} = 2223,9 + 2223,9 \cdot 0,15 = 2557,5 \text{ руб.} \quad (23)$$

–студент

$$C_{зн2} = 31467,2 + 31467,2 \cdot 0,15 = 36187,3 \text{ руб.} \quad (24)$$

6.10.3. Дополнительная заработная плата исполнителей

Затраты по дополнительной заработной платы исполнителей темы включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10- 15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}}; \quad (25)$$

,где, $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

$Z_{\text{доп}} = 0,14 \cdot 2557,5=358$ руб. – руководитель.

$Z_{\text{доп}} = 0,14 \cdot 31467,2 = 4405,4$ руб. – студент.

6.10.4. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}); \quad (26)$$

$k_{\text{внеб}}$ -коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.)

На 2018г. В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установленный размер страховых взносов равен 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в2016 году вводится пониженная ставка-27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице №20.

Таблица 22. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная зп	Дополнительная зп
Руководитель проекта	1160	139
Студент	$670 \cdot 43=28810$	3457
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	27,1	27,1
Итого:	9096	

После расчета суммы отчислений во внебюджетные фонды, не стоит забывать о том, что их необходимо учитывать при общем подсчете затрат на научно-техническое исследование.

6.10.5. Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ сторонними организациями: Работы и услуги производственного характера, выполняемые сторонними предприятиями и организациями. К работам и услугам производственного характера относятся:

Выполнение отдельных операций по изготовлению продукции, обработке сырья и материалов;

Проведение испытаний для определения качества сырья и материалов;

Контроль за соблюдением установленных регламентов технологических и производственных процессов;

Ремонт основных производственных средств;

Проверка и аттестация измерительных приборов и оборудования, другие работы (услуги) в области метрологии и прочее;

Транспортные услуги сторонних организаций по перевозкам грузов внутри организации (перемещение сырья, материалов, инструментов, деталей, заготовок, других видов грузов с базисного (центрального) склада в цеха (отделения) и доставка готовой продукции на склады хранения, до станции (порта, пристани) отправления.

Работы, выполняемые другими учреждениями, предприятиями и организациями (в т.ч. находящимися на самостоятельном балансе опытными предприятиями по контрагентским договорам на создание научно-технической продукции, головным исполнителем которых является данная научная организация).

Расчет величины этой группы расходов зависит от планируемого объема работ и определяется их условий договоров с контрагентами или субподрядчиками. Изготавливаться модель солнечного коллектора будет самостоятельно, с обращением к рабочим для выполнения работ на станках, нужно подсчитать стоимость работ. В таблице 21 представлены исполнители операций по изготовлению конструкции.

Таблица 23. Сторонние исполнители

№ п/п	Профессии	Кол-во деталей	Кол-во работников	Разряд рабочего
1	Слесарь	1	1	2
2	Фрезеровщик	5	1	2

3	Оператор станков с ЧПУ	5	1	3
---	------------------------	---	---	---

Заказ будет выполняться в школе ИШНПТ. Оклад рабочих принимаем равным 20000 тыс. руб. На выполнение работ по изготовлению деталей коллектора отводится 2 дня. Это время необходимое на подготовку конструкторских чертежей, подготовки оборудования, его наладки и на изготовление сборочных единиц и деталей. Подсчитаем зарплату за 3 дня рабочих в школе ИШНПТ. Результаты расчетов представлены в таблице 22.

Таблица 24. Оплата труда сторонних исполнителей

Исполнитель	ЗП	
	Исп.1	Исп.2
Слесарь	1004,5	1004,5
Фрезеровщик	2009	0
Оператор станков с ЧПУ	0	1506,7
Отчисления во внебюджетные фонды	877,5	708,8
Итого:	3891	3220

Основная зарплата фрезеровщика:

$$Z_{\text{дн.1,2}} = \frac{20000 \cdot 11,2}{223} = 1004,5 \text{ руб} \quad (26)$$

Основная зарплата слесаря:

$$Z_{\text{осн.1}} = 1004,5 \cdot 2 = 2009 \text{ руб} \quad (27)$$

$$Z_{\text{осн.2}} = 1004,5 \cdot 1 = 1004,5 \text{ руб} \quad (28)$$

Основная зарплата оператора:

$$Z_{\text{дн.1,2}} = \frac{30000 \cdot 11,2}{223} = 1506,7 \text{ руб} \quad (29)$$

$$Z_{\text{осн.3}} = 1506,7 \cdot 1 = 1506,7 \text{ руб} \quad (30)$$

Зарплата фрезеровщика:

$$Z_{\text{зп1}} = 2009 + 2009 \cdot 0,12 = 2250 \text{ руб} \quad (31)$$

Зарплата слесаря:

$$Z_{\text{зп2}} = 1004,5 + 1004,5 \cdot 0,12 = 1125 \text{ руб} \quad (32)$$

Зарплата оператора:

$$Z_{\text{зп3}} = 1506,7 + 1506,7 \cdot 0,12 = 1687,5 \text{ руб} \quad (33)$$

Отчисления для фрезеровщика:

$$Z_{\text{внеб1}} = 0,3(2009 + 2009 \cdot 0,12) = 675 \text{ руб} \quad (34)$$

Отчисления для слесаря:

$$Z_{\text{внеб2}} = 0,3(1004,5 + 1004,5 \cdot 0,12) = 202,5 \text{ руб} \quad (35)$$

Отчисления для оператора:

$$Z_{\text{внеб3}} = 0,3(1506,7 + 1506,7 \cdot 0,12) = 506,3 \text{ руб} \quad (36)$$

6.10.6. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма стей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}; \quad (37)$$

6.10.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 25.

Таблица 25. Расчёт бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Исп.1	Исп.2	
Материальные затраты НИИ	6457,5	6457,5	Пункт 4.5
Затраты на специальное оборудование	4025	4025	Пункт 4.6
Затраты по основной заработной плате исполнителей	33691,1	33691,1	Пункт 4.7
Зарплаты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4763,4	4763,4	Пункт 4.8
Отчисления во внебюджетные фонды	9096	9096	Пункт 4.9
Контрагентские расходы	3891	3220	Пункт 4.10
Накладные расходы	9907,8	9800,5	16% от суммы ст.1-5
Бюджет затрат НИИ	71831,8	71053,5	Сумма ст.1-6

6.11. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информацию по данному разделу необходимо свести в таблицу (табл. 26).

Таблица 26. Реестр рисков

№ п/п	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1.	Погодные условия	Снижение эффективности	3	5	средний	Использование доп. оборудования	Похолодание
2.	Экономический	Повышение цен на материалы	3	4	средний	Долгосрочный договор с оптовым поставщиком	Экономический кризис
3.	Технический	Неэффективность конструкции для Томска	3	5	средний	Анализ и устранение причин неэффективности	Модернизация конструкции

6.12. Определение ресурсной финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования (см. табл.

25). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}; \quad (38)$$

,где I_{Φ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} - стоимость /-го варианта исполнения;

Φ_{\max} - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

$I_{\Phi}^p = \frac{66371,2}{66371,2} = 1$ – интегральный финансовый показатель разработки первого исполнения.

$I_{\Phi}^p = \frac{65592,8}{66371,2} = 0,988$ – интегральный финансовый показатель разработки второго исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i * b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i * b_i^p; \quad (39)$$

Где I_m - интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i - весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 27 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

<i>Критерии</i>	Весовой коэффициент параметра	<i>Исп.1</i>	<i>Исп.2</i>
1. Быстродействие	0,25	3	5

2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	5
3. Стоимость	0,15	4	5
4. Переналадка	0,10	5	5
5. Надежность	0,20	5	5
6. Материалоемкость	0,15	5	5
ИТОГО	1		

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 = 4,35.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}; \quad (40)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,5}{1} = 4,85; \quad (41)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,35}{0,988} = 4,4; \quad (42)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см. табл.28) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}; \quad (43)$$

Таблица 28. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,988
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,5	4,4
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	Исп.1/ Исп.2=1,02	Исп.2/ Исп.1=0,98

Вывод по разделу 6

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был определен целевой рынок, для разрабатываемого солнечного коллектора. Проведен анализ конкурентов из которого следует, что проектируемое устройство конкурентоспособное. Рассчитаны материальные затраты на изготовление данного устройства, затраты на основной и дополнительной зарплате, отчисления во внебюджетные фонды, контрагентные расходы, накладные расходы, на основании которых составлен бюджет затрат на НИИ. Произведена сравнительная эффективность разработки на основании интегрального показателя эффективности. Из таблицы 26 видно, что наиболее эффективный вариант решения поставленной в магистерской диссертации технической задачи по всем показателям является исполнение 2.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ61	Исакова Алёна Игоревна

Инженерная школа	Новых производственных технологии	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объект данного исследования – плоский солнечный коллектор (СК). Эксплуатация прибора происходит на открытом воздухе.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	<p>Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при исследовании и эксплуатации солнечного коллектора.</p> <p>Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований</p> <p>Вредные факторы: повышенный шум; повышенная температура, нехватка естественного света, малая освещенность.</p> <p>Опасные факторы: возможность поражения электрическим током и получение</p>
----------------------------------	---

	травмы от подвижных частей устройства.
2. Экологическая безопасность:	Методы утилизации. Меры для защиты окружающей среды.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:.	Возможные ЧС - возгорание оборудования, пожар.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Специальные трудовые нормы трудового законодательства и нормы обустройства рабочего места.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ61	Исакова Алёна Игоревна		

7. Социальная ответственность

Введение

В процессе любой трудовой деятельности, каждый человек, вовлечённый в эту деятельность, подвергается воздействию целого комплекса производственных факторов. В свою очередь, эти факторы способны влиять на здоровье человека. Совокупность всех факторов, влияющих на здоровье человека, называется условиями труда.

Реальные условия труда характеризуются различными вредными и опасными факторами. Зачастую, между опасными и вредными факторами не существует чёткой границы, каждый фактор может рано или поздно привести к потере здоровья или к несчастному случаю.

Для недопущения несчастных случаев и вреда здоровью, рабочее место должно быть спроектировано с соблюдением всех законодательных норм и правил, ГОСТов, СНиПов и Федеральных законов.

Данный раздел включает в себя описание и влияние на человека опасных и вредных факторов при исследовании, и дальнейшей работе солнечного коллектора. Солнечный коллектор нагревает жидкость за счёт солнечной энергии. Возможными пользователями данной гелиоустановки могут быть жители отдаленных районов, у которых нет центрального водоснабжения или городские жители в период отключения горячей воды.

Цель раздела: выявление возможных вредных и опасных факторов процесса разработки проекта, а также разработка мероприятий по предотвращению негативного воздействия на здоровье инженера, занимающегося исследованиями и эксплуатацией солнечного коллектора, создание комфортных условий труда, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для ЧС, а также изучение вопроса охраны окружающей среды. Организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

7.1. Производственная безопасность

7.1.1 Анализ опасных и вредных факторов при проведении исследований

Исследованиями конструкции занимается инженер, основное рабочее место которого располагается в производственном помещении. Основная работа производится с использованием персонального компьютера (ПК), а также при эксплуатации устройства.

Таблица 29. Опасные и вредные факторы при исследовании и эксплуатации солнечного коллектора

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Исследовательская работа в помещении за ПК. 2. Эксплуатация солнечного коллектора.	1. Повышенный уровень шума; 2. Отклонение показателей микроклимата; 3. Нехватка естественного света, малая освещённость;	1. Риск травмирования о подвижные части гелиоустановки; 2. Возможность поражения участков кожи нагретой до высокой температуры поверхности. 3. Возможность поражения электрическим током и статическим электричеством	ГОСТ 12.0.003-2015, ГОСТ 12.1.005-88, СН 2.2.4/2.1.8.562-96, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, НПБ 105-03, СП52.13330.2011, СНиП 21-01-97, ГОСТ 12.2.032-78, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

7.1.2 Повышенный уровень шума

Источником шума при исследовательских работах будут являться ПК.

Область пространства, в котором распространяются звуковые волны, называется звуковым полем, которое характеризуется интенсивностью звука, скоростью его распространения и звуковым давлением.

На пороге слышимости при среднегеометрической частоте 1 000 Гц уровень звукового давления равен нулю, а на пороге болевого ощущения — 120–130 дБ.

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения, прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма. Действие шума на организм человека отягощается вынужденным положением тела, повышенным вниманием, нервно-эмоциональным напряжением, неблагоприятным микроклиматом.

Основное физиологическое воздействие шума заключается в том, что повреждается внутреннее ухо, возможны изменения электрической проводимости кожи, биоэлектрической активности головного мозга, сердца и скорости дыхания, общей двигательной активности, а также изменения размера некоторых желез эндокринной системы, кровяного давления, сужение кровеносных сосудов, расширение зрачков глаз. Работающий в условиях длитель-

ного шумового воздействия испытывает раздражительность, головную боль, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, нарушение сна. В шумном фоне ухудшается общение людей, в результате чего иногда возникает чувство одиночества и неудовлетворенности, что может привести к несчастным случаям.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96, эквивалентный уровень звука при исследовании в условиях помещения образовательного учреждения не должен превышать 50 дБА.

7.1.3 Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры

температура воздуха в помещении;

относительная влажность воздуха;

скорость движения воздуха.

Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье и на надежность работы средств вычислительной техники. Длительное воздействие высокой температуры при повышенной влажности может привести к гипертермии, или накоплению теплоты и перегреву организма, а пониженные показатели температуры, особенно при повышенной влажности воздуха, могут быть причиной гипотермии или переохлаждения.

Повышенные или пониженные значения этих параметров выступают как опасные или вредные факторы производства. Показатели микроклимата для легкой категории работ согласно ГОСТ 12.1.005-88 приведены в таблице 30.

Таблица 30. Показатели микроклимата

Период года	Температура °С			Относительная влажность в %		Скорость движения, м/с	
	Оптимальная граница	Верхняя граница	Нижняя граница	Оптимальная граница	Допустимый максимум	Оптимальная	Допустимый максимум
Холодный	22-24	24,5	21	40-60	75	0,1	0,1
Теплый	23-25	26	22	40-60	55	0,1	0,21

Для поддержания данных санитарных норм достаточно иметь естественную неорганизованную вентиляцию помещения и местный кондиционер установки полного кондиционирования воздуха, обеспечивающий постоянство температуры, относительной влажности, скорости движения и чистоты воздуха. Необходимо, чтобы система центрального отопления, обеспечивала заданный уровень температуры в зимний период по СНиП-41-01-2003.

В зимний период в аудитории для поддержания необходимой температуры используется система водяного отопления. Эта система надежна в эксплуатации и обеспечивает возможность регулирования температуры в широких пределах. При устройстве системы вентиляции и кондиционирования воздуха в помещении лаборатории необходимо соблюдать определенные требования пожарной безопасности. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещения должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20м³ на человека – не менее 30м³ в час на человека; при объёме помещения более 40м³ на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

7.1.4 Нехватка естественного света, малая освещенность

Низкая освещённость рабочего места препятствует длительной работе, вызывая утомление и способствуя развитию близорукости у работающего персонала. Слишком низкие уровни освещённости способны вызывать апатию и сонливость, в совокупности с другими факторами способны развить чувство тревоги. Длительное пребывание в таких условиях вызывает снижение интенсивности обмена веществ в организме и его общее ослабление. Подобные симптомы наблюдаются и при работе в помещениях с ограниченным спектральным составом света. Слишком яркий свет ослепляет, понижает зрительную функцию, вызывает перевозбуждение нервной системы, снижает работоспособность. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, кератиты, катаракты и другие нарушения. Нормирование естественного освещения осуществляется согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03.

Основными понятиями, характеризующими свет, являются световой поток, сила света, освещённость и яркость. Световым потоком называют поток лучистой энергии, оцениваемый глазом по световому ощущению. Утомляемость органов зрения может быть связана как с недостаточной освещённостью, так и с чрезмерной освещённостью, а также с неправильным направлением света. Нормальная освещённость достигается в дневное время за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

Освещённость рабочего места нормируется согласно СП52.13330.2011.

В помещении присутствует два типа освещения – искусственное (лампа освещения) и естественное (солнечный свет). Естественное освещение достигается путем установки в помещении окон с коэффициентом естественного освещения КЕО не ниже 4%.

Характеристика зрительной работы - средней точности; наименьший размер объекта 0,5...1мм; разряд зрительной работы – IV; подразряд – а; контрастность с фоном – малый;

фон – темный; освещенность искусственного освещения – 750 Лк., коэффициент пульсации $K_p=20\%$, коэффициент естественной освещенности при боковом естественном освещении $K_{ЕО}=1,5\%$, при комбинированном совмещенном освещении $K_{ЕО}=0,9\%$.

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк, что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране. Следует ограничивать отраженную блесккость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Анализ выявленных опасных факторов при эксплуатации устройства.

7.1.5. Подвижные и вращающиеся части устройства.

Источником может являться как автоматизированная подвижная конструкция подставки под солнечный коллектор, так и подвижный солнечный концентратор. Данный фактор опасен и может привести к серьезным травмам при контакте человека с движущимися или вращающимися частями устройства.

Для защиты предупреждения и защиты необходимо пользоваться техникой безопасности при эксплуатации подвижных и вращающихся частей солнечной установки.

При ярком и палящем солнце принимающая поверхность солнечного коллектора может нагреваться до высоких и опасных температур, поэтому не стоит прикасаться к его частям, если объём полученного тепла создает опасность всей системе, необходимо воспользоваться защитным кожухом, который скроет нагревающуюся поверхность коллектора от солнечных лучей.

7.1.6. Электрический ток

При работе электрооборудования возможно повреждение изоляции токоведущих частей, повреждения средств защиты, и нарушения технологического режима. В результате данных нарушений, возможны аварии и несчастные случаи со здоровьем и жизнью обслуживающего персонала. Поражение электрическим током является опасным фактором, который может привести к смерти человека. Электрический ток, проходя через тело человека способен вызвать ожоги в местах прикосновения к токоведущим частям, поражение внутренних органов, остановку сердца. Техника безопасности является основной частью охраны труда и предусматривает технические и организационные мероприятия, которые обеспечивают безопасный труд в электроустановках.

Помимо правил техники безопасности имеются специальные правила устройства электроустановок (ПУЭ), которые предусматривают надежность и безопасность эксплуатации электроустановок.

В электроустановках напряжением выше 1000В поражение электрическим током может возникнуть и без непосредственного контакта с токоведущими частями. При приближении возникает искровой разряд, который переходит в электрическую дугу. В связи с этим все неизолированные токоведущие части помещены в специальные короба или ограждены.

Для безопасности ведения работ все разъединители имеют стационарные заземляющие ножи. Установка электрооборудования (расстояние от токоведущих частей до земли, зданий, сооружений, между токоведущими частями и другие) выполнены с соблюдением требований ПУЭ. На подстанции предусмотрены проезды и проходы, выполненные таким образом, чтобы обслуживающий персонал мог производить осмотр электрооборудования, находящегося под напряжением, без его отключения.

Каждый работник перед допуском к самостоятельной работе, обязан пройти обучение безопасным методам работы на рабочем месте и сдать экзамен на проверку знаний техники безопасности.

7.2. Экологическая безопасность

Правовую основу охраны окружающей среды в стране составляет закон РФ “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения” (1991). Требования охраны окружающей среды зафиксировано в Основах законодательства РФ “Об охране здоровья граждан” (1993) и в законе РФ “О защите прав потребителей” (1992).

7.2.1. Методы утилизации

Очень важным аспектом организации производства является региональная безопасность. Ее задачей является сокращение, а по возможности исключение загрязнения окружающей среды.

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу человеку и окружающей среде, а именно: свинец, никель, цинк, ртуть, щелочи и пр. В солнечном коллекторе тоже используются металлы и деревянные пластины, которые могут навредить окружающей среде.

Для недопущения попадания вредных веществ в окружающую среду необходимы специальные методы утилизации компьютеров и их компонентов. Применяются такие методы как:

– Сепарация металлических компонентов от неметаллических.

– Переработка путем переплавки металлических компонентов, их дальнейшее использование.

– Специализированная переработка и утилизация неметаллических компонентов.

7.2.2. Этапы утилизации солнечного коллектора:

Разборка – комплекс мер по выявлению состава утилизируемого объекта, с целью выявления составляющих отходов, которые могут пойти на переработку.

Переработка – комплекс мер по возвращению в оборот составляющих отходов, в солнечном коллекторе переработке подвергаются медные трубки, стекло.

Утилизация – утилизация составляющих отходов, не поддающегося переработке, утилизации может подвергаться короб коллектора, если он сделан из дерева.

7.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее возможная чрезвычайная ситуация при исследовательских работах – это возникновение пожара в помещении.

7.3.1. Пожарная безопасность

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами: возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электро-соединений и электrorаспределительных щитов; возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры; возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок.

Для устранения возможности пожара в помещении необходимо соблюдать противопожарные меры:

- ограничение количества горючих веществ;
- максимально возможное применение негорючих веществ;
- устранение возможных источников возгорания (электрических искр, нагрева оболочек оборудования);
- применение средств пожаротушения;
- использование пожарной сигнализации;
- содержание электрооборудования в исправном состоянии, использование плавких предохранителей и автоматических выключателей в аппаратуре, по окончании работ все установки должны обесточиваться;

- наличие в помещении средств пожаротушения (огнетушители типа ОУ-3, пожарный инструмент, песок) и содержание их в исправном состоянии;
- содержание путей и проходов эвакуации людей в свободном состоянии;
- проводить раз в год инструктаж по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещения.

По степени взрывопожарной и пожарной опасности помещение лаборатории в соответствии с классификацией производств по пожарной безопасности относится к категории В (пожароопасные помещения), т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами. Поэтому необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного и организационного плана.

Необходимость строгого соблюдения мер пожарной безопасности при работе с оборудованием требует регулярного проведения инструктажей работников по пожарной безопасности и их действий в случае возникновения пожара в помещении или в соседних комнатах. При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду, обеспечить полную эвакуацию людей из помещения, где возник пожар. Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара. Поэтому безопасность людей находится в прямой зависимости от времени пребывания их в здании при пожаре. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, их числом и размером. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0,8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

7.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.

При найме рабочего для выполнения трудовой деятельности между работником и работодателем заключается трудовой договор (ТД), в котором прописываются обязанности сторон, ответственность, а также права работника. Документом, определяющим трудовые отношения между работником и работодателем, регулирующим вопросы охраны труда, закрепляющим правила оплаты и нормирования труда, порядок разрешения трудовых споров является трудовой кодекс.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. Для работающих по календарю пятидневной рабочей недели с двумя выходными днями,

нормальная продолжительность ежедневной работы не может превышать 8 часов, а для работающих по календарю шестидневной рабочей недели с одним выходным днем - 7 часов. При суммированном учете рабочего времени продолжительность ежедневной работы не может превышать 10 часов.

Применение сверхурочных работ допускается в случаях и порядке, предусмотренных статьей 99 ТК РФ. Сверхурочные работы не должны превышать для каждого рабочего четырех часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год. Работа в нерабочие праздничные дни допускается в случаях, предусмотренных статьей 112 ТК РФ.

7.4.2. Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

Рабочее место - это часть рабочей зоны. Оно представляет собой место пребывания человека во время работы. И должно удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать удобство при совершении работ;
- варьироваться в зависимости от тяжести работ;
- учитывать эргономические требования рабочего;
- учитывать индивидуальные особенности работ.

Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания.

Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

Конструкция оборудования и рабочего места при выполнении работ в положении сидя должна обеспечивать оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием высоты рабочей поверхности, высоты сидения, оборудованием пространства для размещения ног и высотой подставки для ног.

Оценка комфортности рабочей зоны производится в зависимости от линейных параметров рабочего места, значение которого определяется ростом инженера.

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, где даны общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПК, при работе инженера за столом, конструкция стола и стула обеспечивает оптимальное положение тела работающего. Параметры рабочего места при работе с ПК, а также с нормативной и технической документацией приведены в таблице 29.

Таблица 29. Параметры рабочего места

Параметры	Значение параметра	Реальные
Высота рабочей поверхности	От 600 до 800 мм	800 мм
Высота клавиатуры	600-700,мм	550 мм

Удаленность клавиатуры	Не менее 80 мм	100 мм
Удаленность экрана	500-700, мм	600 мм
Высота сидения	400-500, мм	500 мм
Угол наклона монитора	0-30, град	0
Наклон подставки ног	0-20, град.	0

Конструкция рабочего стула (кресла) поддерживает рациональную рабочую позу, позволяет изменять положение тела человека для снижения статического напряжения мышц. Поверхность сидения, спинки и других элементов стула (кресла) полумягкая с нескользящей поверхностью.

Не рекомендуется располагать компьютеры вблизи друг от друга в целях уменьшения действия переменного электрического поля.

Организовать свое рабочее место каждый сотрудник может согласно своим склонностям.

Но при организации рабочего места надо выполнять некоторые правила

соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте;

не создавать шума;

не нарушать инструкции по технике безопасности.

Для того чтобы не уставали мышцы спины нужно соблюдать антропометрические размеры, приведенные выше. Санитарные правила и нормы содержат ряд комплексов упражнений физкультурных минуток, которые способствует снятию локального утомления.

Окна должны быть снабжены солнцезащитными жалюзи. Освещение в помещении мягкое, интерьер окрашен в спокойные тона.

Заключение

В результате проделанной работы:

1. Проведен анализ существующих солнечных установок.
2. Выбрана наиболее перспективная модель солнечной установки-солнечный коллектор.
3. Выполнена математическая модель солнечного коллектора.
4. Проведено исследование климатических данных Томска для определения эффективности применения солнечных установок в Томске.
5. Проведено исследование математической модели с целью получения оптимальных параметров и характеристик коллектора
6. На основе исследования была разработана 3 д модель солнечного коллектора
7. Для проверки теоретических исследований и анализа работы солнечного коллектора на практике, была разработана методика и установка для эксперимента.
8. Проведен физический эксперимент солнечной установки, на основании результатов которого, можно сделать вывод, что разработанная модель эффективна и может применяться на практике.
9. В рамках главы финансовой и ресурсной эффективности были рассчитаны затраты на реализацию проекта и его конкурентоспособность, в результате которой данный продукт можно назвать конкурентоспособным.
10. В главе по социальной ответственности были рассмотрены опасные факторы, чрезвычайные ситуации и экологическая безопасность при использовании данного солнечного коллектора.

Список публикаций

1. Бойко Л.А., Исакова А.И., Крауиньш Д.П. Исследование и определение оптимального вида конструкции для использования ветроэнергетики в городе Томске // Интеллектуальные энергосистемы : труды V Международного молодёжного форума, 9-13 октября 2017 г., г. Томск : в 3 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2017. — Т. 2. — [С. 275-278].

Список используемых источников

1. Попель, О.С. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России/О.С. Попель, С.Е. Фрид., Ю.Г. Коломиец, С.В. Киселева // Объединенный институт высоких температур РАН-М.: Изд-во МФТИ, 2010. -83 с.
2. «Magus альтернативная энергетика для вашего дома»//Солнечные коллекторы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://magus.com.ua/g5089069-ploskie-solnechnye-kollektora>.
3. Ваш солнечный дом //Вакуумный коллектор с тепловыми трубками [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/solar/vacuum/scm.htm> .
4. Информационный ресурс о применении солнечной энергии и энергосбережении// Солнечный вакуумный коллектор: классификация [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://solarsoul.net/tipy-vakuumnyx-trubchatyx-solnechnyx-kollektorov> .
5. Даффи, Дж. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии/ Дж. Даффи, У.А. Бекман.- М.:Мир, 1977-413с.
6. Научный журнал «Успехи современного естествознания» //Выпуск журнала №11 (часть1) за 2015 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35688> .
7. Atmospheric Science Data Center//Nasa Surface meteorology and Solar Energe [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?email=skip%40larc.nasa.gov&step=1&lat=52.17&lon=104.17&submit=Submit>
8. Application of fotovoltaic systems// [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/en10/Chapter_10_EN.pdf .
9. Alternative energe tutorials// What is solar power [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alternative-energy-tutorials.com/solar-power/solar-power.html> .

Приложение А

Раздел 1

Информационно аналитический обзор

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ61	Исакова Алёна Игоревна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крауиньш Д.П.	к.т.н.		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Степура С. Н.	к.ф.н.		

Literature review

Introduction

With the ever increasing demand for energy, the search for alternative energy sources has increased. The worldwide use of fossil fuels has led to the critical situation of global warming, significantly effecting our health, environment and climate. Extensive emphasis has been put on the implementation of renewable energy sources. Solar energy is by far the most abundant form of renewable energy and has the potential to partially replace fossil fuels.

Electromagnetic rays in the form of radiant energy are being constantly emitted into space by the burning action of the sun. These rays travel through space in all directions while some reach the Earth's surface. The radiant energy emitted by the sun reaches the earth within a very short period of time.

In fact, the amount of solar energy that reaches the Earth's surface every hour of the day is greater than our total demand for energy in one whole year. As the sun burns brightly in the solar system 24 hours a day, 365 days a year, solar energy in the form of "Solar Power" is classed as a renewable energy resource, and for all practical purposes, we can consider **Solar Power** as power from the sun.

The Earth receives the radiant energy from the sun in the form of electromagnetic waves. The amount of solar radiation that actually falls onto the Earth's surface at any location and time depends on many factors, such as the time of day (morning, afternoon or night), the time of the year (seasons), and the geographic latitude on the Earth's surface.

The amount of radiant energy that is available for use in a solar power system is only a very small amount of the total solar radiation received by the earth above its atmosphere. This is mainly because of the clouds, the atmosphere itself and the ground conditions which can either absorb or reflect most of this solar energy back into the sky and space.

At noon on a clear cloudless day in the middle of the desert, the solar energy available at the ground level can be as much as 1,000 watts per square meter, that is 1,000W or 1kW per m² of area pointing directly at the sun but for many locations around the world 600 to 800W per m² is a more realistic value. To get the maximum amount of solar power per m² we need to compensate for the tilt and angle between the sun and the earth and the fact that it is not midday all the time by pointing a solar power collector in a southerly direction where the sun is at its brightest and perhaps adjust it for different seasons to track the sun from east to west.

The sun is therefore more powerful in the sky during the summer months than the winter months. Also, the geographical latitude plays an important role in the availability of sufficient solar energy as well as the state of the atmosphere, cloud cover, etc. with the highest potential for generating

solar energy being down in the southern hemisphere. Concentrated solar power helps us overcome some of these shortfalls.

The aim of paper is to investigate environmental propriety for solar energy systems in Tomsk.

The main applications of Solar Energy.

Some of the major application of solar energy are as follows:

- solar electric power generation;
- solar thermal power production;
- solar heating of buildings;
- solar water heating.

2.1 Solar electric power generation

Electric energy or electricity can be produced directly from solar energy by means of photovoltaic cells. The photovoltaic cell is an energy conversion device which is used to convert photons of sunlight directly into electricity. It is made of semi conductors which absorb the photons received from the sun, creating free electrons with high energies.

Photovoltaic cells have been used to operate irrigation pumps, rail road crossing warnings, navigational signals, highway emergency call systems, automatic meteorological stations etc. in areas where it is difficult to lay power lines.

They are also used for weather monitoring and as portable power sources for televisions, calculators, watches, computer card readers, battery charging and in satellites, etc. Besides these, photovoltaic cells are used for the energisation of pump sets for irrigation, drinking water supply and for providing electricity in rural areas, i.e. street lights, etc.

2.2 Solar thermal power production

Solar thermal power production means the conversion of solar energy into electricity through thermal energy. In this procedure, solar energy is first utilised to heat up a working fluid, gas, water or any other volatile liquid. This heat energy is then converted into mechanical energy of turbine. Finally, a conventional generator coupled to a turbine converts this mechanical energy into electrical energy.

Solar heating of buildings

Solar energy can be used for space heating of buildings in many ways namely:

Collecting the solar radiation by some element of the building itself i.e. solar energy is admitted directly into the building through large South-facing windows.

Using separate solar collectors which may heat either water or air or storage devices which can accumulate the collected solar energy for use at night and during inclement days.

When the building requires heat then from these collectors or storage devices, the heat is transferred by conventional equipment such as fan, ducts, air outlets, radiators and hot air registers etc. to warm up the living spaces of a building.

When the building does not require heat, the heated air or water from the collector can be moved to the heat storage device such as well insulated water tank or other heat holding material. For inclement days, an auxiliary heating system using gas, oil or electricity is required as a backup system.

Solar water heating

A solar water heating unit comprises a blackened flat plate metal collector with an associated metal tubing facing the general direction of the sun. The plate collector has a transparent glass cover above and a layer of thermal insulation beneath it.

The metal tubing of the collector is connected by a pipe to an insulated tank that stores hot water during cloudy days. The collector absorbs solar radiations and transfers the heat to the water circulating through the tubing either by gravity or by a pump.

This hot water is supplied to the storage tank via the associated metal tubing. This system of water heating is commonly used in hotels, guest houses, tourist bungalows, hospitals, canteens as well as domestic and industrial units.

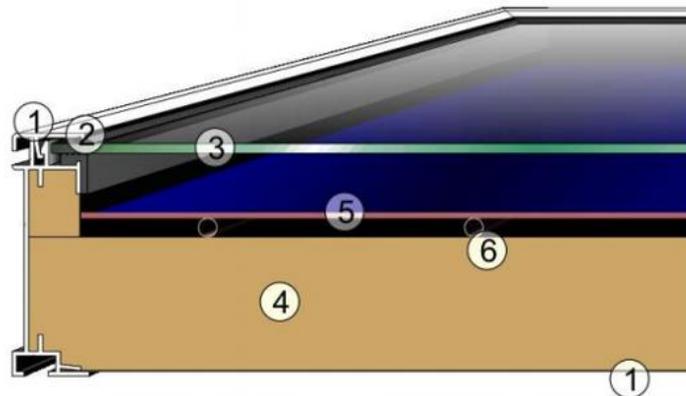
Summary

Thermal applications are drawing increasing attention in the solar energy research field, due to their high performance in energy storage density and energy conversion efficiency. In these applications, solar collectors and thermal energy storage systems are the two core components. This paper focuses on the latest developments and advances in solar thermal applications, providing a review of solar collectors and thermal energy storage systems. Various types of solar collectors are reviewed and discussed, including both non-concentrating collectors (low temperature applications) and concentrating collectors (high temperature applications). These are studied in terms of optical optimisation, heat loss reduction, heat recuperation enhancement and different sun-tracking mechanisms. Various types of thermal energy storage systems are also reviewed and discussed, including sensible heat storage, latent heat storage, chemical storage and cascaded storage. They are studied in terms of design criteria, material selection and different heat transfer enhancement technologies. Last but not least, existing and future solar power stations are overviewed.

Solar collectors

heating with the sun, a wide range of solar collector constructions are available. The efficiency of a collector is a measure of how well it converts radiation into usable heat. Running higher quantities of fluids through a collector (or running the fluids faster) doesn't result in any more heat collection because that's determined by the available radiation. However, running more fluids through usually keeps the collector cooler, which means less ambient heat loss and therefore better efficiency.

1. Frame
2. Sealing
3. Transparent cover
4. Thermal insulation
5. Absorber
6. Pipe register



3.1. Flat plate solar thermal system

These collectors are simply metal boxes that have some sort of transparent glazing as a cover on top of a dark-colored absorber plate. The sides and bottom of the collector are usually covered with insulation to minimize heat losses to other parts of the collector. Solar radiation passes through the transparent glazing material and hits the absorber plate. This plate heats up, transferring the heat to either water or air that is held between the glazing and absorber plate. Sometimes these absorber plates are painted with special coatings designed to absorb and retain heat better than traditional black paint. These plates are usually made out of metal that is a good conductor – usually copper or aluminum.

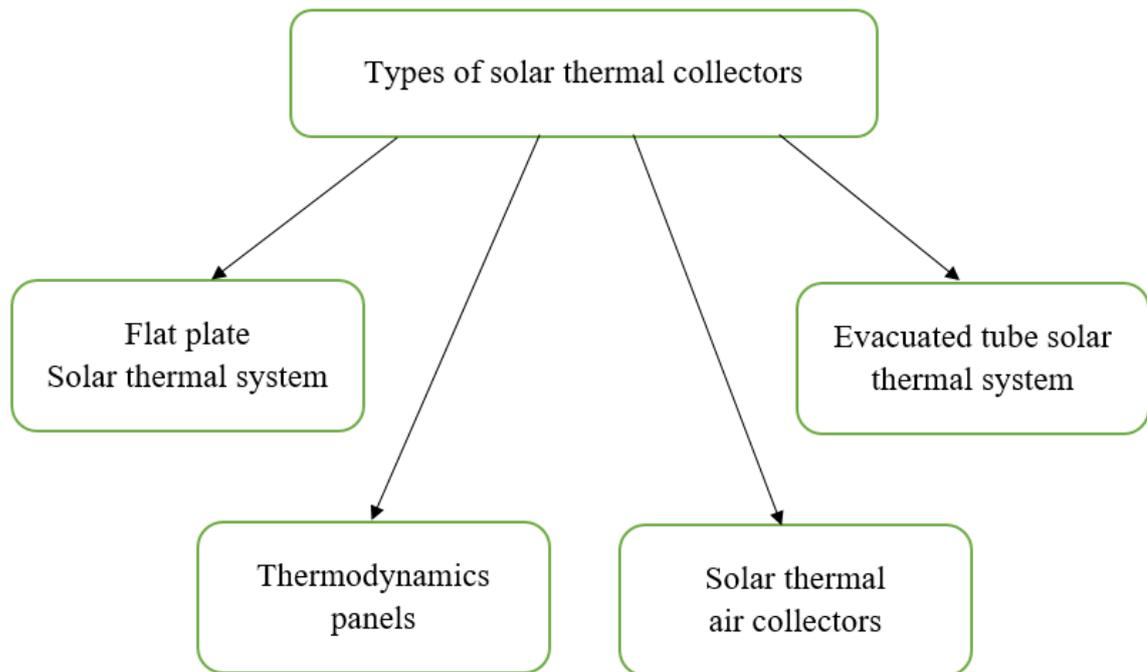


Fig. 3.2 Flat plate covered solar collector structure

The flat-plate systems normally operate and reach the maximum efficiency within the temperature range from 30° to 80° C, however some new types of collectors that employ vacuum insulation can achieve higher temperatures (up to 100° C). Due to introduction of selective coatings, stagnant fluid temperature in flat-plate collectors has been shown to reach 200° C.

Some advantages of the flat-plate collectors is that they are:

easy to manufacture;

low cost;

collect both beam and diffuse radiation;

permanently fixed (no sophisticated positioning or tracking equipment is required);

little maintenance;

3.2 Evacuated tube solar thermal system

The Evacuated tube collector consists of a number of rows of parallel transparent glass tubes connected to a header pipe and which are used in place of the blackened heat absorbing plate we saw in the previous flat plate collector. These glass tubes are cylindrical in shape. Therefore, the angle of the sunlight is always perpendicular to the heat absorbing tubes which enables these collectors to perform well even when sunlight is low such as when it is early in the morning or late in the afternoon, or when shaded by clouds. Evacuated tube collectors are particularly useful in areas with cold, cloudy wintry weathers.

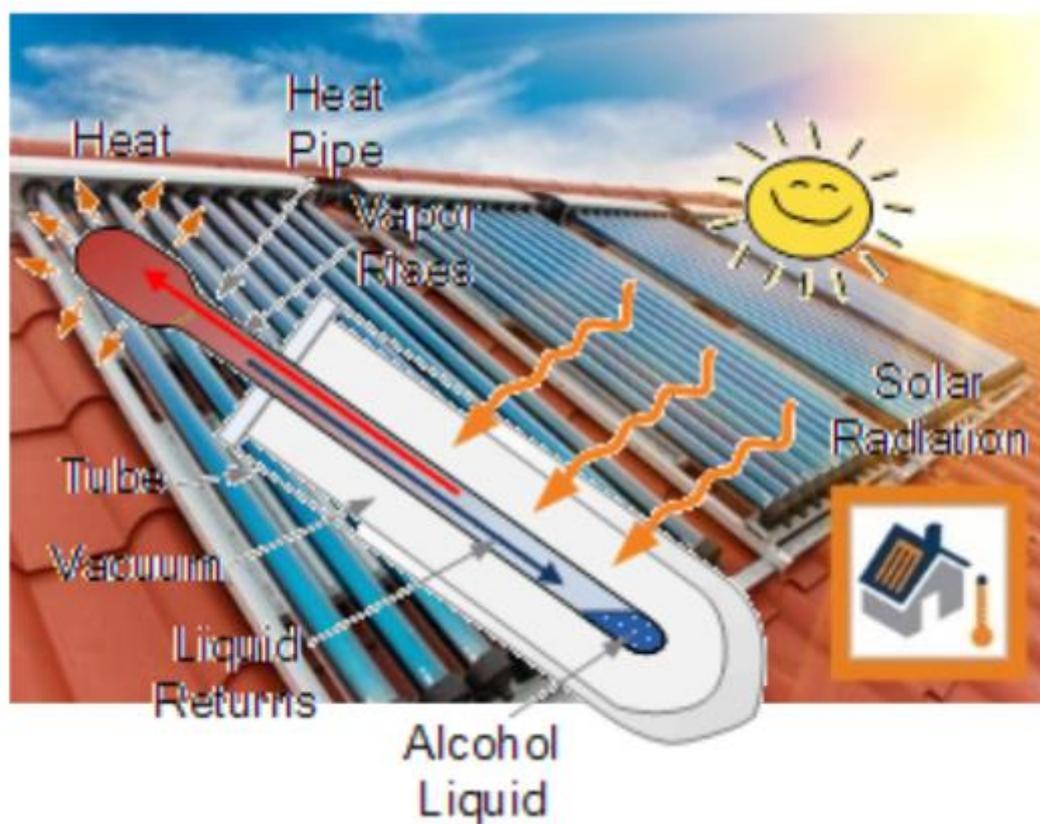


Fig. 3.3 Evacuated tube solar thermal system

There are a few different vacuum tube configurations, single wall tube, double wall tube, direct flow or heat pipe, and these differences can determine how the fluid is circulated around the solar hot water panel.

3.2.1 Heat Pipe Evacuated Tube Collectors

In heat pipe evacuated tube collectors, a sealed heat pipe, usually made of copper to increase the collector's efficiency in cold temperatures, is attached to a heat absorbing reflector plate within the vacuum sealed tube. The hollow copper heat pipe within the tube is evacuated of air but contains a small quantity of a low pressure alcohol/water liquid plus some additional additives to prevent corrosion or oxidation.

This vacuum enables the liquid to vaporize at very lower temperatures than it would normally at atmospheric pressure. When sunlight in the form of solar radiation hits the surface of the absorber plate inside the tube, the liquid in the heat pipe quickly turns into a hot vapor type gas due to presence of the vacuum. As this gas vapor is now lighter, it rises up to the top portion of the pipe heating it up to a very high temperature.

The top part of the heat pipe, and therefore the evacuated tube is connected to a copper heat exchanger called the "manifold". When the hot vapors still inside the sealed heat tube enters the manifold, the heat energy of the vapor is transferred to the water or glycol fluid flowing through

the connecting manifold. As the hot vapor loses energy and cools, it condenses back from a gas to a liquid flowing back down the heat pipe to be reheated.

The heat pipe and therefore the evacuated tube collectors must be mounted in such a way as to have a minimum tilt angle (around 30°) in order for the internal liquid of the heat pipe to return back down to the hot absorber plate at the bottom of the tube. This process of converting a liquid into a gas and back into a liquid again continues inside the sealed heat pipe as long as the sun shines.

The main advantage of Heat Pipe Evacuated Tube Collectors is that there is a “dry” connection between the absorber plate and the manifold making installation much easier than with direct flow collectors. Also, in the event an evacuated tube cracking or breaking and the vacuum becoming lost the individual tube can be exchanged without emptying or dismantling the entire system. This flexibility makes heat pipe evacuated tube solar hot water collectors ideal for closed loop solar designs as the modular assembly allows for easy installation and ability to easily expand by adding as many tubes as you want.

3.2.2 Direct Flow Evacuated Tube Collector

Direct flow evacuated tube collectors also known as “U” pipe collectors, are different from the previous ones in that they have two heat pipes running through the center of the tube. One pipe acts as the flow pipe while the other acts as the return pipe. Both pipes are connected together at the bottom of the tube with a “U-bend”, hence the name. The heat absorbing reflective plate acts like a dividing strip which separates the flow and the return pipes through the solar collector tubes. The absorber plate and the heat transfer tube are also vacuum sealed inside a glass tube providing exceptional insulation properties.

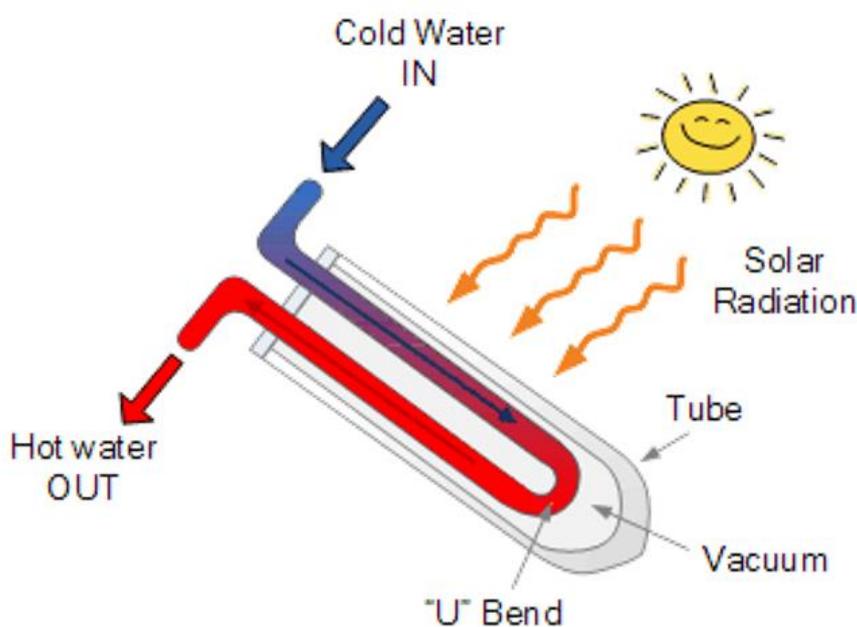


Fig. 3.4 Direct Flow Evacuated Tube Collector structure.

The hollow heat pipes and the flat or curved reflector plate are made out of copper with a selective coating to increase the collector's overall efficiency. This particular evacuated tube configuration is similar in operation to the flat plate collectors, with the exception of the vacuum provided by the outer tube.

Since the heat transfer fluid flows into and out of each tube, direct flow evacuated tube collectors are not as flexible as the heat pipe types. If a tube cracks or breaks it cannot be easily replaced. The system will require draining as there is a "wet" connection between the tube and manifold.

Many solar industry professionals believe that direct flow evacuated tube designs are more energy efficient than heat pipe designs, because with direct flow, there isn't a heat exchange between fluids. Also, in an all-glass direct flow construction the two heat tubes are placed one inside the other so the fluid being heated passes down the middle of the inner tube and then back up through the outer absorber tube.

Direct flow evacuated tubes can collect both direct and diffuse radiation and do not require solar tracking. However, various reflector shapes placed behind the tubes are sometimes used to usefully collect some of the solar energy, which may otherwise be lost, thus providing a small amount of solar concentration.

Thermodynamics panels

Thermodynamic solar panels are a new development in solar thermal technology. They are closely related to air source heat pumps in their design but are deployed on the roof or walls like regular solar thermal panels and do not have to be south facing. The concept behind thermodynamic solar technology is that it acts like a reverse freezer and they differ from conventional solar thermal in that they do not use solar radiation to heat up heat transferring liquids.

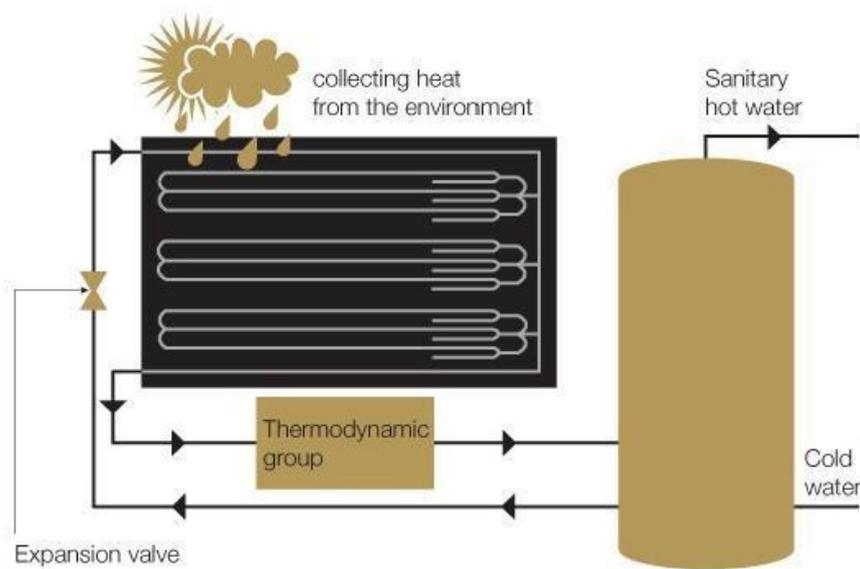


Fig. 3.5 Thermodynamics panels work scheme

The panels have a refrigerant passing through them which will absorb heat. The heat that passes through the panel will then in turn become a gas. The gas is then compressed which raises its temperature and it will then be passed on to a heat exchanging coil that is located within a hot water cylinder. The heated water in the cylinder is heated to 55 degrees and can then be used around the property. The system has a built in immersion which occasionally raises the temperature to 60 degrees to eliminate the risk of legionella.

3.4 Solar thermal air collectors

Solar air heating is a solar thermal technology in which the energy from the sun, insolation, is captured by an absorbing medium and used to heat air.^[1] Solar air heating is a renewable energy heating technology used to heat or condition air for buildings or process heat applications. It is typically the most cost-effective out of all the solar technologies, especially in commercial and industrial applications, and it addresses the largest usage of building energy in heating climates, which is space heating and industrial process heating.

Solar air heat can also be used in process applications such as drying laundry, crops (i.e. tea, corn, coffee) and other drying applications. Air heated through a solar collector and then passed over a medium to be dried can provide an efficient means by which to reduce the moisture content of the material.

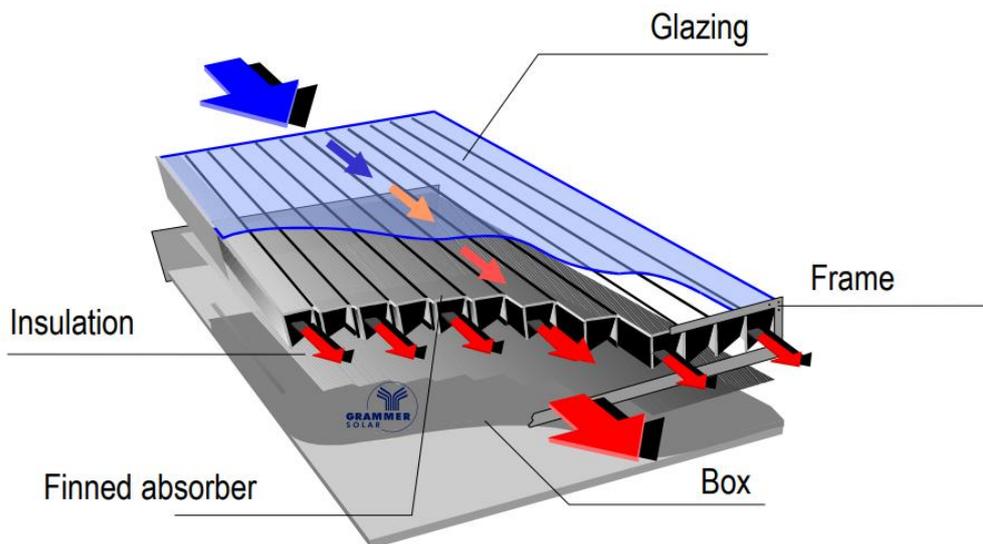


Fig. 3.6 Principle of air solar collector works