

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

---

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

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Разработка и исследование системы накопителей энергии в малой энергетике</b>

УДК 621.319.4-047.37:621.31-022.51

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ71	Могунов Александр Евгеньевич		

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
Отделение социально-гуманитарных наук, доцент	Подопригора И.В	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Исаева Е.С			

**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 технологии  
Направление подготовки (специальность) 15.04.05 «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
8НМ71	Могунуову Александру Евгеньевичу

Тема работы:

Разработка и исследование системы накопителей энергии в малой энергетике	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№1908/с от 13.03.19

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b> (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.).</p>	<p><b>Объект исследования:</b> Система аккумуляции энергии в малой энергетике <b>Предмет исследования:</b> эффективность использования альтернативной системы аккумуляции энергии</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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"> <li>1. Литературный обзор.</li> <li>2. Расчёты и аналитика</li> <li>3. Моделирование процесса аккумуляции и выработки энергии</li> <li>4. Разработка концепции работы системы аккумуляции.</li> <li>5. Эксперимент и анализ экспериментальных данных.</li> </ol>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Математическая модель, программа расчета, результаты исследования .</p>
--	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Подопригора И.В
Социальная ответственность	Исаева Е.С

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


<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**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
8НМ71	Могунов Александр Евгеньевич		

## 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	Требования ФГОС ВО (ПК-5, 23, 26), Критерий 5 АИОР

	использовать новое оборудование, и инструменты для производства изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства	(п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования при создании современных высокоэффективных машин, технологий производства изделий, материалов, nano технологий	Требования ФГОС ВО (ПК-21, 24, ОК-4, 6), 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
<b>У н и в е р с а л ь н ы е</b>		
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,	Требования ФГОС ВО (ПК-7, ОК-9), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с

	презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности	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, состоящую из 129 страниц. Включает в себя 16 рисунков и 26 таблиц. Процент заимствований составляет 10,06% (см. Приложение О).

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, аккумуляция энергии, частное строительство, малая энергетика

Объектом проектирования является система аккумуляции возобновляемой энергии в частном доме.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование эффективности использования альтернативной системы аккумуляции энергии.

В результате процесса разработки создана математическая модель.

В процессе исследования проводились: разработка математической модели системы аккумуляции, а также была расписана концептуальная методика работы системы, проанализированы полученные результаты. Также были рассмотрены вопросы безопасности при эксплуатации данной системы

Степень внедрения: результаты исследования могут использоваться для производства и продажи систем аккумуляции энергии для частных домов.

Область применения: частное строительство, малая 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.

## **Нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

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

Оглавление	
Введение.....	6
1.Объект и методы исследования .....	7
1.1 Цели проводимой работы.....	7
1.2. Обоснование для разработки .....	7
1.3. Основное содержание работы.....	7
1.4. Методы исследования.....	7
1.5. Источники разработки.....	7
2. Экономическая целесообразность .....	8
2.1 Определение необходимой мощности освещения .....	8
2.2 Определение мощности и времени использования остальных потребителей энергии.....	10
2.3 Определение пиковых нагрузок на электрическую сеть загородного дома.....	17
3. Литературный обзор .....	18
3.1 Производство тепловой энергии из солнечной радиации .....	19
3.2 Производство электрической энергии из солнечной радиации .....	19
3.3 Производство электрической энергии из энергии ветра .....	20
3.4 Способы аккумуляции энергии .....	21
3.5 Анализ существующих решений для аккумуляции энергии.....	24
4. Расчеты и аналитика .....	26
4.1 Накопление энергии в аккумуляторные батареи.....	26
4.1.1 Щелочные аккумуляторы: .....	26
4.1.2 Литиевые или литий-ионные аккумуляторы: .....	29
4.1.3 Кислотные аккумуляторы .....	31
4.2 Накопление энергии по типу ГЭС.....	34
4.2.2 Определение входных параметров.....	37
4.2.3 Кинематическая схема.....	39
4.2.4 Условия работоспособности: .....	39
Выводы по разделу: .....	50
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	51

5.1	Введение .....	51
5.2	Анализ рынка .....	51
5.3	Целевая аудитория.....	52
5.4	Конкурентный анализ .....	53
5.5	Технология QuaD.....	56
5.6	SWOT-анализ .....	58
5.7	Планирование работы .....	62
5.7.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	62
5.7.2	Составление диаграммы Ганта.....	64
5.8	Бюджет научно-технического исследования.....	65
5.8.1.	Расчет материальных затрат НТИ.....	65
5.8.2.	Основная заработная плата исполнителей.....	67
5.8.3.	Дополнительная заработная плата исполнителей.....	69
5.8.4.	Отчисления во внебюджетные фонды.....	70
5.8.5.	Контрагентные расходы.....	71
5.8.6.	Накладные расходы .....	72
5.8.7.	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	72
5.9	Вывод по разделу.....	73
6.	Социальная ответственность .....	74
	Введение.....	74
6.1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	75
6.1.1.	Специальные правовые нормы трудового законодательства. ....	75
6.1.2.	Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны .....	76
6.2.	Производственная безопасность .....	78
6.2.1	Анализ опасных и вредных факторов при проведении исследований .....	78
6.2.2	Повышенный уровень шума.....	78
6.2.3	Отклонение показателей микроклимата.....	80
6.2.4	Нехватка естественного света, малая освещенность .....	82
6.2.5.	Подвижные и вращающиеся части устройства. ....	83

6.2.6. Электрический ток.....	83
6.3. Экологическая безопасность.....	84
6.3.1. Методы утилизации.....	85
6.3.2. Этапы утилизации аккумулятора энергии .....	85
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	86
6.4.1. Пожарная безопасность.....	86
Заключение .....	88
Список публикаций.....	89
Список используемых источников.....	90
Приложение А .....	92
Приложение Б.....	113
Приложение В.....	114
Приложение Г .....	115
Приложение Д.....	116
Приложение Е.....	117
Приложение Ж.....	118
Приложение З .....	119
Приложение И .....	120
Приложение К.....	121
Приложение Л.....	122
Приложение М.....	123
Приложение Н .....	124
Приложение О .....	125

## **Введение**

Каждый человек из курса общей физики знает, что согласно закону сохранения энергии, энергия никогда не заканчивается, а лишь перетекает в другое состояние. Этот закон распространяется на любой вид энергии, будь то механическая, электрическая, тепловая, или даже «жизненная». И каждый из нас все время сталкивается с процессом перехода энергии из одной формы в другую, вот и при жизнедеятельности человека энергия находится в постоянном процессе метаморфоза, и постоянно пытается ускользнуть от человека. Также и с жилищем человека, на протяжении всей истории человечества, люди пытаются сделать дома всё более энергоэффективными.

Само слово «энергоэффективность» уже дает понятие о его смысле. Оно означает, что такой дом намного лучше и эффективней может сохранять и расходовать энергию, однако делается это отнюдь не в ущерб качеству жизни обитателей такого дома. На сегодняшний день высокой энергоэффективности дома добиваются с помощью новых и современных технологий строительства и утепления. При строительстве уже пытаются добиваться основополагающего принципа энергоэффективности – принципа «Трех нолей» или «Triple zero» – ноль энергопотребления, ноль вредных выбросов, ноль отходов. [1]

Откуда же берется эта энергия? Для большинства людей, живущих в частных домах, краеугольными камнями возобновляемых источников энергии являются солнце, воздух, и реже вода. Человек сам по себе является источником неиссякаемой энергии, которую можно получать из наших обыденных действий, таких как, например: хождение по полу, открывание и закрывание дверей, или даже совершение водных процедур.

## **1. Объект и методы исследования**

### **1.1 Цели проводимой работы**

Создание и исследование математической модели системы для аккумуляции возобновляемой энергии в малой энергетике для определения параметров для дальнейшего проектирования.

### **1.2. Обоснование для разработки**

Актуальность работы обусловлена высокой стоимостью альтернативных систем для аккумуляции энергии. Разрабатываемая модель системы позволит реализовать простую и понятную методику сохранения энергии.

### **1.3. Основное содержание работы**

Создание и анализ математической модели с целью исследования работы системы для аккумуляции энергии и выявление её оптимальных геометрических и конструктивных параметров.

### **1.4. Методы исследования**

В качестве метода исследования выбран расчетный метод. Этот метод включает в себя и теоретическое исследование, что позволяет представить относительно полную картину о работе системы аккумуляции энергии. Математическое исследование проводится с помощью различных программных продуктов и анализа полученных данных.

### **1.5. Источники разработки**

результаты, полученные при выполнении научно-исследовательских работ;

## 2. Экономическая целесообразность

Для определения необходимой мощности электростанции возобновляемой энергии необходимо определиться с количеством потребителей энергии и временем их использования.

### 2.1 Определение необходимой мощности освещения

Для начала определимся с размерами загородного дома. Проектировочные компании предлагают готовые проекты домов площадью от 120 до 200 квадратных метров, для облегчения расчетов примем площадь дома равной 160 квадратным метрам (Рис.2.1). [2]

Первыми потребителями электроэнергии являются осветительные приборы. Количество осветительных приборов напрямую зависит от размеров загородного дома и назначения того или иного помещения.



Рис. 2.1 Эскизный проект типового загородного дома площадью 160 кв.м. (Полноценный формат изображения в Приложении Б)

Таблица 2.1. Общепринятые нормы освещенности помещений с высотой потолка до 3 м. [3]

Помещения с приглушенным светом	Спальня	10-12 Вт на квадратный метр
Помещения со средним уровнем света	Санузел, рабочий кабинет, детская	15-18 Вт на квадратный метр
Помещения с ярким светом	Гостиная	20 Вт на квадратный метр

Согласно таблице общепринятых норм освещенности помещений (Таблица 2.1) и эскизному проекту типового загородного дома (рис.2.1) , для освещения всего внутреннего помещения загородного дома потребуются осветительные приборы (лампы накаливания) общей мощностью 2,3кВт. Однако, мир отходит от использования ламп накаливания и переходит на современные источники света – люминесцентные, энергосберегающие и светодиодные лампы, энергопотребление которых в 5 раз ниже, чем у обычных ламп накаливания. Поэтому необходимую мощность осветительных приборов для данного загородного дома можно принять равной 0,45 кВт.

Согласно таблице восходов и заходов для г. Томска, продолжительность самого короткого светового дня в году составляет 9 часов, а время сна здорового человека составляет примерно 8 часов в сутки. [4] Таким образом, получается, что ежедневно человеку для нормальной работы и жизни необходимо пользоваться осветительными приборами около 7 часов. Получается, что за год для освещения типового загородного дома, представленного проектом, необходимо около 1100 кВт.

## 2.2 Определение мощности и времени использования остальных потребителей энергии

Соберем все источники энергии в одну таблицу: [5]

Таблица 2.2. Средняя мощность и время использования бытовых приборов.

Потребитель электроэнергии	Средняя мощность	Время использования	Энергия, потребляемая за год.
Освещение	0,45 кВт	7 часов в день	1100 кВт
Чайник	2-2,4 кВт	5 минут, 3-5 раз в день	270 кВт
Плита	≈5 кВт (общая ≈ 9 кВт)	1,5 часа в день	2700 кВт
Микроволновая печь	1 кВт	10 минут в день	60 кВт
Стиральная машина	3,5 кВт	1,5 часа, 1-3 дня в неделю	960 кВт
ПК	0,25 кВт	24/7 круглый год	2200 кВт
ТВ	0,4 кВт	4 часа в день	600 кВт
Холодильник (класс А+)	0,04 кВт	Круглосуточно	300 кВт

Таким образом получается, что на нужды загородного дома требуется до 8 тысяч киловатт электричества в год, и это не считая электричества, расходуемого на обогрев помещений.

Представленные цифры далеки от реальных значений, но все равно дают ясное понятие о том, что человечество потребляет огромное количество электроэнергии на исполнение своих потребностей. Энергия стоит денег, в Томске, к примеру, 1 кВт электричества стоит 2 рубля 28 копеек, это значит что хозяину частного дома в год придется выложить кругленькую сумму – около 19 тысяч рублей. [6]

Может ли как-то человек минимизировать свои расходы на электричество? Все прогрессивное человечество считает, что может, и не только минимизировать, но и начать получать выгоду!

Если разделить получившуюся цифру в 8000 кВт в год на количество часов в году, то получится цифра чуть меньше 1 кВт/ч, однако надо помнить, что цифра 1 кВт/ч – это только среднее значение, в действительности же, потребление электричества зависит от расписания и образа жизни семьи, проживающей в загородном доме.

В среднем каждый человек проводит во сне около 8 часов, в это время практически все электроприборы выключены и не потребляют электроэнергию, за исключением холодильника и ПК, вместе они создают моментальную нагрузку на сеть около 0,65 кВт.

После пробуждения, в темное время суток человеку требуется искусственное освещение. В среднем, утренние сборы занимают около часа. Предположим, что все это время используется искусственное освещение, оно дает дополнительную моментальную нагрузку на сеть в 0,6 кВт.

Подогрев воды в чайнике создает дополнительную моментальную нагрузку в 2,2 кВт, а приготовление завтрака и разогрев пищи в микроволновой печи увеличивает максимальный пик моментальной нагрузки еще на 6 кВт. Так же многие люди не могут представить свое утро без телевизора, он увеличивает пик моментальной нагрузки еще на 0,4 кВт.

Путь на работу и с работы занимает у среднестатистического человека около 2 часов, плюс 8 часовой рабочий день, плюс обед. Зачастую в это время в доме никого нет, и из бытовых приборов опять же электричество потребляют только холодильник и ПК.

С приходом семьи в дом, пиковая мощность потребления резко возрастает. К 0,65 кВт, которые потребляют холодильник и ПК, добавляются почти 12 кВт мощности от других приборов. Таким образом, в самых экстремальных ситуациях, когда включены все электроприборы

одновременно, утром нагрузка на сеть составляет около 9,85 кВт, а вечером 12,85 кВт.

Согласно приблизительным расчетам, среднесуточное потребление электроэнергии данным домом составляет 26.5 кВт. Данная цифра говорит о том, что если бы мы вырабатывали 1,1 кВт электричества ежечасно, то полностью бы обеспечили бы дом электроэнергией.

Производители ветрогенераторов и солнечных электростанций обещают, что их продукты с легкостью могут выходить на мощности, в разы превышающие необходимое нам значение в 1,35кВт/ч, но мало кто упоминает о том, что мощности эти достигаются только при идеальных условиях.

Например, для солнечных панелей идеальными условиями для выхода на заявленную мощность является ясная погода. А согласно таблице 2, количество солнечных часов в году составляет 2048 часов (47% возможного).[7] Мощность солнечных батарей в пасмурные дни существенно снижается. К тому же, работа солнечных электростанций возможна только в светлое время суток.

Таблица 2.3. Среднее количество солнечных часов по месяцам

Солнечное сияние, часов в месяц													
Месяц	Янв	Фев.	Март	Апр.	Май	Июн.	Июл.	Авг.	Сен	Окт.	Ноя	Дек	Год
Солн.сиян.	56	105	171	225	257	315	316	254	171	87	51	40	2048

Рассмотрим ветрогенераторы на примере определенного продукта. Работа ветрогенератора, в отличие от солнечных электростанций не зависит от времени суток, решающим параметром для определения вырабатываемой мощности является скорость ветра. Для примера возьмем характеристики маломощного ветрогенератора, представленные в табл.2.4

Таблица 2.4. Технические характеристики маломощного ветрогенератора.

Номинальная мощность	0,8 кВт при скорости ветра 10м/с
Номинальная мощность	1 кВт при скорости ветра 11м/с
Максимальная мощность	1,4 кВт
Скорость ветра для начала работы	3 м/с
Номинальная скорость ветра	10-12 м/с
Максимальная скорость ветра	25 м/с
Номинальное напряжение	48 В
Число лопастей	3
Материал лопасти	Нейлон, стеклопластик
Диаметр ветроколеса	2 м
Тип генератора	Трехфазный с постоянными магнитами
Мачта	8 метров
Общий вес	30 кг

Исходя из характеристик, представленных в табл.2.4, можно сделать вывод о том, что минимальная скорость ветра, необходимая для работы равна 3 м/с, а на максимальную мощность турбина выходит при скорости ветра от 11 м/с до 25 м/с.

Согласно рисунку 2.2, количество дней, когда ветрогенератор с данными параметрами может работать с номинальной мощностью составляет 235,5 дней. [8]

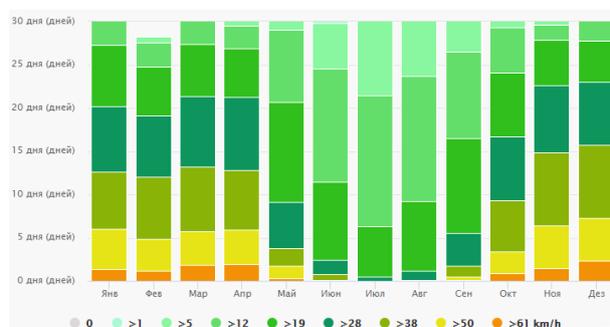


Рис. 2.2 Средняя скорость ветра по месяцам для г. Томск  
(Полноценный формат изображения в Приложении В)

Количество вырабатываемой энергии зависит от мощности электростанции. Можно устанавливать солнечные панели и ветрогенераторы большей мощности, Томские погодные условия позволяют их использовать. Однако согласно расчетам пиковых нагрузок, мощности вырабатываемой солнечными и ветряными электростанциями малой мощности не хватит для обеспечения загородного дома в часы пикового потребления электричества, в этих случаях, очевидно, необходимо прибегать к использованию центральной электрической сети. Но что делать, если отсутствует возможность использования центральной электрической сети? Тут встает вопрос о накоплении «лишней» энергии, и использовании ее в необходимые моменты.

Человечество давно уже бьется над проблемой сохранения энергии, в настоящее время самое большое распространение получили аккумуляторные батареи, работающие по принципу преобразованию электрической энергии в химическую и наоборот, за счет своей компактности и мобильности. В частном секторе проблемы нехватки пространства не стоит, поэтому стоит отправиться на поиски других аккумуляторов энергии, работающих по принципу преобразования электрической энергии в любую другую, будь то тепловая энергия какого-либо носителя, или потенциальная энергия воды или газа.

Самым энергозатратным временем года считается зима, именно в это время человеку необходимо наибольшее количество тепла и света, что требует больших затрат энергии. Основываясь на этом факте, проведем анализ использования бытовой техники в доме, в зависимости от времени суток, для самого короткого дня. Если запасенной энергии хватит для обеспечения загородного дома в этот период времени, то теоретически, энергии должно хватить и на обеспечение года в другое время. Самым коротким днем в северном полушарии считается день зимнего солнцестояния - 21 декабря, этот день считается началом астрологической зимы.

Согласно данным таблицы восходов и закатов в городе Томск, восход Солнца в этот день происходит в 9:54, заход в 16:44, а общая продолжительность дня составляет 6 часов 49 минут. Попробуем сопоставить среднестатистический распорядок жизни семьи и количество использования бытовых приборов. Помимо необходимости использования искусственного освещения, организм человека в зимний период требует большего количества подводимой энергии, это значит, что с приходом зимы энергопотребление увеличивается.

Представим зависимость энергопотребление частного дома в зависимости от времени суток, результаты представлены на графике (Приложение Г).

Для удобства графического представления, округлим время восхода до 10:00, а время захода до 17:00.

Рабочий день среднестатистического гражданина России начинается в 8 часов утра, при этом время пути на работу с утра составляет около 30 минут.

Для того, чтобы семья из трех человек успела собраться, приготовить завтрак и позавтракать требуется около 1 часа времени. Можно сделать вывод, что подъем происходит в 6:30.

С наступлением утра, резко возрастает потребление энергии: включается чайник, на плите готовится завтрак, в микроволновой печи разогревается пища, и конечно же включается освещение. Так как рассматривается день зимнего солнцестояния, использовать освещение приходится с момента пробуждения, до момента покидания дома, т.е. с 6:30 до 7:30. Приготовление завтрака с утра, занимает в среднем 30 минут, чайник греется 5 минут один раз, разогрев занимает 5 минут. Допустим, разогрев пищи в микроволновке происходит, подогрев чайника и приготовление пищи происходит одновременно в районе с 6:30 до 7:00. Помимо завтрака, многие семьи не представляют свое утро без просмотра телевизора, который также работает с момента пробуждения до момента покидания дома.

Как было описано ранее, рассматривается такая ситуация, при которой постоянными потребителями энергии являются персональный компьютер и холодильник.

При покидании с\дома семьей, почти все электрические приборы выключаются, потребление энергии падает. Из потребителей остаются только холодильник и персональный компьютер.

Согласно трудовому кодексу, рабочий день должен длиться не более 8 часов с часовым перерывом на обед. Допустим, дорога с работы до дома составляет также 30 минут. Исходя из этого можно сделать вывод, что все это время потребителями энергии являются только ПК и холодильник.

Если рабочий день начинается в 8:00, в 17:00 рабочий день подходит к концу, и в 17:30 семья возвращается домой.

С учетом того, что в это время уже темно (заход Солнца в 16:45). Возникает необходимость использования искусственного освещения вплоть до самого отбоя. С учетом того, что подъем происходит в 6:30, а здоровый человек в среднем должен отдыхать около 7 часов в сутки, отход ко сну должен происходить в 23:30.

С момента отбоя до подъема, потребителями энергии остаются только холодильник и ПК.

После возвращения домой, опять резко возрастает энергопотребление, начинается приготовление пищи, которое занимает в среднем около 1 часа, еще около 2 раз используется чайник, и один раз микроволновая печь. Допустим, что микроволновая печь, чайник, и плита используются одновременно сразу после приезда домой. Телевизор, допустим, работает на протяжении 3 часов в период с 20:30 до отбоя – 23:30.

Для абсурдности картины, предположим, что именно на этот вечер назначена стирка. Проведем полуторачасовую стирку в период с 20:30 до 22:00.

### **2.3 Определение пиковых нагрузок на электрическую сеть загородного дома.**

Сведем, все потребители энергии в одну таблицу с зависимостью пикового напряжения от времени суток, результаты представлены на графике. (Приложение Д)

Из диаграммы видно, что наибольшее потребление энергии возникает в так называемые «пиковые часы», когда используются все потребители энергии. Всего за сутки потрачено 31 кВт энергии, причем максимальное значение пиковой нагрузки составляет 10кВт.

Как известно, такие активно используемые человеком ресурсы, как нефть, газ, уголь когда-нибудь закончатся, и человек подвергнется реальной угрозе ресурсного кризиса. Поэтому уже сейчас человечество задумалось о получении неисчерпаемой энергии. Основным принципом неисчерпаемой энергии является получение энергии, из процессов, не зависящих от человека: движения ветра, воздействия солнечной радиации, перемещения водных масс, выделения тепловой энергии земли. В сравнении с человеческими масштабами, можно сказать, что данные источники неисчерпаемы.

Помимо надвигающегося ресурсного кризиса, существуют еще несколько факторов, которые заставляют человечество задуматься о переходе на неисчерпаемые источники энергии.

Первым фактором являются необратимые деструктивные процессы, происходящие с планетой в результате использования привычных человечеству ресурсов.

Вторым фактором, наиболее важным для большинства простых обывателей, является полная или частичная независимость от центральной электросети.

### 3. Литературный обзор

Основными источниками возобновляемой энергии являются солнце и ветер, так же в районах, близких к рекам, может использоваться энергия движения воды наподобие водяных мельниц.

Если со сбором энергии все достаточно ясно, на данный момент существует множество компаний, занимающихся установкой подобного оборудования. То вопрос хранения выработанной энергии остается открытым. В условиях нашего климата и географического расположения, именно хранение энергии является самым острым. В условиях континентально – циклонического климата Томска, основной проблемой источников зеленой энергии, помимо высокой стоимости, является нестабильность получения энергии.

В настоящее время существует и используется достаточно много систем аккумулирования энергии, данные системы предполагают хранение энергии в виде тепловой, механической, химической, или электрической энергии.

Так, для хранения электрической энергии используются емкостные и электромагнитные накопители, для хранения электрохимической энергии существуют электрохимические батареи и регенеративные топливные элементы. Химическая энергия от переработки отходов хранится в абсорбирующих системах для водорода и биомассы. Тепловая энергия солнца накапливается в емкостных и фазопереходных системах. Механическая энергия может сохраняться с помощью инерционных гидравлических и пневматических систем.

Не каждый человек может похвастаться земельным участком, рядом с которым протекает какая-либо водная артерия. Поэтому, при коттеджном строительстве наиболее популярно задействование солнца и ветра в качестве источников неиссякаемой энергии.

Наиболее популярным источником альтернативной энергии является солнечная радиация. Выделяют два типа получаемой энергии из солнечной радиации: электрическая энергия и тепловая энергия.

### **3.1 Производство тепловой энергии из солнечной радиации**

Для получения тепловой энергии из солнечной радиации используются солнечные электростанции, принцип действия которых основан на сборе сконцентрированной солнечной энергии с помощью зеркал и отражении солнечной энергии на приемники, которые собирают эту энергию и преобразуют её в тепло. С помощью СЭС можно отапливать жилые и нежилые помещения, нагревать воду для бытовых и промышленных нужд. Однако существенным минусом солнечных электростанций является то, что вся полученная энергия должна быть потрачена сразу, аккумулировать данный вид энергии практически невозможно.

### **3.2 Производство электрической энергии из солнечной радиации**

Для получения же электрической энергии из солнечной радиации, используются солнечные батареи, или фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии. Панель преобразователя состоит из двух тонких пластин из чистого кремния, сложенных вместе. На одну пластину наносят бор, а на вторую фосфор. В слоях, покрытых фосфором, возникают свободные электроны, а в покрытых бором – отсутствующие электроны. Под влиянием солнечного света электроны начинают движение частиц, и между ними возникает электрический ток. Чтобы снять ток с пластин их пропаявают тонкими полосками специально обработанной меди. Одной кремниевой пластины хватит для зарядки маленького фонарика. Соответственно, чем больше площадь панели, тем больше энергии она вырабатывает.

Спаянные между собой пластины, пропускающие УФ лучи, ламинируют пленкой и крепят на стекло. Скрепленные слои заключают в алюминиевую раму.

На выходе получается постоянный электрический ток, который через контроллер поступает либо на инвертор и в сеть, либо накапливается в

аккумуляторных батареях, если нет необходимости в использовании электрической энергии.[9]



Рис. 3.1 Схема работы системы солнечного электроснабжения

Так как КПД традиционных солнечных батарей сравнительно не высок, и не превышает 25% (с использованием следящей системы можно достигнуть КПД в 40-50%), а в условиях томской области, где солнце светит всего 2048 часов в год, а средняя скорость ветра составляет 1,6 м/с, рационально помимо, фотоэлектрических систем использовать ветрогенераторы.

### 3.3 Производство электрической энергии из энергии ветра

Для получения электрической энергии из ветра используются ветрогенераторы, принцип работы которых основан на преобразовании кинетической энергии ветра во вращательное движение лопастей ветрогенератора, которые через специальный привод заставляют вращаться ротор. Благодаря наличию статорной обмотки, механическая энергия вращения превращается в переменный электрический ток. Однако переменный электрический ток невозможно аккумулировать. Для выпрямления нестабильного переменного тока используется контроллер, который в дальнейшем поставляет постоянный ток для зарядки аккумуляторных батарей. Одновременно к аккумуляторам подключен

инвертор, который преобразует постоянное напряжение аккумуляторов в переменное однофазное напряжение 220В 50Гц.[10]

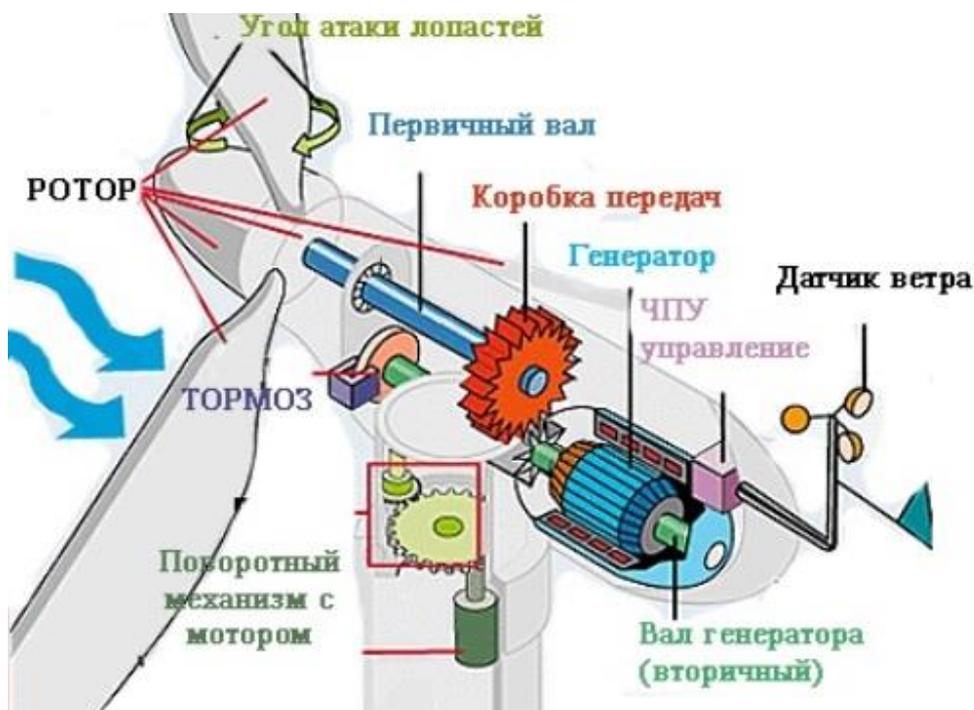


Рис. 3.2 Схема составных частей ветряка.

### 3.4 Способы аккумуляции энергии

Для хранения электрической энергии используются все возможные типы аккумуляторных батарей, которых на данный момент существуют огромное количество.

Максимальный разряд аккумуляторных батарей происходит в так называемые «часы пик», когда расход электроэнергии всеми потребителями в автономной сети достигает своего максимума (вечерние и утренние часы), поэтому перед энергетиками стоит острая необходимость «выравнивания» количества потребления энергии. Этого можно достичь двумя способами: Первым способом является наращивание мощностей электростанций до полного перекрытия «пиковых нагрузок».

Вторым способом является создание специальных станций, которые вырабатывали бы необходимые значения в определенные моменты – «часы пик».

Существует много оригинальных способов добычи энергии, и не меньше способов хранения выработанной энергии. Выделяют несколько способов хранения электрической энергии:

### **1. Аккумуляторы**

Наиболее привычный способ накопления электрической энергии реализуется с использованием готовых блоков, которые подключаются к источнику. Аккумуляторы практически не требуют обслуживания и удобны с точки зрения потребления накопленной энергии. Извлеченная единичным блоком мощность ограничена, но суммарная может быть достаточно большой.

### **2. Конденсаторы**

Конденсаторы не требуют обслуживания и достаточно долговечны. Накапливаемая энергия сравнительно невелика, но режим ее высвобождения позволяет получать огромную мощность.

### **3. Ротор (маховик)**

Суть данного метода заключается в накоплении кинетической энергии, которая запасается в массивном вращающемся роторе. Чем больше масса и скорость вращения ротора, тем больше энергии он запасает. Энергия легко превращается в механическую или электрическую. Обслуживания ротор не требует, но он должен иметь очень надежные механизмы самоконтроля и системы торможения. Важной особенностью изготовления ротора является тщательное балансировки. Серьезным недостатком является то, что в случае аварии ротор мгновенно остановить невозможно.

### **4. ГЭС (бассейн)**

Этот тип накопителя запасает энергию в виде потенциальной энергии воды, поднятой на высоту.

Подобные накопители обычно используются на крупных электростанциях как системы накопления избыточной электроэнергии, которая появляется на спаде пика потребления энергии. Обслуживание

требуют только механизмы преобразования энергии (турбины) и насосы, закачивающие воду на высоту.

## **5. Водород + топливный элемент**

Очень популярен и широко обсуждаемый способ накопления энергии. Запасается химическая энергия, которая при работе элемента конвертируется в электрическую. Для безопасности вся система должна работать при низком давлении и иметь достаточно большие размеры. КПД данной системы ниже, чем у аккумулятора или конденсатора, она сложнее в эксплуатации и требует использования драгоценных металлов. Принципиально реализуется без движущихся частей.

## **6. Сжатый воздух**

Малораспространенный и довольно неудобный способ накопления механической энергии, которая может быть конвертирована в кинетическую и затем в электрическую. Для эффективной работы требует высокого давления. Компрессоры высокого давления требуют присмотра и регулярных профилактических работ. Накапливаемая энергия небольшая и очень сильно зависит от температуры. Извлеченная мощность может быть очень большой, но при этом работа устройства нестабильна, поскольку газ при расширении сильно охлаждается.

## **7. Сброс в общую энергетическую сеть**

Реализованный и пропагандируемый на Западе проект, но он довольно плох с точки зрения стабильного энергоснабжения. Связано это с тем, что альтернативные источники энергии непостоянны, поэтому необходимо иметь стабильную резервную мощность. Необходимость содержать одновременно и тепловую энергостанцию, и альтернативной системы заметно снижает ценность последней.[11]

### 3.5 Анализ существующих решений для аккумуляции энергии

Проанализируем существующие технические решения с точки зрения использования их в частном доме, выделим плюсы и минусы каждого из решений, определим несколько наиболее подходящих нам систем для дальнейшего сравнительного анализа и анализа эффективности.

#### 1. Аккумуляторы.

Аккумуляторные батареи наиболее распространены в данной отрасли, однако использование обычных дешевых автомобильных аккумуляторных батарей невозможно в связи с особенностями самих батарей, при полной разрядке батареи, сильно падает емкость аккумулятора в связи понижением плотности жидкости в аккумуляторах. Вторым минусом использования аккумуляторных батарей является необходимость выделения специального пространства для размещения необходимого количества блоков батарей. Плюсом использования данной системы является ее быстрая установка.

#### 2. Конденсаторы.

Из курса электротехники известно, что конденсаторы – это такие элементы электрической цепи, которые в необходимый момент выдают электрическую энергию высокой мощности. Минусами использования конденсаторов являются:

- Наличие токов большой мощности, что потенциально небезопасно для человека.
- Небольшая емкость конденсаторов, быстрое использование накопленной энергии.

К плюсам использования конденсаторов можно отнести их долговечность.

#### 3. Ротор

Производство и использование ротора необходимой мощности требует больших денежных вливаний. Наличие вращающихся с большой скоростью элементов потенциально не безопасно. Конструкция ротора имеет большие размеры, для установки роторной машины необходимо дополнительное

пространство. Еще одним минусом является постоянный шум при использовании роторной машины, что неблагоприятно влияет на психологическое здоровье обитателей частного дома.

#### 4. ГЭС

Большим минусом использования ГЭС является её громоздкость, наличие шума и ограниченная размерами частного дом высота столба жидкости. Однако использование ГЭС имеет большое преимущество перед остальными способами накопления энергии:

Воду, пропущенную через электромашины, можно использовать для создания напора в системе водоснабжения частного дома.

Также большим минусом данной системы является необходимость поднятия жидкости на определенную высоту, что требует определенных затрат энергии.

#### 5. Водород + топливный элемент

Система реализуется без движущихся элементов и при низком давлении, что безусловно является плюсом использования данной системы. Однако большим минусом является наличие в системе водорода, при смеси водорода с кислородом получается чрезвычайно взрывоопасная смесь.

#### 6. Сжатый воздух, сжатая жидкость

Наличие сосудов под высоким давлением потенциально небезопасно для обитателей дома.

#### 7. Сброс в общую энергетическую сеть.

В российском законодательстве еще не предусмотрена продажа электричества частными лицами.

## 4. Расчеты и аналитика

Для дальнейшего анализа рационально выбрать несколько способов накопления электроэнергии. Предположим, что в предложенном частном доме полностью отсутствует доступ к централизованной электрической сети, поэтому наша система должна накапливать 8000 кВт чистой электрической энергии в год, при этом пиковая мощность должна составлять 10кВт.

### 4.1 Накопление энергии в аккумуляторные батареи

Рассмотрим метод накопления электрической энергии с помощью аккумуляторных батарей.

На сегодняшний день наиболее распространены щелочные аккумуляторные батареи, литиевые аккумуляторы, и АКБ (кислотные аккумуляторы).

Рассмотрим каждый из типов, определим преимущества и недостатки каждого из них.

#### 4.1.1 Щелочные аккумуляторы:

Свое название эти аккумуляторы получили от типа электролита, используемого для их работы.

Основными разновидностями электролита, используемыми в щелочных аккумуляторах, являются едкий калий (KOH) и едкий натрий (NaOH).

Среди аккумуляторов, работающих при помощи щелочного раствора наиболее часто используются два их вида – никель-кадмиевый и никель-металлогидридный.

Основными достоинствами батарей данной конструкции считают:

- Длительный срок службы;
- Небольшой саморазряд;
- Устойчивость к глубоким разрядам.

Существенным минусом щелочных аккумуляторов является небольшой КПД – всего 55%. Наличие эффекта памяти, приводящего к потере ёмкости, а также необходимость использования контроллеров заряда.

В основном, при создании автономных электрических систем загородных домов используются тяговые аккумуляторы, которые используются также в электромобилях, спецтехники (погрузчиках, тягачах, электрических лодках), и гибридах.

Такие аккумуляторы отличаются от обычных «пусковых» аккумуляторов отсутствием высоких токов, они рассчитаны на отдачу энергии в течение длительного промежутка времени, и могут разряжаться практически до нулевого значения.

Тяговые аккумуляторы отличаются от пусковых аккумуляторов только размерами пластин: в тяговых они в разы больше и толще. В остальном, пусковые и тяговые щелочные аккумуляторы идентичны.

Рассчитаем необходимую емкость щелочного тягового аккумулятора, нагрузкой для которого является средняя потребляемая энергия для загородного дома в час, и подберем подходящий аккумулятор.

Необходимая среднечасовая электрическая мощность потребителей составляет 1 кВт, примем напряжение аккумулятора энергии равным 47В. Так как 1кВт – это средняя потребляемая энергия в час, установим время работы аккумулятора 24 часа.

Примем КПД преобразователя 47В – 220В равным 85%, и рассчитаем ток разряда согласно формуле 4.1:

$$I = W \div V \div \nu, \text{ где} \quad (4.1)$$

$I$  – ток разряда;

$W$  – мощность потребителей;

$V$  – напряжение аккумуляторной батареи;

$\nu$  - КПД преобразователя.

Получаем:

$$I = W \div V \div \nu = 1000\text{Вт} \div 47\text{В} \div 0,85 = 25 \text{ А}$$

Рассчитаем необходимую емкость аккумуляторной батареи, согласно формуле 4.2:

$$E = I \times T, \text{ где} \quad (4.2)$$

$E$  – необходимая емкость аккумулятора;

$I$  – ток разряда аккумулятора;

$T$  – время использования аккумулятора.

Получаем:

$$E = 25A \times 24ч = 600 A \times ч$$

При данных значениях, идеальным вариантом будет использование щелочной тяговой батареи марки 40 ТНЖ - 600 - У2, стоимость которой на розничном рынке составляет около 295 тысяч рублей – на данный момент это самое выгодное предложение на рынке. [12]

Надо понимать, что это цена не окончательная, для работы еще требуется еще контроллер заряда и преобразователь. Также нужно учитывать, что необходимо два идентичных контура, чтобы во время разрядки одного, второй контур – заряжался, помимо этого необходимо также наличие источников энергии – ветряных мельниц и солнечных электростанций необходимой мощности.

Расчёт производился для среднечасовой нагрузки в 1 кВт, но на самом деле, пиковая нагрузка в определенные часы может достигать 10 кВт. На таблице представлена зависимость потребления энергии от времени суток, все, что лежит ниже красной линии - это те промежутки времени, когда мы можем обеспечить дом энергией за счет выбранных аккумуляторных батарей.

Для того, чтобы система могла вырабатывать необходимую энергию в часы пик, необходимо произвести расчет достаточной емкости аккумуляторных батарей при суммарной мощности потребителей 10 кВт. Для расчета емкости аккумуляторов необходимо также воспользоваться формулой 4.1.:

Установим время работы аккумулятора 24 часа.

Примем КПД преобразователя 47В – 220В равным 85%, и рассчитаем ток разряда согласно формуле:

$$I = W \div V \div \eta = 10000Вт \div 47В \div 0,85 = 250 A$$

Рассчитаем необходимую емкость аккумуляторной батареи, согласно формуле 4.2.:

Получаем:

$$E = 250\text{А} \times 24\text{ч} = 6000 \text{ А} \times \text{ч}$$

Для реализации системы данной емкости можно также использовать щелочные тяговые батареи марки 40 ТНЖ - 600 - У2, в количестве 10 штук.

Формула верна для больших времен работы от аккумулятора (8 часов и больше). При малых временах разряда, аккумулятор отдает только часть емкости. Поэтому при  $H = 6$  часов, рассчитанную емкость аккумулятора  $E$  нужно увеличить на 20%, при  $H = 4$  часа - на 30 %, при  $H = 2$  часа - на 40%, а при требуемом времени 30 минут - удвоить рассчитанную емкость аккумулятора  $E$ .

Согласно графику приблизительного использования электроэнергии в частном доме (Приложение Д), время использования аккумуляторов в пиковые часы составляет от 1,5 до 2 часов, поэтому необходимо увеличить расчетную емкость аккумуляторов на 50 процентов.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что для обеспечения нужд загородного дома, необходимо взять 15 аккумуляторных батарей марки 40 ТНЖ - 600 - У2, на что необходимо потратить **4,5 млн.** рублей, не считая необходимых инверторов и электростанций.

#### **4.1.2 Литиевые или литий-ионные аккумуляторы:**

Литий –ионный аккумулятор (Li-ion) – тип электрического аккумулятора, который широко распространён в современной бытовой техники и находит своё применение в качестве источника энергии в электромобилях и накопителях энергии в энергетических системах.

К преимуществам аккумуляторов данного типа можно отнести:

- Высокую энергетическую плотность
- Низкий саморазряд
- Не требуют обслуживания.

Отрицательными качествами аккумулятора данного типа являются их высокая взрывоопасность и падение емкости с течением времени даже в условиях не использования последних.

Также как и у щелочных аккумуляторов, среди литий-ионных аккумуляторов можно выделить подгруппу тяговых аккумуляторов.

Рассчитаем необходимую емкость литий-ионного тягового аккумулятора, нагрузкой для которого является средняя потребляемая энергия для загородного дома в час, и подберем подходящий аккумулятор.

Необходимая среднечасовая электрическая мощность потребителей составляет 1 кВт, примем напряжение аккумулятора энергии равным 12В. Так как 1кВт – это средняя потребляемая энергия в час, установим время работы аккумулятора 24 часа.

Примем КПД преобразователя 12В – 220В равным 85%, и рассчитаем ток разряда согласно формуле 4.1:

Получаем:

$$I = W \div V \div \eta = 1000\text{Вт} \div 12\text{В} \div 0,85 = 98 \text{ А}$$

Рассчитаем необходимую емкость аккумуляторной батареи, согласно формуле 4.2:

Получаем:

$$E = 98\text{А} \times 24\text{ч} = 2350 \text{ А} \times \text{ч}$$

При данных значениях, идеальным вариантом будет использование литий-ионной тяговой батареи марки LiFePO4 12 Вольт, 140 Ач, стоимость которой на розничном рынке составляет 34500 рублей – на данный момент это самое выгодное предложение на рынке.[13]

Для достижения необходимой емкости необходимо подключить 17 таких аккумуляторных батарей, что в денежном эквиваленте составляет 580 тысяч рублей.

При использовании литий-ионных батарей, также необходимо использовать контроллер заряда и преобразователь. По аналогии, необходимо использование двух параллельных контуров.

Расчёт производился для среднечасовой нагрузки в 1 кВт, но на самом деле, пиковая нагрузка в определенные часы может достигать 10 кВт.

Для того, чтобы система могла вырабатывать необходимую энергию в часы пик, необходимо произвести расчет достаточной емкости аккумуляторных батарей при суммарной мощности потребителей 10 000 Вт.

Получается, что для обеспечения загородного дома с суммарной мощностью потребителей в 10 кВт, необходимо система аккумуляции энергии, емкостью **23520 А\*ч**.

Для реализации системы данной емкости можно также использовать тяговые литий-ионные батареи марки LiFePO4 12 Вольт, 140 Ач, в количестве 168 штук.

Формулы 4.1 и 4.2 верны для больших времен работы от аккумулятора (8 часов и больше). При малых временах разряда, аккумулятор отдает только часть емкости.

Поэтому при использовании аккумуляторной системы в промежутке от 1,5 до 2 часов, необходимо увеличить расчетную емкость аккумуляторов на 50 процентов.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что для обеспечения нужд загородного дома, необходимо взять 250 аккумуляторных батарей марки LiFePO4. Стоимость только аккумуляторных батарей данной системы составляет **8,7 млн.** рублей, не считая необходимых инверторов и электростанций.

Очевидно, что использование литий-ионных батарей в качестве аккумуляторов для хранения возобновляемой энергии в загородном доме невозможно в виду высокой стоимости последних и необходимости использования большого количества батарей.

#### **4.1.3 Кислотные аккумуляторы**

Свинцово-кислотный аккумулятор— тип аккумуляторов, получивший широкое распространение ввиду умеренной цены, неплохого ресурса (от 500 циклов и более), высокой удельной мощности. Принцип работы свинцово-

кислотных аккумуляторов основан на электрохимических реакциях свинца и диоксида свинца в водном растворе серной кислоты.

Также как у щелочных аккумуляторов и литий-ионных аккумуляторов, среди можно выделить подгруппу тяговых аккумуляторов.

Рассчитаем необходимую емкость свинцового тягового аккумулятора, нагрузкой для которого является средняя потребляемая энергия для загородного дома в час, и подберем подходящий аккумулятор.

Необходимая среднечасовая электрическая мощность потребителей составляет 1 кВт, примем напряжение аккумулятора энергии равным 36В. Так как 1кВт – это средняя потребляемая энергия в час, установим время работы аккумулятора 24 часа.

Примем КПД преобразователя 36В – 220В равным 85%, и рассчитаем ток разряда согласно формуле 4.1:

Получаем:

$$I = W \div V \div \eta = 1000\text{Вт} \div 36\text{В} \div 0,85 = 33 \text{ А}$$

Рассчитаем необходимую емкость аккумуляторной батареи, согласно формуле 4.2:

Получаем:

$$E = 33\text{А} \times 24\text{ч} = 800\text{А} \times \text{ч}$$

При данных значениях, идеальным вариантом будет использование Тяговой аккумуляторной кислотной батареи 36V 935 Ah для погрузчика Yale ERC050RF M2901808523B, стоимость которой на розничном рынке составляет 54 000 рублей – на данный момент это самое выгодное предложение на рынке.[14]

Для достижения необходимой емкости хватит одной аккумуляторной кислотной батареей.

При использовании АКБ, особенно важно использовать контроллер заряд, а также преобразовывать постоянный ток разрядки в переменный ток сети . Также нужно учитывать, что необходимо два идентичных контура, чтобы во время разрядки одного, второй контур – заряжался.

Расчёт производился для среднечасовой нагрузки в 1 кВт, но на самом деле, пиковая нагрузка в определенные часы может достигать 10 кВт.

Для того, чтобы система могла вырабатывать необходимую энергию в часы пик, необходимо произвести расчет достаточной емкости аккумуляторных батарей при суммарной мощности потребителей 10 000 Вт.

Получается, что для обеспечения загородного дома с суммарной мощностью потребителей в 10 кВт, необходимо система аккумуляции энергии, емкостью **8000 А\*ч**.

Для реализации системы данной емкости можно также использовать тяговые аккумуляторные кислотные батареи 36V 935 Ah для погрузчика Yale ERC050RF M2901808523B, в количестве 9 штук.

Формулы 4.1 и 4.2 верны для больших времен работы от аккумулятора (8 часов и больше). При малых временах разряда, аккумулятор отдает только часть емкости.

Поэтому при использовании аккумуляторной системы в промежутке от 1,5 до 2 часов, необходимо увеличить расчетную емкость аккумуляторов на 50 процентов.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что для обеспечения нужд загородного дома, необходимо взять 250 аккумуляторных батарей марки LiFePO4. Стоимость только аккумуляторных батарей данной системы составляет **700 тыс.** рублей, не считая необходимых инверторов и электростанций.

Очевидно, что использование АКБ в качестве аккумуляторов для хранения возобновляемой энергии в загородном доме наиболее выгодно в виду низкой их стоимости.

## 4.2 Накопление энергии по типу ГЭС

Рассмотрим метод накопления энергии с помощью преобразования электроэнергии от электростанций в потенциальную энергию поднятой жидкости:

Во время, когда электропотребление частного дома минимальное – это ночное время, и время, когда все обитатели дома его покидают, рационально перенаправление излишков выработанной электрической энергии на работу насоса, который будет накачивать воду в определенную емкость, находящуюся на крыше.

Большим преимуществом, по сравнению с использованием аккумуляторных батарей, является возможность параллельного использования жидкости, например для наполнения системы водоснабжения дома.

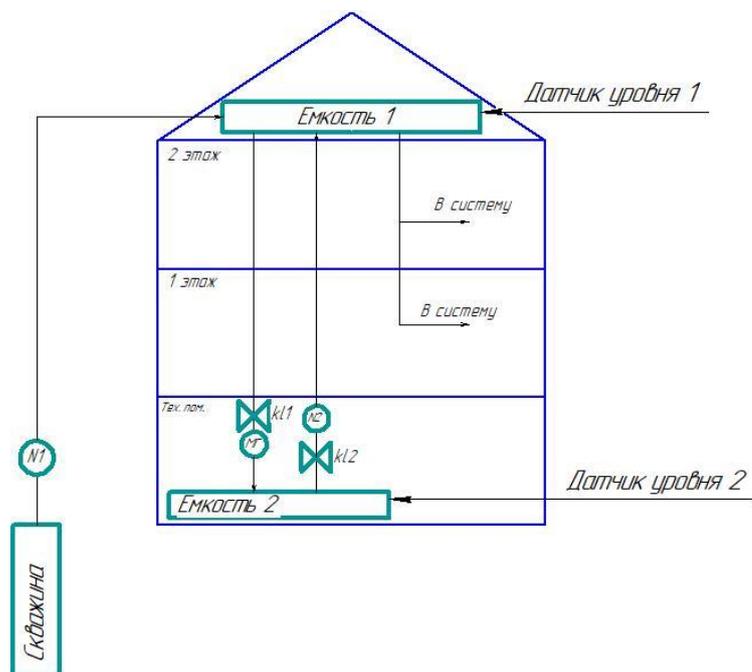
Первый шаг в построении мини гидроэлектростанции – определение мощности водного потока, включающей в себя напор и расход воды. Напор предопределяет давление, развиваемое падающей водой, его значение зависит от вертикальной дистанции между уровнем воды в наивысшей точке напорного трубопровода и на выходе воды из гидротурбины. Единица измерения напора – метры, чем это значение выше, тем меньше будет расход воды, требуемый для выхода микро-ГЭС на заданную мощность. Расход воды – это количество жидкости, проходящее через сечение трубопровода за единицу времени. Измеряется расход в литрах или кубометрах воды в секунду.

Соответственно, высокий напор позволит использовать турбину меньших размеров, что дешевле, а небольшой расход воды дает возможность задействовать трубопровод с небольшим диаметром, что, опять же, снизит расходы на создание малой гидроэлектростанции.

Основными расчетными параметрами при определении мощности и типа микро гидроэлектростанции являются напор и объемный расход, соответственно потенциальная и кинетическая составляющая гидроэнергии.

## 4.2.1 Принципиальная схема работы системы

Составим принципиальную схему работы системы: и опишем этапы функционирования системы:



*Рис. 4.1 Схема работы системы аккумуляции энергии. (Полноценный формат изображения в Приложении Е)*

При первом заполнении системы водой, когда электроэнергия в частном доме практически не используется, по команде с управляющего механизма включается скважинный насос **N1**, и накачивает воду из скважины в **Емкость 1**, находящуюся на максимально возможном расстоянии от земли до того момента, как сработает **датчик уровня 1**. После срабатывания **датчика уровня 1**, подача воды из скважины останавливается.

**Емкость 1**, расположенная на уровне крыши дает возможность её подключения к сети центрального водоснабжения дома.

При использовании воды обитателями жилища по прямому назначению, объем воды в **емкости 1** уменьшается. Основываясь на показаниях **датчика уровня 1**, система дает команду о необходимости пополнения запаса воды в **емкости 1**, путем включения **скважинного насоса 1** до момента срабатывания **датчика уровня 1**.

При необходимости выработки электрической энергии, система дает команду на открытие **клапана 1**. Вода проходит через мини гидроэлектростанцию и попадает в **емкость 2**. **Емкость 2** так же оснащена двумя датчиками уровня. При достижении пикового значения наполненности **емкости 2**, срабатывает **датчик уровня 2**, система дает команду на открытие **клапана 2** и включение **насоса 2** для поднятия воды снова на уровень крыши.

При достижении воды в **емкости 2** нижней отметки, срабатывает датчик **уровня 3**, основываясь на этом, система дает команду на закрытие **клапана 2** и выключение **насоса 2**.

В качестве модели частного дома, используем модель, проставленную на рисунке 4.2.



*Рис.4.2 Модель частного дома. (Полноценный формат изображения в Приложении Ж)*

Согласно представленной 3D модели, максимальная высота, которую можно использовать для создания направленного потока жидкости составляет 9 метров.

#### 4.2.2 Определение входных параметров

Для обеспечения загородного дома 1 кВт электричества в час, необходимо потратить 3600 кДж, без учета потерь на преобразование энергии. Согласно формуле потенциальной энергии (4.3):

$$E = m \times g \times h, \text{ где} \quad (4.3)$$

$m$  – вес жидкости, кг;

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;

$h$  – высота столба жидкости, м.

Получается, что для ежечасной выработки 1 кВт электричества, без учета потерь, необходимо сбрасывать 36,7 тонн воды, что равняется  $35,5 \text{ м}^3$  воды. Для обеспечения среднечасовой потребности в электричестве, в сутки необходимо сбрасывать  $850 \text{ м}^3$  жидкости, не считая потерь.

Очевидно, что помимо невозможности расположения резервуара необходимого объема под крышей частного дома, встает вопрос о небезопасности жителей дома.

Оптимальным решением в данном случае будет использование запасенной энергии для использования её на работу какого-то одного из потребителей энергии, например, для освещения жилых помещений.

Общая мощность осветительных приборов составляет 0,45 кВт, однако с помощью использования системы «Умного дома», можно снизить общую мощность осветительных приборов минимум в два раза.

Примем общую мощность осветительных приборов равной – 0,25кВт и времени их использования – примерно 7 часов в сутки. Энергия воды, поднятой на уровень крыши, должна быть эквивалентна 1,5 кВт электричества в сутки, что эквивалентно равняется  $60 \text{ м}^3$ .

Зададимся начальными условиями:

Оптимальным решением будет использование генератора AW-1, представленного на рис.4.4, технические характеристики которого представлены в таблице 4.1



*Рис.4.3. Генератор АW-1.*

Таблица 4.1. Технические характеристики генератора АW-1.

Электрические параметры	
Номинальная мощность	350 Вт
Диапазон выходной мощности	0-800 Вт
Диапазон частоты вращения вала	0-360 об/мин (0-6 об/сек)
Количество фаз	2
Диапазон фазных напряжений	0-128 В
Номинальный фазный ток	3,5 А
КПД	90%
Механические параметры	
Номинальный крутящий момент	24 Н*м
Момент страгивания	0,1 Н*м

### 4.2.3 Кинематическая схема

Составим кинематическую схему работы преобразователя энергии.

Система состоит из бака постоянного уровня, размещенного под крышей здания на высоте  $h$ . С определённой высоты  $h$ , через сечение трубки  $D$  падает поток жидкости со скоростью  $V$  на расстоянии  $R$  от оси генератора, и попадает на лопасти крыльчатки, которая жестко связана с генератором, тем самым создавая крутящий момент и приводя в движение генератор.

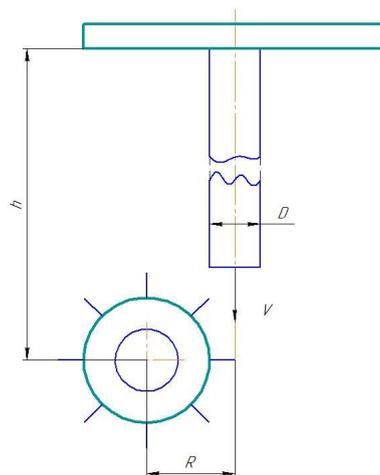


Рис.4.5. Кинематическая схема работы системы. (Полноценный формат изображения в Приложении 3)

Выбор данного генератора накладывает определенные условия работоспособности системы.

### 4.2.4 Условия работоспособности:

$$1. \rho g h \times \frac{d^2 \times \pi}{4} \times R = M, \text{ где} \quad (4.4)$$

$\rho g h$  – давление столба жидкости;

$\frac{d^2 \times \pi}{4} = S$  – площадь сечения потока жидкости;

$M$  – номинальный момент работы генератора.

$R$  – расстояние от оси вала генератора до оси трубки.

$$2. v = 2 \times \pi \times R \times \omega, \text{ где} \quad (4.5)$$

$v$  – линейная скорость лопатки на расстоянии  $R$  от оси вала;

$R$  – расстояние от оси вала до оси трубки,

$\omega$  – частота вращения вала генератора, согласно техническим характеристикам генератора, необходимая частота вращения – **6 об/сек.**

Допустим, что линейная скорость жидкости на выходе из дросселя без потерь преобразуется

Данные условия работоспособности задают систему уравнений:

$$\begin{cases} \rho g h \times \frac{d^2 \times \pi}{4} \times R = M \\ v = 2 \times \pi \times R \times \omega \end{cases} \quad (4.6)$$

Решим уравнения по отдельности.

Для того, чтобы можно было пренебречь погрешностью при изменении уровня жидкости во время работы системы, оптимально использовать мягкие резервуары для жидкости, представленные на рисунке 4.6.



*Рис.4.6 Пример мягкого резервуара для жидкости.*

Большими преимуществами использования данного вида резервуаров является их компактность, мобильность и надежность.

Установка мягкого резервуара не требует дополнительного строительства, при равных объемах резервуаров изготовленных по разным технологиям, масса мягкого резервуара будет намного меньше массы других резервуаров, как следствие уменьшается нагрузка на фундамент. Так же с использованием мягких резервуаров, можно не преобразовывать стропильную систему крыши для его размещения.

Предположим, что вся потенциальная энергия поднятой на высоту жидкости, без потерь преобразуется в кинетическую энергию падающей воды. (4.7)

Согласно закону сохранения энергии, два этих конечных элемента обладают одинаковой энергией (пренебрежём потерями на трение жидкости о стенки трубопровода).

$$E_k = E_p \quad (4.7)$$

$$\frac{m \times v^2}{2} = m \times g \times h \quad (4.8)$$

Так как оба конечных элемента имеют одинаковую массу, можем сократить их массу в обеих частях.

$$\frac{v^2}{2} = g \times h, \text{ отсюда:}$$

$$v^2 = 2 \times g \times h$$

$v = \sqrt{(2 \times g \times h)}$ , с другой стороны, согласно второму уравнению работоспособности:

$$v = 2 \times \pi \times R \times \omega, \text{ отсюда:}$$

$$\sqrt{(2 \times g \times h)} = 2 \times \pi \times R \times \omega, \text{ примем высоту } h \text{ равной } 9\text{ м.}$$

Получается, что расстояние от оси вала до оси трубки (центральной части лопатки):

$$R = 35 \text{ см.}$$

Подставим получившееся значение в первое уравнение.

$$\rho g h \times \frac{d^2 \times \pi}{4} \times R = M$$

$$\left(1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \times 9 \text{ м}\right) \times \frac{d^2 \times 3,14}{4} \times 0,35 \text{ м} = 24 \text{ Нм, решим уравнение}$$

и получим:

$$d = 30 \text{ мм.}$$

Полученные параметры являются условиями работоспособности системы.

Однако установка емкости даже объемом 60 м<sup>3</sup> под крышей частного дома, негативно влияет на несущую способность конструкции, что потенциально небезопасно для жителей частного дома.

Согласно СНИП 2.04.02-84 и СНИП 2.04.02-85, напор холодной воды в доме должен быть на уровне от 0,3 до 6 атм., и от 0,3 до 4,5 атм. для горячей воды. Расположенная на уровне крыши емкость с водой, может обеспечить напор почти неизменный напор в 1 атм. по длине всего трубопровода (Обеспечить почти неизменный напор можно, используя емкость большой площади).

Рационально рассмотреть систему, построенную по принципу гидро-пневмоаккумулятора, схема которой представлена на рис.4.8

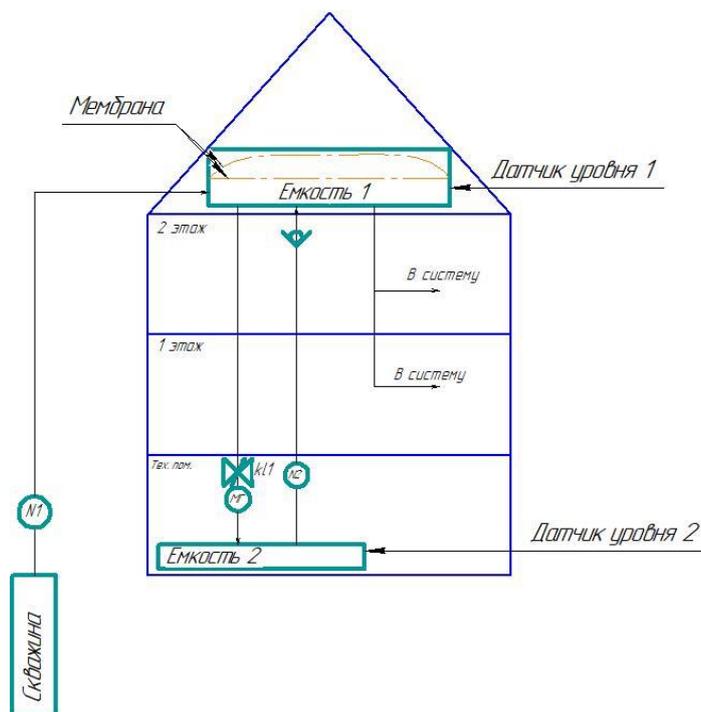


Рисунок 4.8. Схема системы гидро-пневмоаккумулятора. (Полноценный формат изображения в Приложении II)

Работа представленной системы аналогична работе системы, представленной на рис.4.1. Но имеет один отличительный признак: Емкость, находящаяся на крыше частного дома представляет собой гидро-пневмоаккумулятор. После наполнения части емкости без давления, система продолжает наполнять емкость, деформируя разделительную мембрану до момента срабатывания датчика давления. Таким образом, за счет сжатия воздуха, находящегося в отделенной мембраной частью емкости, создается избыточное давление в системе.

Надо отметить, что использование мягких резервуаров при данном типе аккумулятора невозможно, так как они не рассчитаны на избыточное давление. Оптимальным вариантом будет использование металлических баков, установленных над верхним этажом частного дома. Чтобы минимизировать строительные затраты на изменение стропильной системы, можно разместить баки на свободной от стропильной системы поверхности.

Согласно формуле гидравлической мощности:

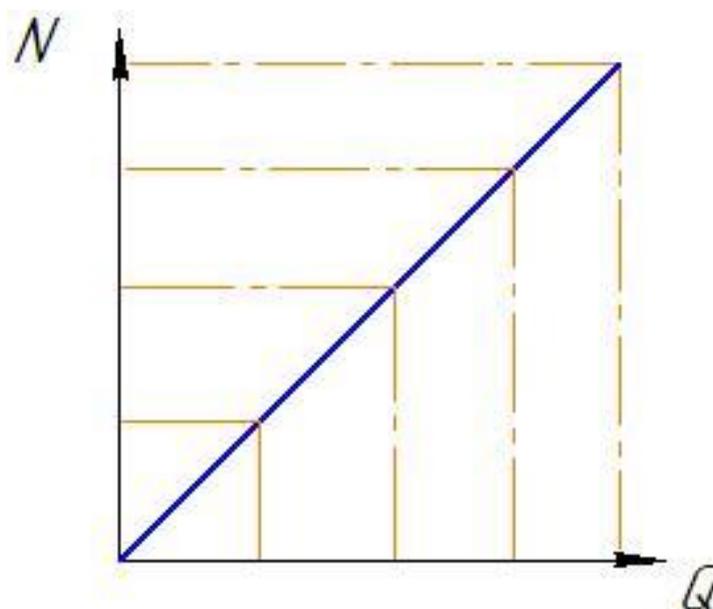
$$N = Q \times \Delta P, \text{ где} \quad (4.9)$$

$Q$  – Расход жидкости, м<sup>3</sup>/с

$\Delta P$  – Перепад давления, Па.

$N$  – Мощность, Вт.

В зависимости от потребности дома в электроэнергии, контроллер, согласно некоторой зависимости, полученной эмпирическим путем, вычисляет необходимый расход для получения определенного количества энергии. (см. рис. 4.9)



*Рисунок 4.9. Зависимость расхода жидкости от необходимой мощности.*

Зная необходимый расход жидкости, контроллер с помощью приведенной формулы расхода через дроссель (4.10), определяет

необходимую площадь поперечного сечения дросселя согласно эмпирическому графику, представленному на рис.4.10.

$$Q = k \times S \times \sqrt{\Delta P}, \text{ где} \quad (4.10)$$

Q – Расход жидкости, м<sup>3</sup>/с

ΔP – Перепад давления, Па

S – Площадь поперечного сечения дросселя, м<sup>2</sup>

k – Приведенный коэффициент для определённого вида жидкости.

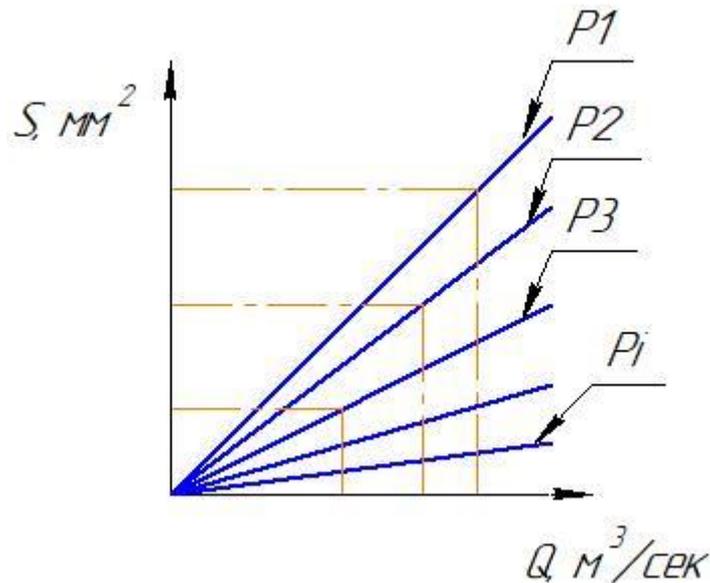


Рисунок 4.10. Зависимость поперечного сечения дросселя от расхода при различной зарядке аккумуляторов.

$$P_1 < P_2 < P_3 < P_i$$

Таким образом, на рисунке представлен спектр графиков, согласно которому контроллер в реальном времени рассчитывает необходимую площадь поперечного сечения дросселя (в зависимости от «зарядки» аккумулятора.)

Найдем зависимость расхода от давления для наиболее негативной ситуации – когда потребность в электроэнергии максимальная, то есть генератор работает в номинальном режиме.

Согласно формуле расхода 4.11:

$$Q = v \times S, \text{ где} \quad (4.11)$$

Q – Расход жидкости, м<sup>3</sup>/с

$v$  – Скорость потока, м/с

$S$  – Площадь поперечного сечения дросселя, м<sup>2</sup>.

Используя формулу работоспособности системы 4.4, определим площадь поперечного сечения дросселя:

$$S = \frac{M}{R \times (P + \rho \times g \times h)} \quad (4.12)$$

Согласно второму уравнению работоспособности системы (4.5)

$$v = 2 \times \pi \times R \times \omega$$

Подставим формулы 4.5 и 4.12 в формулу 4.11 и получим зависимость расхода жидкости от давления в системе при номинальном режиме работы генератора.

$$Q = \frac{M}{R \times (P + \rho \times g \times h)} \times 2 \times \pi \times R \times \omega, \text{ отсюда:}$$
$$Q = \frac{M \times 2 \times \pi \times \omega}{(P + \rho \times g \times h)} \quad (4.13)$$

С помощью системы визуального программирования LabVIEW создадим программу для нахождения зависимости расхода от изменения давления, представленную на рис.4.11.

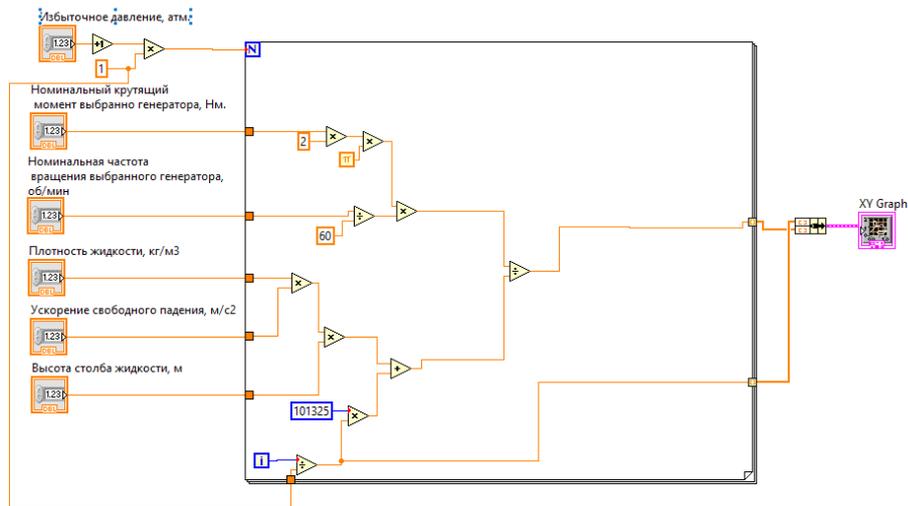


Рисунок 4.11. Программа для нахождения зависимости расхода жидкости от давления в системе. (Полноценный формат изображения в Приложении К).

После того, как система в процессе работы сбросит избыточное давление, и оно нормализуется, система не должна перестать выходить на заданную мощность. Для этого необходимо оставить значение  $R$  – постоянным (0,35м). Занесем занесём входные параметры в программу.

Результаты работы программы представлены на рис.4.12:

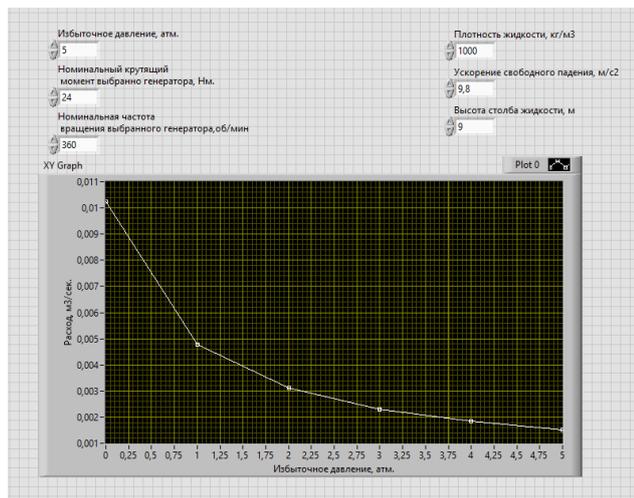


Рисунок 4.12. Зависимость расхода жидкости от давления при номинальной режиме работы генератора. (Полноценный формат изображения в Приложении Л)

Из графика видно, что в результате разрядки аккумулятора (падения избыточного давления до атмосферного), необходимо увеличивать расход путем увеличения поперечного сечения дросселя.

Согласно формуле расхода жидкости 4.14:

$$Q = \frac{V}{t}, \text{ где:} \quad (4.14)$$

$V$  – объем жидкости,  $\text{м}^3$

$t$  – время за которое жидкость проходит через сечение, с.

Отсюда:

$$V = Q \times t: \quad (4.15)$$

Общая объем аккумуляторов складывается из объемов жидкости, работающей под избыточным давлением в течение времени  $t_1$  (4.16) и жидкости, работающей при нормализованном давлении в течение времени  $t_2$  (4.17).

$$V_1 = \frac{2 \times M \times \pi \times \omega}{(P + \rho \times g \times h)} \times t_1 \quad (4.16)$$

$$V_2 = \frac{2 \times M \times \pi \times \omega}{\rho \times g \times h} \times t_2 \quad (4.17)$$

Составим систему уравнений (4.18) и найдем оптимальное отношение объемов жидкости, работающих под избыточным давлением и без него.

Согласно **приложению Г**, использование источников искусственного освещения, в наиболее энергозатратный день года, происходит в промежуток времени между  $6^{30}$  и  $7^{30}$  и в промежуток между  $17^{30}$  и  $23^{30}$ .

Поэтому необходимо создать аккумулятор такой емкости, который бы мог выдавать необходимую мощность в период между  $17^{30}$  и  $23^{30}$ , т.е. на протяжении **6 часов**. Такой аккумулятор априори сможет обеспечить энергией в период времени между  $6^{30}$  и  $7^{30}$ .

$$\begin{cases} V_0 = V_1 + V_2 \\ t_1 + t_2 = 6 \end{cases} \quad (4.18)$$

У модели частного дома, представленного на рисунке 4.2, свободная от стропильной системы площадь составляет 63,5 м<sup>2</sup>. Можно установить бак высотой до 220 мм.

Предположим, что высота бака, работающего без избыточного давления, составляет 150 мм. Таким образом, объем бака составляет 9,5 м<sup>3</sup>. Зная объем бака, и расход жидкости при работе системы без избыточного давления, определим время работы системы согласно формуле 4.17.

Отсюда:

$$t_2 = \frac{V_2 \times \rho \times g \times h}{48 \times \pi \times \omega} \quad (4.19)$$

$$t_2 = \frac{9.5 \text{ м}^3 \times 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \times 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \times 9 \text{ м}}{48 \times 3,14 \times 6 \text{ Гц}} = 15 \text{ мин.}$$

Согласно системе уравнений 4.18:

$$t_1 = 6 - 0,25 = 5,75 \text{ ч.} \quad (4.20)$$

Для того, чтобы определить объем  $V_1$ , необходимо проинтегрировать функцию  $Q_1$  для изменения давления от 5 до 0 атм. и умножить на необходимое время работы. Для этого необходимо модернизировать программу, согласно рис. 4.13.

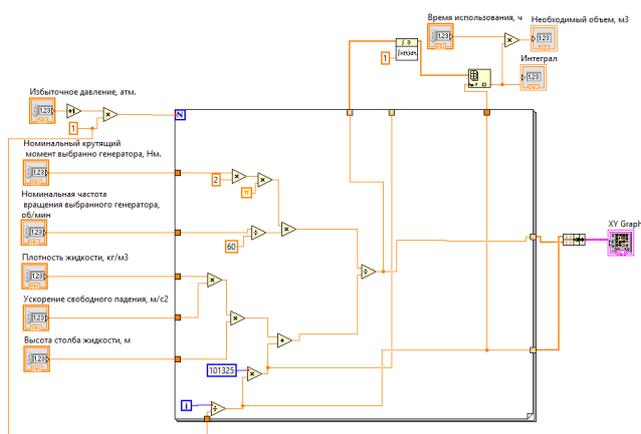


Рисунок 4.13. Модернизированная программа для нахождения зависимости расхода жидкости от давления в системе и определения

необходимого объема бака. (Полноценный формат изображения в Приложении М).

Согласно результатам работы программы, представленным на рисунке 4.14, необходимый объем жидкости, работающей под избыточным давлением должен **составлять 0,13 м<sup>3</sup>**.

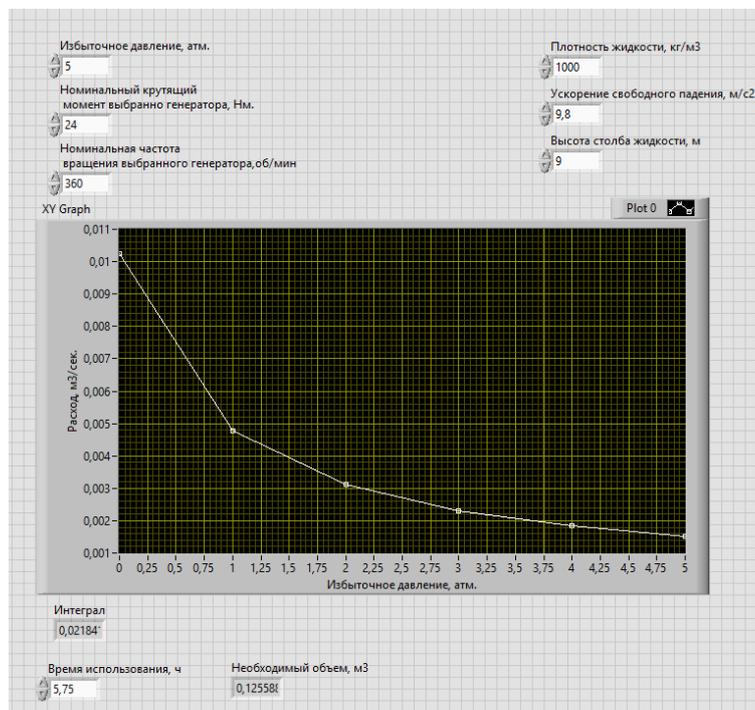


Рисунок 4.14. Результаты работы модернизированной программы.  
(Полноценный формат изображения в Приложении Н)

### **Выводы по разделу:**

Жидкость, поднятая на высоту дома, несет в себе очень мало энергии. Поэтому рационально использовать систему аккумуляции энергии, работающую по принципу гидро-пневмоаккумулятора, т.е. под избыточным давлением. Такая система не является панацеей в коттеджном строительстве, потому что выработка возобновляемой энергии сильно зависит от погоды, которая в условиях континентально-циклонического климата города Томска, не всегда позволяет выходить на необходимые мощности. К тому же, цена на электростанции возобновляемых источников энергии все еще велика. Главной особенностью и большим плюсом предлагаемой системы является возможность совмещать несколько функций: можно использовать воду по прямому назначению на нужды жителей дома. Также существует возможность установки солнечных коллекторов для циркуляции жидкости и отопления дома.

В процессе работы была разработана программа, с помощью которой можно дать рекомендации по конструктивным характеристикам системы в зависимости от нужд конкретно для каждого дома.

В дальнейшем данную программу можно использовать в качестве управляющей системы контроллера для вычисления в реальном времени необходимого расхода в зависимости от потребностей дома в энергии.

## **5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **5.1 Введение**

В процессе разработки нового оборудования решается ряд конструкторско-технологических, производственных и эксплуатационных задач. Главными требованиями при создании нового оборудования являются: высокая производительность, технологичность и надежность.

Целью данного раздела является оценка конкурентоспособности проекта и востребованности его на рынке, именно эти параметры определяют перспективность разработки.

Объектом экономической части дипломной работы является оборудование для аккумуляции энергии в загородном доме.

Цель:

1. Анализ рынка
2. Определение целевой аудитории
3. Конкурентный анализ
4. Выявление и описание сильных и слабых сторон проекта, а также

возможностей и угроз для определения стратегии развития проекта.

Задачи:

1. Сравнение конкретных технических решение;
2. SWOT-анализ.

### **5.2 Анализ рынка**

В современном мире все острее встает вопрос ресурсоэффективности и энергосбережения. Некоторые владельцы частных домов уже пытаются построить системы для выработки электроэнергии из восстанавливаемых ресурсов в электрическую сеть своих владений. Однако, после выработки электроэнергии встает острый вопрос о её сохранении для последующего использования. На данный момент, наиболее распространенным способом сохранения энергии в загородном доме являются аккумуляторные батареи.

Проблема используемого метода сохранения энергии в необходимости выделения специального помещения внушительных размеров.

Сущность настоящей разработки состоит в использовании лишней электрической энергии, которая вырабатывается в определенные часы, для перекачки воды в определенную емкость, располагающуюся на определенной высоте. Затем, в часы максимального потребления электроэнергии, вода сбрасывается, и её запасенная потенциальная энергия преобразуется в кинетическую энергию падающей жидкости, которая впоследствии заставляет вращаться турбину и вырабатывать электрическую энергию, также, сброшенную воду можно использовать на нужды частного дома и наполнение системы.

Разрабатываемое оборудование будет востребовано в сфере частного строительства. Отличительной особенностью данного оборудования является относительно легкая встраиваемость в уже существующие дома и возможность удаления потребностей дома в электроэнергии и водоснабжении с помощью использования одной системы.

### **5.3 Целевая аудитория**

Производство данного оборудования рассчитано на рынок «business to business». Это означает то, что оборудование планируется продавать компаниям, которые будут предоставлять услуги клиентам, посредством использования данного оборудования.

Предполагаемую целевую аудиторию составляют:

1. Крупные компании, специализирующиеся на создании систем для выработки и использования «зеленой» электрической энергии.
2. Частные лица, создающие системы, по выработки возобновляемой энергии для личных нужд.

Проведем сегментирование предполагаемого рынка.

Результаты отразим в сводной таблице 6.1.

Таблица 5.1. Карта сегментирования рынка реализации оборудования

		Параметры оборудования		
		Легкая встраиваемость	Высокая энергоэффективность	Возможность использования отработавшей воды для нужд дома
Размер производства	Массовое			
	Мелкосерийное			
	Единичное			

Из приведенной карте сегментирования рынка реализации оборудования, видно, что оборудование с такими техническими характеристиками наиболее выгодно реализовывать в сфере единичного производства.

#### 5.4 Конкурентный анализ

Анализ конкурентоспособности продукта позволяет определить наиболее вероятную позицию на рынке среди компаний, производящих подобный продукт. Анализ продукта и конкурентной среды позволяет выявить наиболее негативные стороны продукта и определить направление по их улучшению. Анализ своей продукции и сравнение с другими производителями позволяет вывести свой продукт на более выгодное место на рынке, понизить операционные риски и выбрать правильные каналы сбыта.

Конкуренты на рынке:

1. Инженерно-техническая фирма ОсОО «Гидропоника» - предлагает микро - ГЭС собственного производства, различной мощности. Качество основано на Советских разработках («Союзводоавтоматика») и отработанной собственной технологии производства. Все блоки микро-ГЭС создаются на собственном производстве, что позволяет сохранить приемлемые цены.

2. Компания «EDS Group» - производит расчет, проектирование поставку и монтаж модифицированных и усовершенствованных гидротурбин

всех типов для малых и мини ГЭС, мощностью от нескольких десятков кВт до нескольких МВт, на один агрегат в зависимости от напора и расхода воды.

Разрабатываемое оборудование отличается от уже существующего оборудования, расположением миниатюрной ГЭС внутри частного жилого дома.

Для определения конкурентоспособности разработанного оборудования, необходимо сравнить наиболее важные технические и экономические характеристики оборудования с аналогами конкурентных производителей.

Сравнительный анализ приведен в таблице 5.2

Таблица 5.2 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>р</sub>	Б <sub>Г</sub>	Б <sub>Е</sub>	К <sub>р</sub>	К <sub>Г</sub>	К <sub>Е</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки							
Производительность	0,1	3	5	5	0,03	0,05	0,05
Энергоэкономичность	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
Автоматическое управление	0,06	5	5	1	0,3	0,3	0,06
Габариты	0,01	5	1	1	0,05	0,01	0,01
Безопасность	0,08	5	1	1	0,4	0,08	0,08
Уровень шума	0,03	1	5	5	0,03	0,15	0,15
Простота в эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Возможность встраивания в уже построенные дома	0,15	5	3	1	0,75	0,45	0,15
Экономические критерии							
Востребованность оборудования	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
Уровень проникновения на рынок	0,06	1	4	5	0,06	0,24	0,3
Цена	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
Послепродажная гарантия	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Срок эксплуатации	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
Итого	1	55	51	45	4,17	3,58	2,95

В таблице 5.2 коэффициенты Б<sub>р</sub> и К<sub>р</sub> соответствуют разработанному оборудованию; коэффициенты Б<sub>с</sub> и К<sub>с</sub> соответствуют компании «Гидропоника»;

коэффициенты Б<sub>з</sub> и К<sub>з</sub> соответствуют компании «EDS group».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Из сводной таблицы полученных результатов можно увидеть, что разработанное оборудование уступает оборудованию компании «Гидропоника» в конкурентоспособности по экономическим критериям, это можно объяснить тем, что компания «Гидропоника» находится на рынке довольно долгое время и успела завоевать большую часть рынка. Конкурентоспособность оборудования компании «Гидропоника» и конкурентоспособность разрабатываемого оборудования по техническим критериям различаются, это можно объяснить различием принципиальной схемы по месту использования оборудования.

Также из сводной таблицы видно, что разработанное оборудование превосходит продукцию компании «EDS Group» по конкурентоспособности технических критериев. Данный факт объясняется тем, что оборудование компании «EDS Group» не способно встраиваться в существующую систему частного дома. Однако, можно увидеть, что продукция компании «Слипстоун» превосходит разработанное оборудование по конкурентоспособности экономических критериев, это объясняется тем, что компания «Слипстоун» давно на рынке, и уже успела занять свою нишу по производству миниатюрных гидроэлектростанций.

## **5.5 Технология QuaD**

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Анализ по системе QuaD приведен в таблице 6.3.

Таблица 5.3 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
<b>Технические критерии оценки</b>					
Производительность	0,1	60	100	0,6	0,06
Энергоэкономичность	0,05	100	100	1	0,05
Автоматическое управление	0,06	100	100	1	0,06
Габариты	0,01	100	100	1	0,01
Безопасность	0,08	100	100	1	0,08
Уровень шума	0,03	20	100	0,2	0,006
Простота в эксплуатации	0,05	100	100	1	0,05
Возможность встраивания в уже построенные дома	0,15	100	100	1	0,15
<b>Экономические критерии</b>					
Востребованность оборудования	0,15	100	100	1	0,15
Уровень проникновения на рынок	0,06	20	100	0,2	0,012
Цена	0,15	100	100	1	0,15
Послепродажная гарантия	0,05	100	100	1	0,05
Срок эксплуатации	0,06	100	100	1	0,06
Итого	1				0,888

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется

по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, (2)$$

где  $P_{ср}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{ср}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $P_{ср}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

## 5.6 SWOT-анализ

SWOT-анализ – это метод стратегического планирования, который позволяет комплексно проанализировать проект и выявить факторы внешней и внутренней среды, влияющие на него.

SWOT – это аббревиатура 4 слов: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Внутренними факторами являются сильные и слабые стороны проекта, а возможности и угрозы являются внешними факторами.

Сильные стороны – это факторы, характеризующие способность проекта к конкурентной борьбе. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть особые ресурсы, являющиеся полезными с точки зрения конкуренции.

Слабые стороны – это факторы, негативно влияющие на способность проекта вести конкурентную борьбу на рынке.

Возможности – это любые возможные ситуации, складывающиеся в условиях окружающей среды, которые, позитивно сказались или скажутся в будущем на конкурентоспособности проекта.

Угроза – это любая возможная нежелательная ситуация, которая негативно скажется на конкурентоспособности проекта.

Первый этап анализа представляет собой перечисление всех возможных факторов внешней и внутренней среды. Для удобства результаты первого этапа анализа рекомендуется заносить в таблицу.

Таблица 6.4. SWOT-анализ.

<b>Сильные стороны (С):</b>	<b>Слабые стороны (Сл):</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уникальность разработки;</li> <li>2. Использование стандартных изделий;</li> <li>3. Модульность конструкции;</li> <li>4. Высокая производительность;</li> <li>5. Востребованность рынка.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимость дополнительного оборудования;</li> <li>2. Требуется размещение оборудования в существующих строениях</li> </ol>
<b>Возможности (В):</b>	<b>Угрозы (У):</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рост спроса ввиду уникальности разработки;</li> <li>2. Возможен приток частного капитала.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отсутствие спроса;</li> <li>2. Бюрократические проволочки связанные с нормативными документами по обеспечению безопасности использования ;</li> <li>3. Ограничение на экспорт оборудования</li> </ol>

Второй этап анализа состоит в выявлении сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Выявленные соответствия или несоответствия должны помочь определить стратегию пути развития. Для удобства результаты второго этапа анализа рекомендуется заносить в таблицу.

Таблица 5.5. Соответствие сильных сторон возможностям

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	+	+	+
	B2	+	0	+	+	+

Таблица 5.6. Соответствие слабых сторон возможностям

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	-	+
	B2	-	-

Таблица 5.7. Соответствие сильных сторон угрозам

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	-	-
	У2	+	-	+	-	-
	У3	+	+	+	+	+

Таблица 5.8. Соответствие слабым сторонам угрозам

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	+	+
	У3	+	+

Таблица 5.9. Итоговая матрица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны:</b>	<b>Слабые стороны:</b>
<b>Возможности:</b>	<p><b>В1С1С3С4С5:</b></p> <p>Ввиду роста спроса от уникальности разработки, положительными факторами будут уникальность конструкции, ее модульность, высокая производительность оборудования и востребованность на рынке.</p>	<p><b>В2 Сл1Сл2:</b></p> <p>Отрицательным фактором притока частного капитала будет являться необходимость покупки и размещения дополнительного оборудования в виде инверторов и электростанций.</p>
<b>Угрозы:</b>	<p><b>У1С1С3С4С5:</b></p> <p>Экономическая ситуация в мире не позволяет экспортировать оборудование в другие страны, с потенциально удачным рынком.</p>	<p><b>У1Сл1Сл2:</b></p> <p>Отсутствие спроса может быть вызвано только необходимостью модернизировать существующий загородный дом..</p>

## **5.7 Планирование работы**

### **5.7.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проводится распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 6.10.

Таблица 5.10. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность руководителя
Разработка технического задания.	1	Составление и утверждение технического задания.	Руководитель.
Выбор направления разработки.	2	Литературный обзор существующих аналогов.	Студент.
	3	Выбор направления разработки	Студент, руководитель.
	4	Календарное планирование.	Студент.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований.	Студент.
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов.	Студент, руководитель.
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями.	Студент, руководитель.
Проведение ОКР.			
Разработка технической документации и проектирование	8	Разработка принципиальной схемы, создание модели.	Студент, руководитель.
	9	Расчет конструкции.	Студент.
	10	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия.	Студент.
Оформление отчета по НИР	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-	Студент.

		технической документации)	
--	--	---------------------------	--

### 5.7.2 Составление диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. Календарный план-график проведения работ (Диаграмма Ганта) представлен в таблице 6.11.

Таблица 5.11. Календарный план-график проведения работ.

№ работ	Вид работ	Исп-ли	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление ТЗ.	Р	3	■													
2	Лит. обзор.	С	12	■	■	■											
3	Выбор напр-я	Р, С	2			■											
4	Календарное планирование	С	2			■											
5	Теоретические расчеты	С	12			■	■	■									
6	Создание модели	Р,С	12			■	■	■									
7	Анализ результатов	Р,С	6					■	■	■							
8	Разработка принципиальной схемы	Р,С	10					■	■	■	■						
9	Расчет констр-ии	С	12							■	■	■					
10	Оценка эффективности	С	8									■	■	■			
11	Составление	С	12												■	■	■

отчета																			
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## **5.8 Бюджет научно-технического исследования**

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

### **5.8.1. Расчет материальных затрат НТИ**

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат также включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Включаются затраты на оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов).

Так как изготовление прототипа не предполагается, а разработка системы аккумуляции энергии проходит в стенах Томского Политехнического Университета, материальными затратами можно пренебречь.

### 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.

Разработка и моделирование будет проводиться на базе Томского Политехнического Университета, в связи с этим затраты на приобретение программных продуктов можно принять равными нулю.

Таблица 5.12. Специальное оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования, шт	Цена единицы оборудования, тыс.руб	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
1.	SolidWorks 2019	2	0	0
2.	Matlab	2	0	0
3.	Амортизационные отчисления		15% от п.1.	0
Итого:				0

## 5.8.2. Основная заработная плата исполнителей

В таблице 26 приведены основные этапы работы, их исполнители и затраты на оплату их труда.

Таблица 6.13. Основные этапы работы

№	Вид работ	Исполнитель.	Трудоемкость челдень	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	студент	6	828,7	4972,2
7	Разработка математической модели	студент	3	828,7	2486,1
8	Составление программы исследования	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.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}; \quad (5.8.2)$$

,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:

$$Z_{осн} = Z_{дн} + T_{раб}; \quad (5.8.3)$$

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:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}; \quad (5.8.4)$$

,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 5.14. 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:

$$Z_{\text{дн1}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{35000 \cdot 10,4}{251} = 1450,2 \text{ руб;} \quad (5.8.5)$$

Заработная плата студента за 1 день:

$$Z_{\text{дн2}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{20000 \cdot 10,4}{251} = 828,7 \text{ руб;} \quad (5.8.6)$$

Заработная плата руководителя за указанное время:

$$Z_{\text{осн1}} = 1450,2 \cdot 1,4 = 2223,9 \text{ руб;} \quad (5.8.7)$$

Заработная плата студента за указанное время:

$$Z_{\text{осн2}} = 828,7 \cdot 63,2 = 31467,2 \text{ руб;} \quad (5.8.8)$$

–руководитель;

$$C_{\text{зп1}} = 2223,9 + 2223,9 \cdot 0,15 = 2557,5 \text{ руб.} \quad (5.8.9)$$

–студент

$$C_{\text{зп2}} = 31467,2 + 31467,2 \cdot 0,15 = 36187,3 \text{ руб.} \quad (5.8.10)$$

### 5.8.3. 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 выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}}; \quad (5.8.11)$$

,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.

#### 5.8.4. 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:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}); \quad (5.8.12)$$

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

На 2019г. 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 в 2016 году вводится пониженная ставка-27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице №6.15.

Таблица 5.15. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная зп	Дополнительная зп
Руководитель проекта	1160	139
Студент	670·43=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.

### **5.8.5. 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 из условий договоров с контрагентами или субподрядчиками.

Так как изготовление опытного образца не предусматривается, отсутствует необходимость привлечения сторонних организации для изготовления изделия.

#### **5.8.6. 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:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}; \quad (5.8.13)$$

#### **5.8.7. 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 5.16.

Таблица 5.16. Расчёт бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
	Исп.1	
Материальные затраты НТИ	0	Пункт 4.5
Затраты на специальное оборудование	0	Пункт 4.6
Затраты по основной заработной плате исполнителей	33691,1	Пункт 4.7
Зарплаты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4763,4	Пункт 4.8
Отчисления во внебюджетные фонды	9096	Пункт 4.9
Контрагентские расходы	3891	Пункт 4.10
Накладные расходы	9907,8	16% от суммы ст.1-5
Бюджет затрат НТИ	61349	Сумма ст.1-6

## 5.9 Вывод по разделу

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», была исследована целевая аудитория рынка, анализ конкурентоспособности разработанного оборудования, был проведен SWOT-анализ оборудования для сохранения электрической энергии с целью выявления наиболее опасных факторов внешней среды и определения наиболее выгодной стратегии развития проекта. Был составлен план работы над проектом, распределены исполнители для каждого этапа, была составлена диаграмма Ганта.

## **6. 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 аккумулятора возобновляемой энергии. Аккумулятор возобновляемой энергии преобразует электрическую энергию, полученную от солнечных и воздушных электростанций, в потенциальную энергию жидкости, для дальнейшего сброса воды и выработки электрической энергии.

. Возможными пользователями данной гелиоустановки могут быть жители отдаленных районов, у которых нет доступа к центральной электрической сети.

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 оборудования для аккумуляции возобновляемой энергии, 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.

## **6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **6.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.**

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.

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.

### **6.1.2. 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 6.1.

Таблица 6.1 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 наклонностям. Но при организации рабочего места надо выполнять некоторые правила:

- соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте;
- не создавать шума;
- не нарушать инструкции по техники 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.

## 6.2. Производственная безопасность

### 6.2.1 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 6.2 Опасные и вредные факторы при исследовании и эксплуатации аккумулятора энергии

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 аккумулятора энергии.	1.Повышенный уровень шума; 2.Отклонение показателей микроклимата; 3.Нехватка естественного света, малая освещённость;	1.Риск травмирования о подвижные части гидроустановки; 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

### 6.2.2 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 длительного 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.

Для уменьшения влияния шума применяют следующие основные методы:

- уменьшение возмущения звуковых колебаний в источнике;
- изменение направленности излучения;

- рациональная планировка помещения;
- звукоизоляция;
- звукопоглощение;
- уменьшение зазоров;
- изыскание наилучших конструктивных форм для безударного воздействия на деталь и плавного обтекания их воздушными и водными потоками;
- уменьшения зазоров;
- повышение точности центровки и балансировки для снижения динамических нагрузок.

В качестве индивидуальных средств защиты при работе с оборудованием, рационально использование противошумных вкладышей, наушников и шлемов.

### **6.2.3 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 6.3.

Таблица 6.3 Показатели микроклимата

Период года	Температура °С			Относительная влажность в %		Скорость движения, м/ с	
	Оптим. граница	Верхняя граница	Ниж. Гр.	Оптимальн. граница	Допустим. максимум	Оптимальн.	Допустим. максимум
Хол.	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 20м<sup>3</sup> на человека – не менее 30м<sup>3</sup> в час на человека; при объёме помещения более 40м<sup>3</sup> на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

#### **6.2.4 Нехватка естественного света, малая освещенность**

Низкая освещённость рабочего места препятствует длительной работе, вызывая утомление и способствуя развитию близорукости у работающего персонала. Слишком низкие уровни освещенности способны вызывать апатию и сонливость, в совокупности с другими факторами способны вызвать 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 освещенностью, так и с чрезмерной освещенностью, 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.

Освещенность 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  $K_{п}=20\%$ , 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  $300\div 500$  лк, что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране. Следует ограничивать отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать  $40$  кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

#### **6.2.5. Подвижные и вращающиеся части устройства.**

Источником может являться как подвижная конструкция турбины или водяного колеса, так и подвижные части редуктора или генератора. 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 установки.

Необходимо воспользоваться защитным кожухом, который скроет вращающиеся части от контакта с человеком. Так же необходимо оснастить конструкцию датчиками, которые не позволяют человеку проникать в рабочую зону механизма, и моментально блокируют систему.

#### **6.2.6. 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.

### **6.3. 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).

### **6.3.1. 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.

### **6.3.2. Этапы утилизации аккумулятора энергии:**

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 аккумуляторе энергии переработке подвергаются пластиковые трубы и ПВХ емкости.

Утилизация – утилизация составляющих отходов, не поддающегося переработке, утилизации может подвергаться жидкость, которой наполнена система.

## **6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

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

### **6.4.1. 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.

## **Заключение**

В результате проделанной работы:

1. Проведен анализ существующих способов аккумуляции энергии.
2. Выбрана наиболее перспективная модель системы аккумуляции энергии.
3. Выполнена математическая модель системы аккумуляции.
5. Проведено исследование математической модели с целью получения оптимальных параметров и характеристик.
6. Создана программа для расчета необходимого расхода жидкости в зависимости от «заряда» аккумуляторной системы.
7. В рамках главы финансовой и ресурсной эффективности были рассчитаны затраты на реализацию проекта и его конкурентоспособность, в результате которой данный продукт можно назвать конкурентоспособным.
8. В главе по социальной ответственности были рассмотрены опасные факторы, чрезвычайные ситуации и экологическая безопасность при использовании данного солнечного коллектора.

## **Список публикаций**

1. Могунов А.Е., Крауиньш Д.П. Обзор концептуальных систем с использованием возобновляемой энергии // Современные технологии концептуального конструирования: труды II Международной конференции, 12 ноября 2018 г., г. Томск:Изд-во STT, 2018 [С. 36-39].

## **Список используемых источников**

### 1. RBC Недвижимость

[сайт] URL: <https://realty.rbc.ru/news/577d23579a7947a78ce917c5>

(дата обращения 25.05.2018)

### 2. ЛАБ Архитектурное бюро в Томске

[сайт] URL: <http://tomsk.proektdoma48.ru/proektdoma.php?id=208>

(дата обращения 28.05.2018)

### 3. Палантир. Расчет освещенности помещения

[сайт] URL: <https://palantirsvet.ru/raschet-osveshhennosti>

(дата обращения 28.05.2018)

### 4. Восход солнца. Восход солнца в г. Томск

[сайт] URL: <http://voshod-solnca.ru/Томск.html>

(дата обращения 29.05.2018)

### 5. Атрактив. Средняя мощность бытовых электроприборов

[сайт] URL: <http://www.attractif.ru/energopotreblenie-v-kvartire.php>

(дата обращения 1.06.2018)

### 6. Энерговопрос. Тарифы на электроэнергию в Томске и Томской области.

[сайт] URL: <https://energovopros.ru/spravochnik/elektrosnabzhenie/>

(дата обращения 1.06.2018)

### 7. Томск. Википедия.

[сайт] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Томск>

(дата обращения 1.06.2018)

### 8. Климат Томск.

[сайт] URL: [https://www.meteoblue.com/ru/modelclimate/Томск\\_Россия](https://www.meteoblue.com/ru/modelclimate/Томск_Россия)

(дата обращения 4.06.2018)

### 9. Совет инженера. Принцип работы солнечной панели.

[сайт] URL: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy.html>

(дата обращения 4.10.2018)

10. Все об альтернативной энергетике.

[сайт] URL: <https://tcip.ru/blog/wind/printsip-raboty-vetrogeneratora.html>

(дата обращения 6.11.2018)

11. Альтернативная батарея

[сайт] URL: [http://www.nanometer.ru/2010/09/30/alternativnaa\\_energetika](http://www.nanometer.ru/2010/09/30/alternativnaa_energetika)

(дата обращения 11.11.2018)

12. Тяговые аккумуляторы для погрузчиков и электротележек.

[сайт] URL: <https://www.e-akb.ru/akkumulyatory/tyagovye-akkumulyatory-dlya-pogruzchikov-i-skladskoj-tehniki/shchelochnye-tyagovye-batarei-tnzh/40-tnzh---600---u2-detail>

(дата обращения 15.12.2018)

13. Аккумулятор LiFePO<sub>4</sub>

[сайт] URL: <https://seversk.tiu.ru/p191717708-akkumulyator-lifepo4-volt.html>

(дата обращения 15.12.2018)

14. Тяговые аккумуляторы для складской техники.

[сайт] URL: <https://faamru.com/akb/tyagovaya-akkumulyatornaya-batareya-36v-935-ah-dlya-pogruzchika-yale-erc050rf-m2901808523b/>

(дата обращения 15.12.2018)

## Приложение А

Раздел 1

### Информационно аналитический обзор

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ71	Могунов Александр Евгеньевич		

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	Устюжанина Анна Константиновна	к.ф.н.		

## **Introduction**

Everyone knows that according to the law of energy conservation, energy never comes to the end, energy turns from one state to another. This law extends to any kind of energy, such as a mechanical, electric, thermal or another.

Every one of us all day long meets with process of energy transition from one form to another. In our life, energy always tries to escape from us. It concerns the human house too. Peoples try to make them houses more energy efficient.

The word "energy efficiency" helps to understand what does it mean. It means that this house better saves energy and can spend it more efficiently, but it does not make worse quality of life in this house.

Today people try to obtain high energy efficiency of the houses with help of new and modern technologies of construction and warming.

At construction, people try to obtain the main principal of energy efficiency – the principle of "Three zero". That means: zero energy consumption, zero harmful emissions, zero wastage.

For many peoples, who live in the private houses, the basis of "green" energy is sun, air and water.

Every one of us it is a source of inexhaustible energy, which can be received from our ordinary actions, such as: walking by the floor, opening and closing of the doors, or another action.

## **1. Object and method of research**

### **1.1 Work purpose**

Creation and research of mathematical model of a system for accumulation of green energy in small scale power generation for determination of parameters for projection.

### **1.2 Basis for development**

The relevance of work is caused by the high cost of the alternate systems for energy accumulation. The developed model of a system helps to realize a simple and clear technique of conservation of energy.

### **1.3. Main content of work**

Creation and the analysis of mathematical model for a system research for accumulation of energy and identification of its optimum geometrical and design data.

### **1.4 Research methods**

For a research the calculation method is chosen. This method includes a theoretical research that allows to present the complete picture about work of a system of accumulation of energy. The mathematical research is conducted by means of various software products and the analysis of the obtained data.

### **1.5. Development sources**

The results were received when performing scientific research works.

## 2. Economic profit

For determination of necessary power of the power plant, it is necessary to decide on the number of consumers of energy and time of their use.

### 2.1 Determination of necessary power of illuminating

At first, we need to choose the size of the private house. Construction companies sell projects of houses from 120 to 200 square meters, for calculations we will accept the area of our house to equal 160 square meters.

The main consumers of the electric power are lighting fixtures. The number of lighting fixtures directly depends on the sizes of the private house and purpose of this or that room.

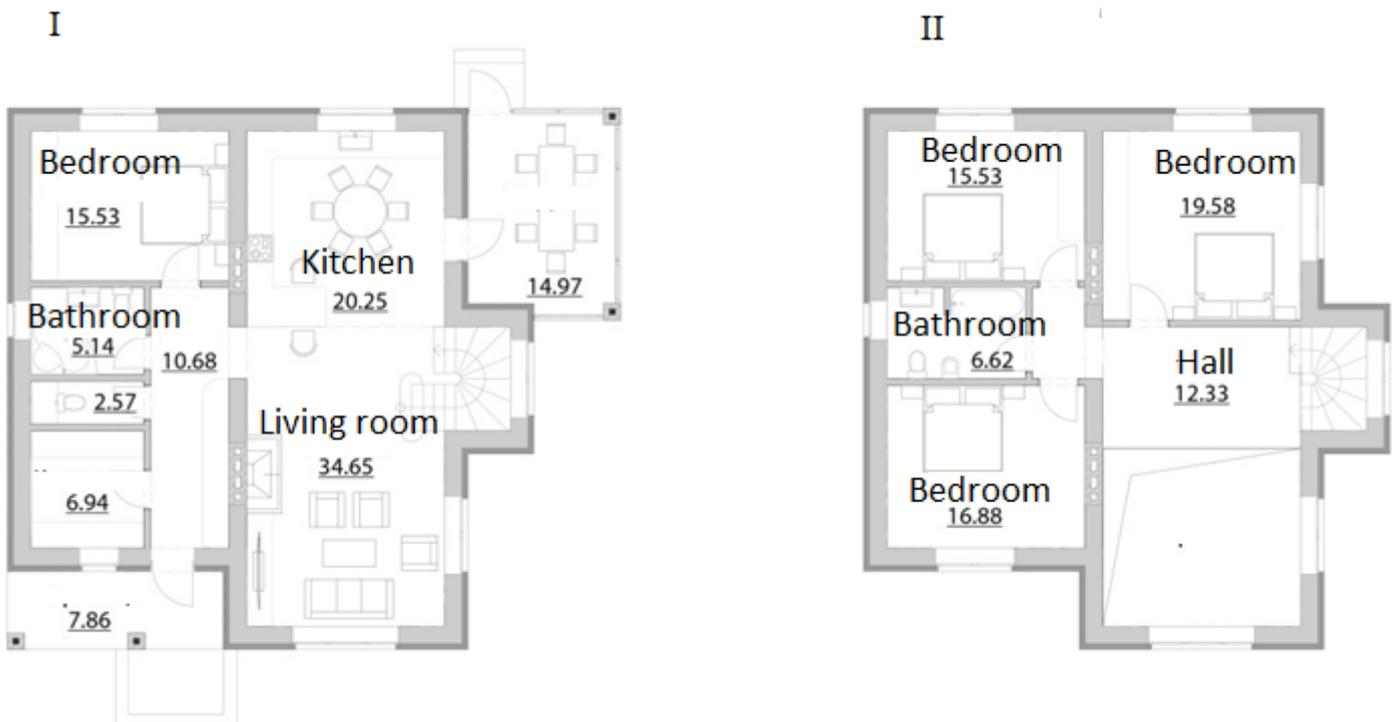


Fig. 1 Project of the private house of 160 square meters

Table1. Standards of illuminating intensity of rooms with ceiling height to 3m.

Low level of illuminating intensity	Bedroom	10-12 W/m <sup>2</sup>
Medium level of illuminating intensity	Toilet, office, children's room	15-18 W/m <sup>2</sup>
High level of illuminating intensity	Living room	20 W/m <sup>2</sup>

According to the table of standards of illuminating intensity of rooms (Table 1) and the project of a standard country house (fig. 1), for lighting of the rooms of a private house will require lighting fixtures with a common power of 2.7 kW.

However, the world stops using filament lamps and passes to the modern light sources – cold, energy saving and LED lamps which energy consumption is 5 times lower, than at routine filament lamps.

Because, the necessary power of lighting fixtures for this private house it is possible to accept equal 0.6 kW.

According to the table of risings and calling for Tomsk, the average duration of light day in a year is 11.5 clocks. And time of a dream is about 8 clocks a day. Therefore, the person for normal work and life needs to use lighting fixtures about 5 clocks per day. It turns out that in a year for lighting of the standard private house we need about 1100 kW.

## **2.2 Determination of power and usage time of other consumers of energy.**

Collect all power sources in one table:

Table2. Energy consumer

Consumers of the electric power	Average power	Usage time	The energy consumed in a year.
Lighting	0,6 kWt	5 hours a day	1100 kWt
Teapot	2-2,4 kWt	5 min, 3-5 hours a day	270 kWt
Range	≈5 kWt	1.5 hours a day	2700 kWt
Microwave oven	1 kWt	10 min a day	60 kWt
Washing machine	3,5 kWt	1.5 hours, 1-3 days a week	960 kWt
Personal computer	0,25 kWt	Round the clock	2200 kWt
TV	0,4 kWt	4 hours a day	600 kWt
Refrigerator	0,04 kWt	Round the clock	300 kWt

Providing the private house with the electric power requires about 8000 kilowatts of electricity a year.

For heating of rooms it is necessary to spend still some energy.

The presented figures are far from real values, but all the same give a clear concept that the mankind consumes a huge number of the electric power on execution of the requirements. Energy costs money, in Tomsk, for example, 1 kW of electricity costs 2 rubles 28 kopeks, it means that the owner of the private house in a year should lay out a large sum – about 19 thousand rubles.

Many progressive countries try to minimize costs of electricity generation already now.

If divide amount of the consumed energy in a year into a number of hours in a year, then it will turn out that 1 kW of electricity needs to develop in an hour, but it is necessary to remember that the figure of 1 kWh is a mean value. Electricity consumption depends on the schedule and a way of life of the family which live in the private house.

On average each person spends about 8 clocks in a dream, at this time practically all electric devices are switched off and don't consume the electric power. At this time only the refrigerator and the personal computer work, together they create instant loading about 0.65 kW.

In the morning, in night-time the person needs illumination. On average, morning collecting lasts hour. Let's assume that all this time is used artificial irradiating, it gives additional instant load of network in 0.6 kW.

Heating of water in a teapot creates additional instant loading in 2.2 kW, and preparation of a breakfast and a warming up of food in the microwave oven increases the maximum peak of instant load of 6 kW. Also many people can't present the morning without TV, it increases peak of instant load of 0.4 kW.

The path to work and from work takes about 2 hours, plus the 8th hours working day, plus a lunch. At this time in the house there is nobody, and from household appliances besides electricity is consumed only by the refrigerator and the personal computer.

When the family comes back to home, peak power of consumption sharply increases. To 0.65 kW which consume the refrigerator and the personal computer, 12 kW of power from other devices are added.

In the most extreme situations when all electric devices at the same time are switched on, in the morning loading makes about 9.85 kW, and in the evening of 12.85 kW.

According to approximate calculations, average daily electricity consumption by this house is 26.4 kW. Data say that if we developed 1.1 kW of electricity every hour, then completely would provide the house with the electric power.

Producers of wind generators and solar power stations promise that their products can reach the given capacities many times exceeding value necessary for us in 1.1kW/h, but the producer doesn't say that these capacities are reached only under ideal conditions.

For example, for solar panels ideal conditions for reaching the stated power is the clear weather. And according to table 2, the number of the solar hours in a year is 2048 (47% of possible). Power of solar batteries in cloudy days significantly decreases. Besides, work of solar power stations is possible only during daylight hours.

Table 3. The average number of the sundial on months

Sunshine, hour a month													
Month	Jan	Feb	Mrh	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Sunshine	6	05	71	25	57	15	16	54	71	7	1	0	048

#### Parameters of wind generators on the example of a particular product

Operation of the wind generator, in difference from solar power stations doesn't depend on time of day, the decisive parameter for determination of the developed power is wind speed. For an example we will take the characteristics of the low-power wind generator presented in tab.4.

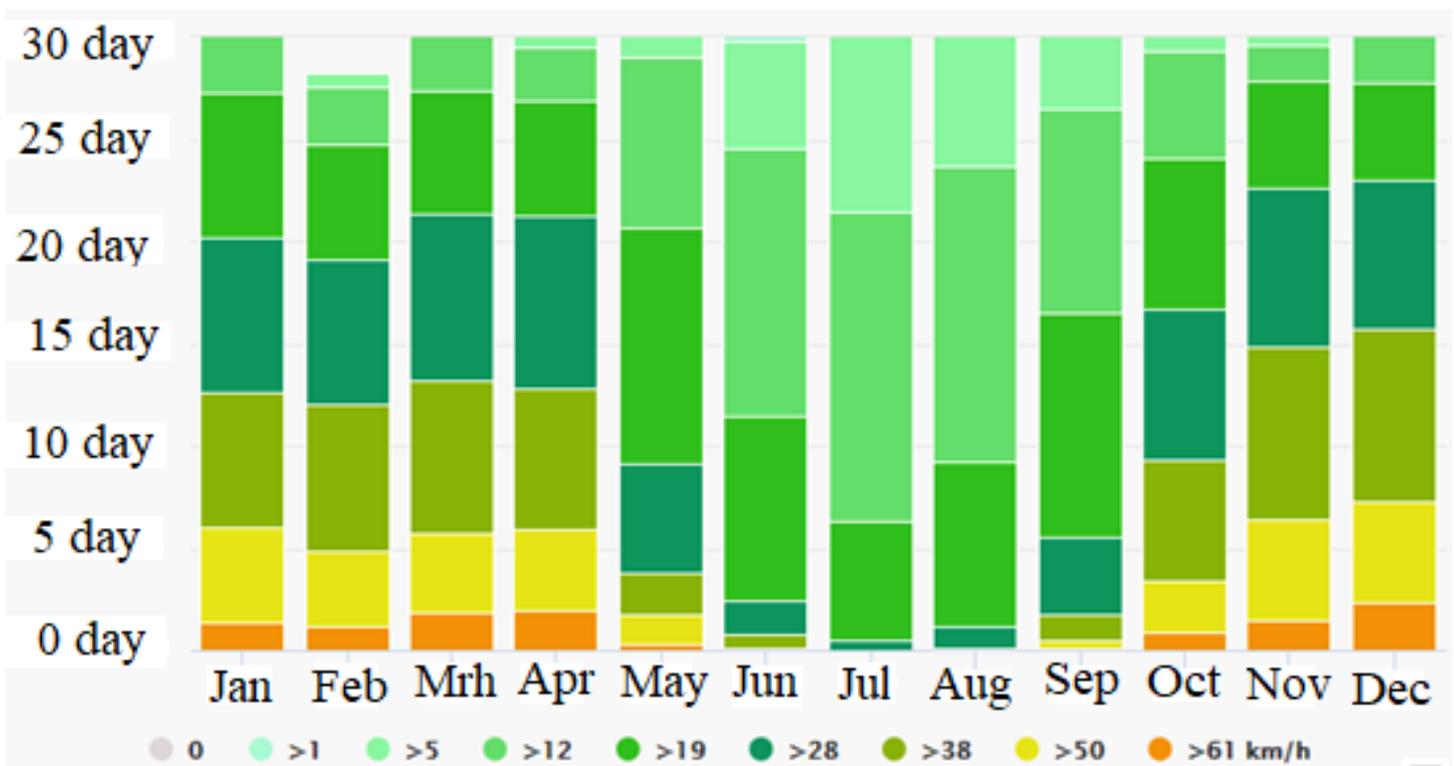
Table 4. Principal specifications of the standard low-power wind generator.

Nominal power	0,8 kWt (Wind speed – 10 m/s)
Nominal power	1 kWt (Wind speed – 11 m/s)
Maximum power	1.4 kWt
Wind speed to start work	3 m/s
Nominal speed of wind	10-12 m/s
Nominal voltage	48 V
Number of blades	3
Blade material	Nylon, fibreglass
Diameter of the screw	2 m
Generator type	Three-phase with permanent magnets
Mast	8 m
Weight	30 kg

Proceeding from the characteristics presented in fig. 2 it is possible to make a conclusion that the minimum speed of wind necessary for work is equal to 3 m/s, and the turbine reaches the maximum power at a speed of wind from 11 m/s to 25 m/s.

According to table 2, the number of days when the wind generator with these parameters can work with rated power is 235.5 days.

Table 5. Average speed of wind on months for Tomsk



The amount of the developed energy depends on power of the power plant.

It is possible to install solar panels and wind generators of bigger power, the Tomsk weather is conditions allow to use them.

However according to calculations of peak loads, there won't be enough power of the low power developed by solar and wind power plants for providing the private house in clocks of peak consumption of electricity, in these cases, apparently, it is necessary to resort to use to the central power supply.

But what to do if there is no possibility of use of the central electric delivery?

There is a question of accumulation of "excess" energy, and its use at the necessary moments.

People think over a problem of conservation of energy long ago. Now the biggest distribution was gained by rechargeable batteries. Accumulators work by the principle of transformation electric energy to chemical energy.

In the private sector of a problem of shortage of space isn't necessary therefore rationally to use other systems for accumulation of electric energy.

The most energy-intensive season is a winter, at this time the person needs more heat and light - it demands larger electric expenses. It is necessary to carry out the analysis of use of consumers of energy for the most short day of year.

If there is enough stored energy for providing the private house during this period of time, then theoretically, energy has to be enough also for providing the house in other time. In the most short afternoon in the northern hemisphere day of a winter solstice is considered - on December 21, this day is considered the beginning of astrological winter.

According to data of the table of risings and declines in the city of Tomsk, sunrise this day occurs at 9:54, calling at 16:44, and the general day length is 6 hours 49 minutes.

Let's try to compare the average schedule of life of family and the number of use of household appliances. Besides need of use of artificial irradiating, the human body during the winter period demands bigger quantity of an energy input.

As a matter of convenience graphical representation, we will round rising time till 10:00, and calling time till 17:00.

The working day of the average citizen in Russia begins at 8 a.m., the way to work makes 30 minutes.

The family of three people puts on, makes a breakfast and have breakfast within one hour. Morning of average family begins at 6:30.

In the morning the power consumption increases: teapot, plate, microwave oven, and illumination.

Day of a winter solstice is considered, it is necessary to use illumination from 6:30 till 7:30. Preparation of a breakfast since morning, takes 30 minutes, the teapot is heated 5 minutes once.

The food warming up in the microwave, heating of a teapot and cooking occurs at the same time in the area from 6:30 till 7:00. Besides a breakfast, many families don't represent the morning without viewing of the TV which also works s6:30 till 7:00.

As it was described earlier, constant consumers of energy are the personal computer and the refrigerator.

In the absence of people in the house, almost all electric devices are switched off, the power consumption falls. From consumers there are only a refrigerator and the personal computer.

The working day has to last no more than 8 clocks with a one-hour break for lunch. The road from work to the house makes 30 minutes. All this time consumers of energy are only the personal computer and the refrigerator.

If the working day begins at 8:00, at 17:00 the working day comes to an end, and at 17:30 the family comes back home.

At 17:30 there is a need of use of artificial illumination till 23:30. Rise happens at 6:30, and the healthy person on average has to have a rest about 7 clocks a day, the family has to go to bed at 23:30.

All night long consumers of energy are only the refrigerator and the personal computer

In the evening when all family of the house, increases energy consumption, cooking which takes on average about 1 hour begins, about 2 more times the teapot, and once the microwave oven is used.

The microwave oven, teapot, and plate are used once only right after arrival home.

The TV works throughout 3 clocks per the period from 20:30 till 23:30.

For absurdity of a situation, suppose, that at this evening washing of things which borrows an hour and a half and is carried out to time of the maximum use of all household appliances is made.

### **2.3 Definition of peak loads in the private house**

Let's reduce all consumers of energy in one table with dependence of peak tension on time of day:

From the chart it is visible that electricity consumption increases in "peak time" when all consumers of energy are used. In total per day 26.5 kW of energy are spent, and the maximum value of peak load is 11 kW.

All resources which used now: naphtha, gas and coal will sometime reach a limit, and people will undergo real threat of resource crisis.

Already now people start to about the ways of obtaining green energy – the energy whitc received from sources which are called inexhaustible.

Green energy it is an energy which received from processes which don't depend on people: driving of wind, sunlight, solar heat, movement of water masses etc.

If compare energy of the nature with energy of the man, we can say, that this energy is infinite.

Not only possible resource crisis forces people to think about of use of renewable energy.

The first factor are irreversible destructive processes which happen on the planet.

The second factor, the most important for most of people, is the complete or partial independence of the state. This independence gives the chance to save money on consumption of resources.

Use of inexhaustible energy sources demands an investment of the large sum of money, but these investments quickly pay off.

### **3. Literary review**

The main sources of renewable energy are the sun and a wind, also in areas which are near the rivers, energy of driving of water like water-mills can be used.

If with collecting energy everything is easy, at the moment there are many companies which are engaged in installation of the similar equipment.

The issue of storage of the developed energy remains open. In the conditions of our climate and geographic location, storage of energy is an important part. In the conditions of climate of Tomsk, the main problem of sources of green energy, besides high cost, is the instability of obtaining energy.

Now exists and many systems of an energy storage are used, these systems assume storage of energy in the form of thermal, mechanical, chemical, or electric energy.

For storage of electric energy capacitive and electromagnetic stores are used, for storage of electrochemical energy there are electrochemical batteries and regenerative combustion cells. Chemical energy from processing of wastage is kept in the absorbing systems for Hydrogenium and biomass. Thermal energy of the sun collects in capacitive systems. The mechanical energy can remain by means of inertial hydraulic and pneumatic systems.

Not each person can brag of the land plot near which any waterway proceeds. Therefore, at cottage construction use of energy of the sun and wind is the most popular.

The most popular source of the alternate energy is the sunshine. Allocate two types of the received energy from a sunshine: electric energy and thermal energy.

### **3.1 Production of thermal energy from a sunshine**

For obtaining thermal energy from a sunshine solar power stations which principle of action is based on collecting the concentrated solar energy by means of mirrors and reflection of solar energy on receivers which collect this energy are used and will transform it to heat. By means of solar power stations it is possible to heat inhabited and non-residential premises, to heat water for domestic and industrial needs. However essential minus of solar power stations is that all received energy has to be spent at once, accumulate this type of energy very hard.

### **3.2 Production of electric energy from a sunshine**

For obtaining electric energy from a sunshine, solar batteries, or photo-electric converters of solar energy are used. The panel of the converter consists of two thin plates from pure silicon put together. On one plate apply a pine forest, and on the second phosphorus. In the layers covered with phosphorus there are free electrons, and in covered with a pine forest – the absent electrons. Under the influence of a sunlight electrons begin driving of particles, and between them there is electric current. To remove current from plates them propaivat thin strips of expressly processed copper. One silicon plate will be enough for charging of a small small lamp. Respectively, the more it develops the area of the panel, the more energy.

The plates soldered among themselves which are passing UF beams laminate a film and fix on glass. The fastened layers are concluded in an aluminum frame.

At the exit direct electric current which via the controller comes or on the inverter and to network turns out, or collects in rechargeable batteries if there is no need for use of electric energy.

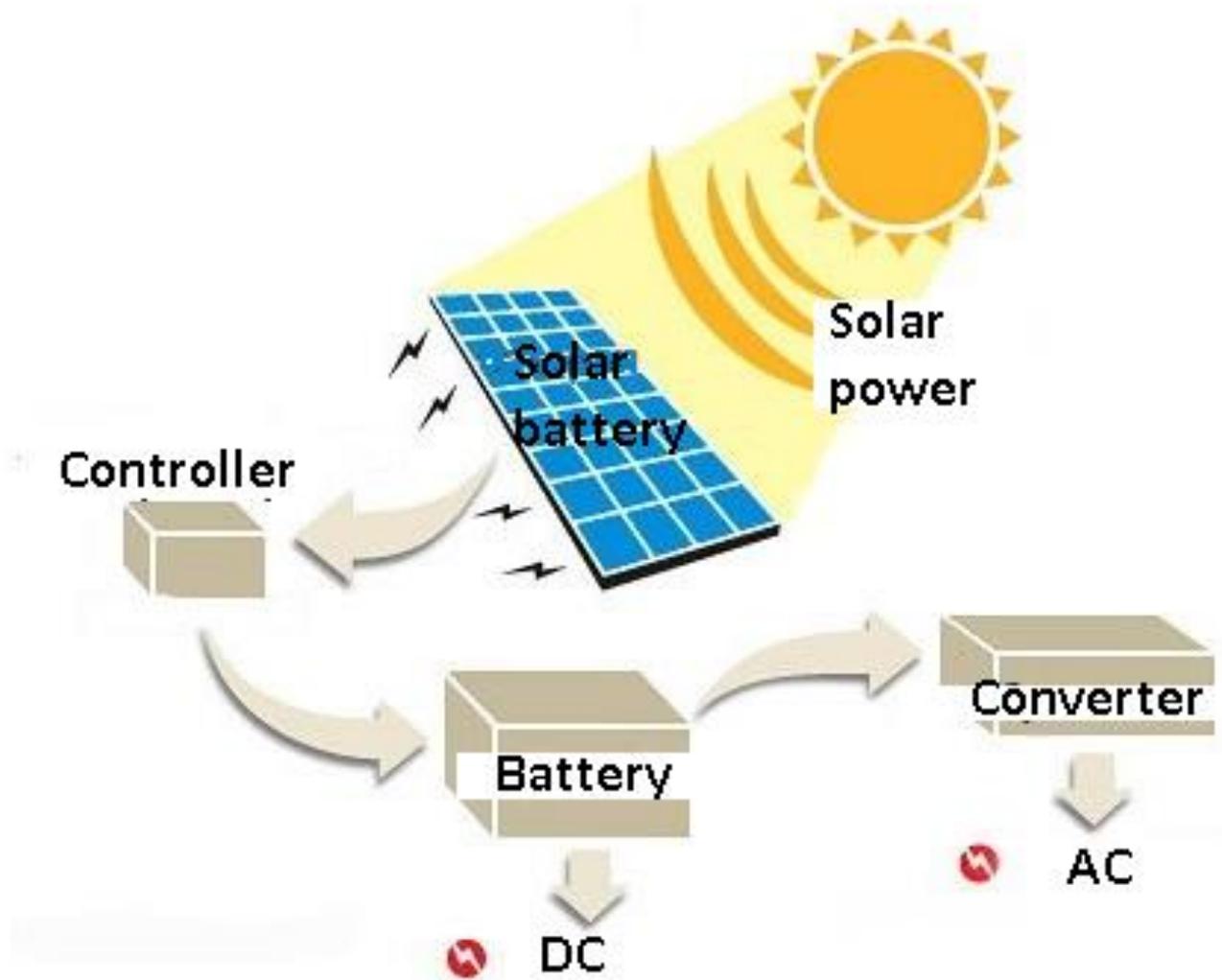


Fig. 2 Components of solar power station

As the efficiency of traditional solar batteries is rather not high, and doesn't exceed 25% (with use of a servo-mechanism it is possible to reach efficiency in 40-50%), and in the conditions of the Tomsk region where the sun shines only 2048 clocks a year, and the average speed of wind is 1.6 m/s, rationally besides, photo-electric systems to use wind generators.

### 3.3 Production of electric energy from wind power

For obtaining electric energy from wind wind generators which principle of work is based on transformation of a kinetic energy of wind to rotary movement of blades of the wind generator which via the special drive force to rotate a rotor are used. Thanks to existence of a stator winding, the mechanical energy of rotation turns into alternating electric current.

However alternating electric current can't be accumulated. For a rectification of unstable alternating current the controller which delivers further a direct current for charging of rechargeable batteries is used. The inverter which will transform the constant tension of accumulators to alternating single-phase electric current of 220B 50 Hz is connected to accumulators.

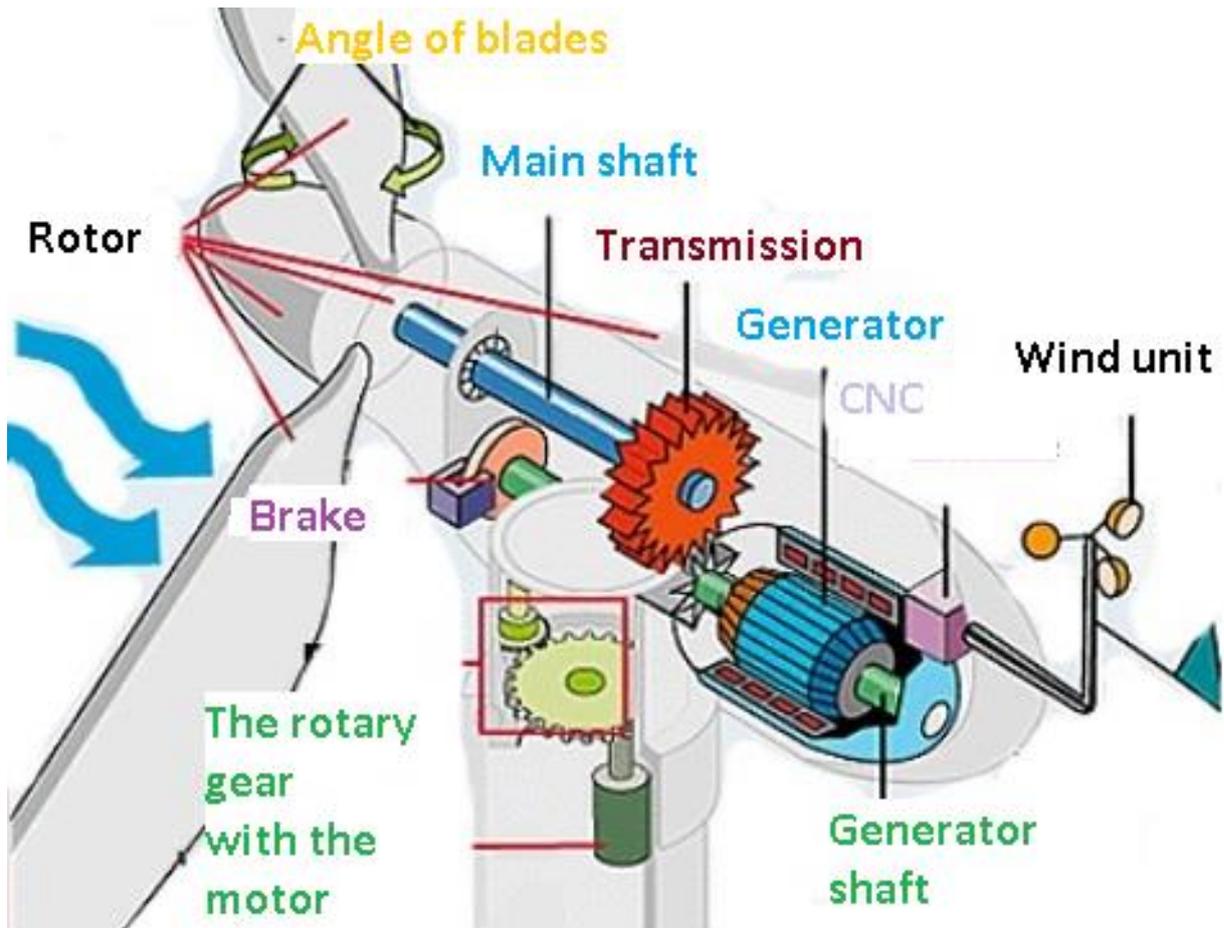


Fig. 3 Wind generator components

### 3.4 Ways of accumulation of energy

For storage of electric energy all possible types of rechargeable batteries are used. In cottage construction most often the companies install the simplest automobile rechargeable batteries. These accumulators the cheapest, but the most improper for accumulation of the electric power from photo-electric systems and

wind generators, generally because the frequent complete discharge of this type of accumulators negatively affects their endurance.

The best and suitable for autonomous systems, solar batteries, wind generators is a lithium - iron-phosphatic battery rooms of batteries. First, at lithium – iron – phosphatic rechargeable batteries the highest efficiency from all types of rechargeable batteries (95-98%). Only at the expense of the efficiency of a charge category of energy equal capacity turns out more in comparison with others. Well and the most important that accumulators of this type don't demand any upkeep, they shouldn't be loaded many times, and they doesn't spoil from not boosting and deep categories.

They can be loaded with larger currents for a short time, and it is possible to leave discharged some time. The accumulator in itself doesn't spoil, and manufacturers promise endurance up to 15 years.

Essential minus of use of lities - iron-phosphatic rechargeable batteries is their cost which can exceed the cost of the simplest automobile accumulators in tens of times.

The second way is creation of special stations which would develop necessary values at the particular moments - "rush hours".

There are many original ways of production of energy, and not less ways of storage of the developed energy.

Allocate several ways of storage of electric energy:

### 1. Accumulators

The most habitual way of accumulation of electric energy is implemented with use of ready blocks which are connected to a source. Accumulators don't demand an upkeep and are convenient in terms of consumption of a stored energy. The power taken by the single block is limited, but cooperative can be big.

### 2. Condensers

Condensers don't demand an upkeep and are durable. The collecting energy is rather small, but the mode of its release allows to receive huge power.

### 3. Rotor

The essence of this method consists in accumulation of a kinetic energy which stocks up in the massive rotating rotor. The more the weight and speed of rotation of a rotor, the more energy it reserves, and at particular parameters its "power consumption" surpasses accumulators. Energy easily turns into mechanical (for example, rotation of clusters of the machine) or electric. The taken power, in principle, is limited only to durability of a design and can be very big. The rotor doesn't demand an upkeep, but it has to have very reliable mechanisms of self-checking and braking systems. Important feature of manufacture of a rotor is careful balancing that sometimes difficult is implemented at its larger sizes and weight. A serious shortcoming is that in case of accident the rotor instantly can't be stopped - and all stored energy will be emitted or in the form of one powerful blow, or in the form of a series of blows of smaller power.

### 4. Hydroelectric power station

This type of the store reserves energy in the form of a potential energy of the water lifted on height. Amount of the reserved energy per unit mass it is small: weighing 1 kg, lifted on height of 10 meters, the system reserves only 98.1 J of energy. The water used as a working body.

Similar stores are usually used at large power plants as the systems of utilization / accumulation of the excess electric power which appears on recession of peak of a power consumption, for example, by the city. The system has very larger sizes and is ineffective. An upkeep is demanded only by the mechanisms of transformation of energy (turbine) and pumps pumping water to height.

### 5. Hydrogen

Very popular way of accumulation of energy. Chemical energy which during the work of an element is converted into electric stocks up. For safety all system has to work at low pressure and have rather larger sizes. Efficiency of this system is lower, than at the accumulator or the condenser, it more difficult on stream also demands use of precious metals. The amount of the reserved energy per unit mass is very high, per unit of volume - it isn't enough. In essence is implemented without moving parts that is undoubted plus. Power of a system can be high.

#### 6. Compressed air

Rare way of accumulation of a mechanical energy which can be converted into kinetic and then into electric. For effective work demands high pressure. High-pressure compressors demand the regular scheduled maintenance. The collecting energy small also depends on temperature. The taken power can be very big, but at the same time operation of the device is unstable as gas at expansion is strongly cooled, and water vapor can freeze.

#### 7. Dumping into the general power circuit

The implemented project which well proved to be in terms of stable power supply. It is bound to the fact that alternative energy sources are changeable and on a case of the termination of their work it is necessary to have the stable idle capacity equal to the relevant alternate source. Need to support at the same time and thermal power plants, and the alternate system considerably reduces the value of the last.

### **3.5 The analysis of existing solutions for energy accumulation**

Let's analyses the existing technical solutions in terms of use them in the private house, we will allocate pluses and minuses of each of decisions, we will define several systems which are most suitable us for the further comparative analysis and the analysis of effectiveness.

## 1. Accumulators.

Rechargeable batteries are most widespread in this industry, however use of routine cheap automobile rechargeable batteries is impossible in connection with features of batteries, at the complete discharge of the battery, accumulator capacity in communication by decrease in liquid density in accumulators strongly falls.. The second minus of use of rechargeable batteries is need of selection of special space for placement of necessary number of blocks of batteries. Plus of use of a system with rechargeable batteries is its fast installation.

## 2. Condensers

Condensers are such chain units which at the necessary moment give electric energy of high power. Minuses of use of condensers are:

- Existence of currents of big power that is potentially unsafe for the person.
- Small capacity of condensers, fast use of a stored energy.

It is possible to refer their durability to pluses of use of condensers.

## 3. Rotor

Production and use of a rotor of necessary power demands larger monetary investments. Existence of the rotating elements is potentially not safe. Installation of the rotor machine requires additional space. One more minus is constant noise when using a rotor.

## 4. Hydroelectric power station

Larger minus of use of hydroelectric power station is its bulkiness, existence of noise and limited height of a fluid column. However use of hydroelectric power station has big advantage before other ways of accumulation of energy:

Water can be used for creation of a pressure in a water handling of the private house.

Also larger minus of this system is need of a raising of liquid on a particular height that demands additional energy consumptions.

#### 5. Hydrogenium

The system is implemented without moving elements and at low pressure that certainly is plus of use of this system. However larger minus is existence in the system of Hydrogenium, at Hydrogenium mix with oxygen extremely explosive gas turns out.

#### 6. Compressed air

Existence of vessels under high pressure is potentially unsafe for inhabitants of the house. Use of pressure vessels.

#### 7. Dumping into the general power circuit.

Sale of electricity by individuals isn't provided in the Russian legislation yet.

## Приложение Б

План первого этажа

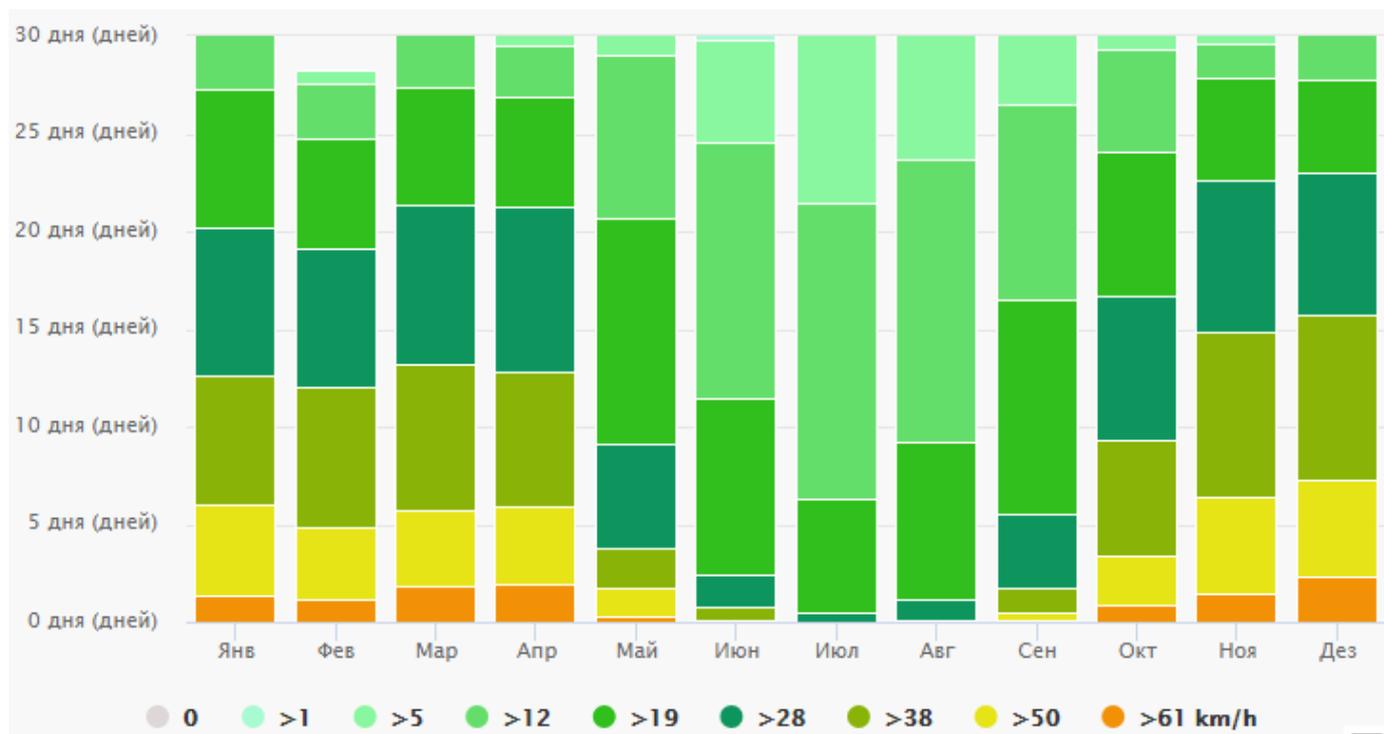


План второго этажа

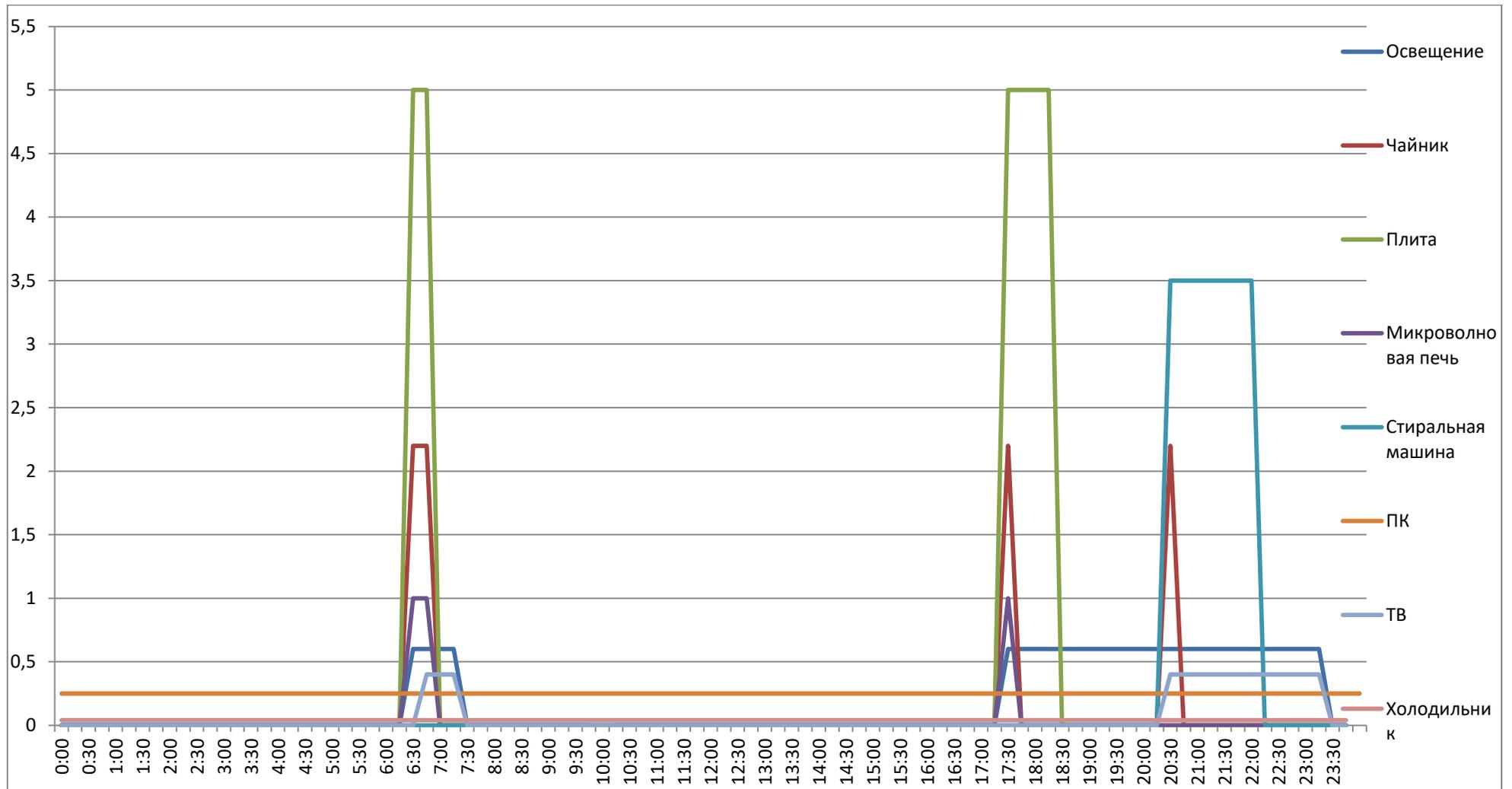


Эскизный проект типового загородного дома площадью 160 кв.м.

## Приложение В



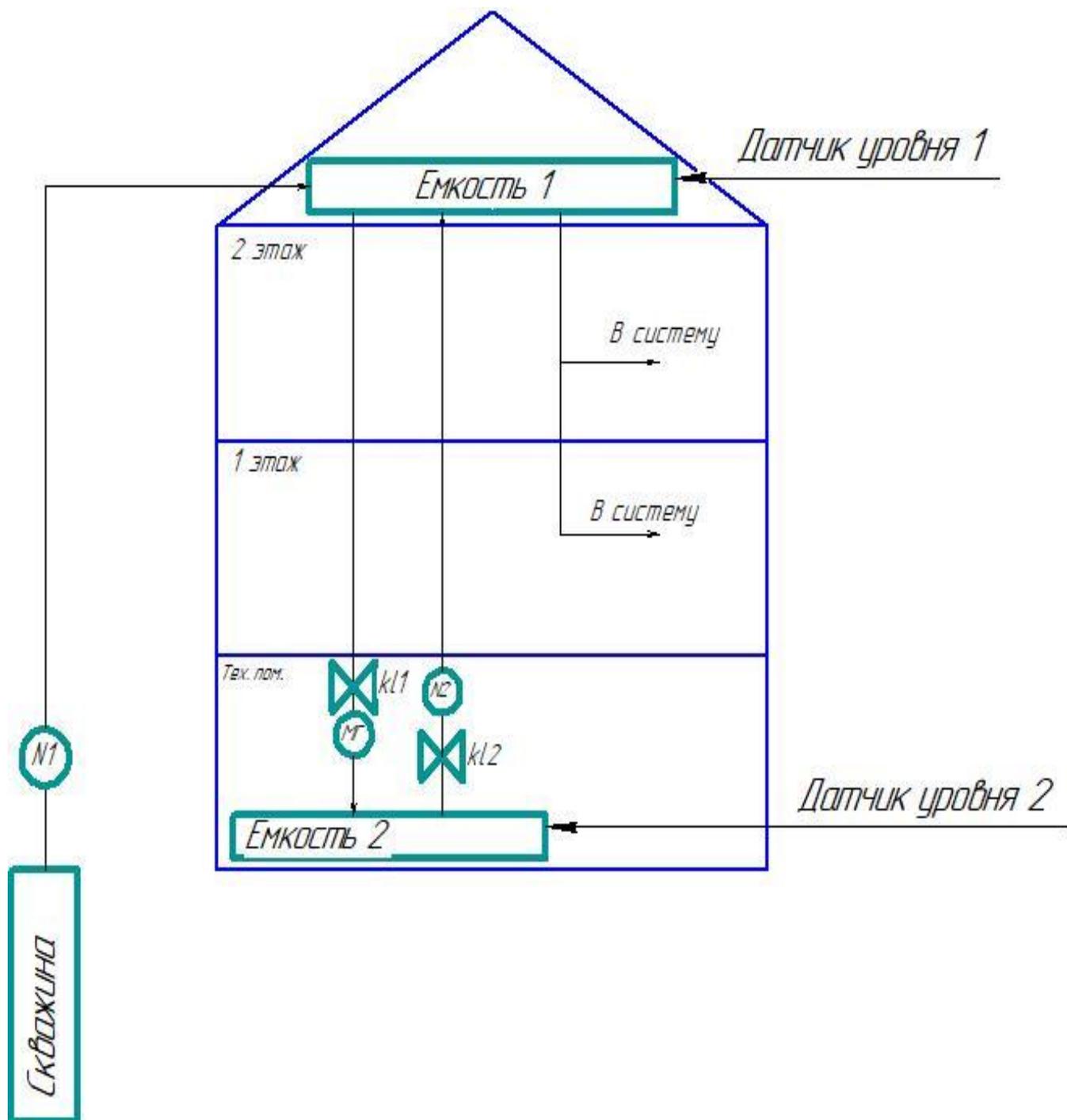
# Приложение Г



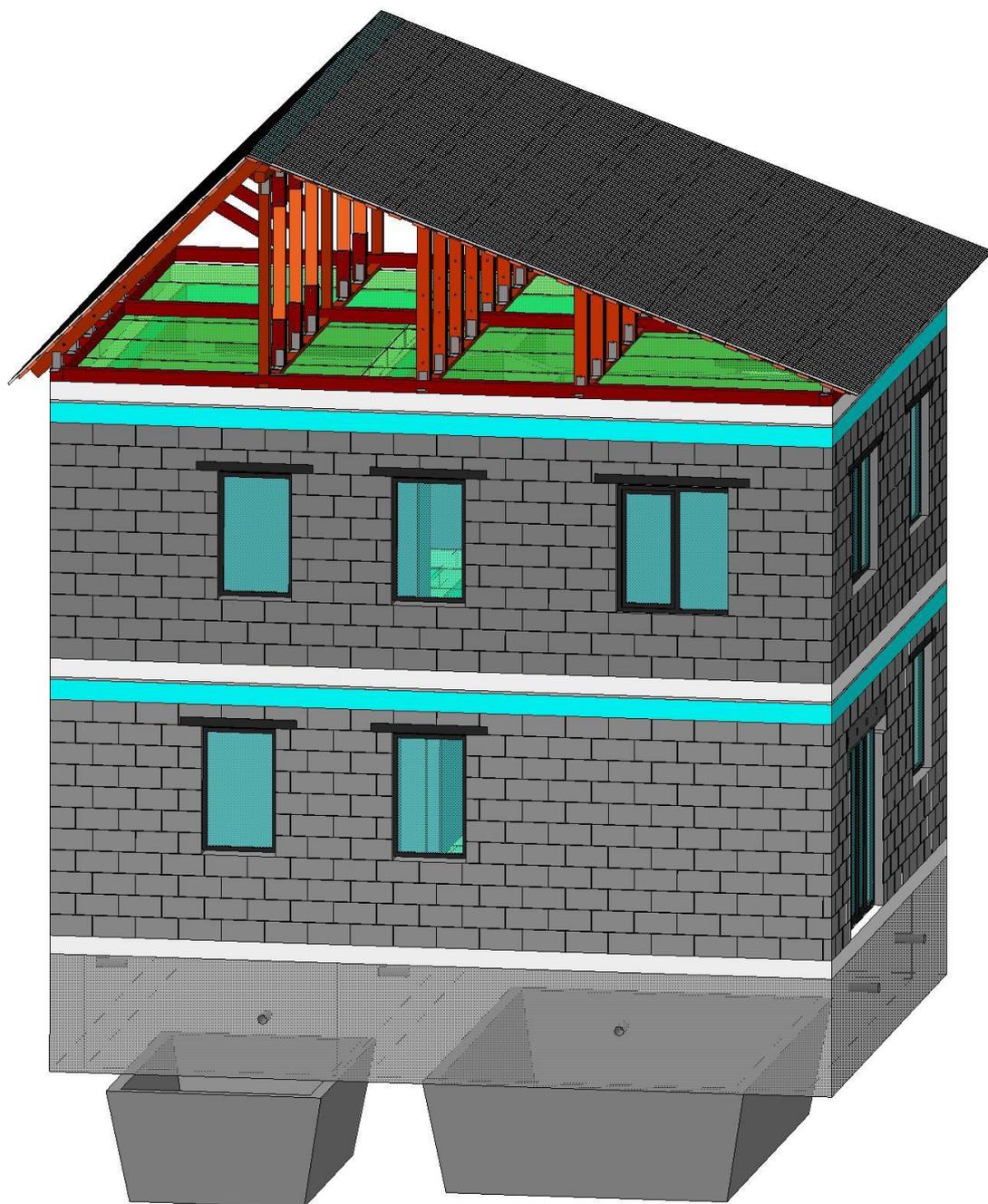
# Приложение Д



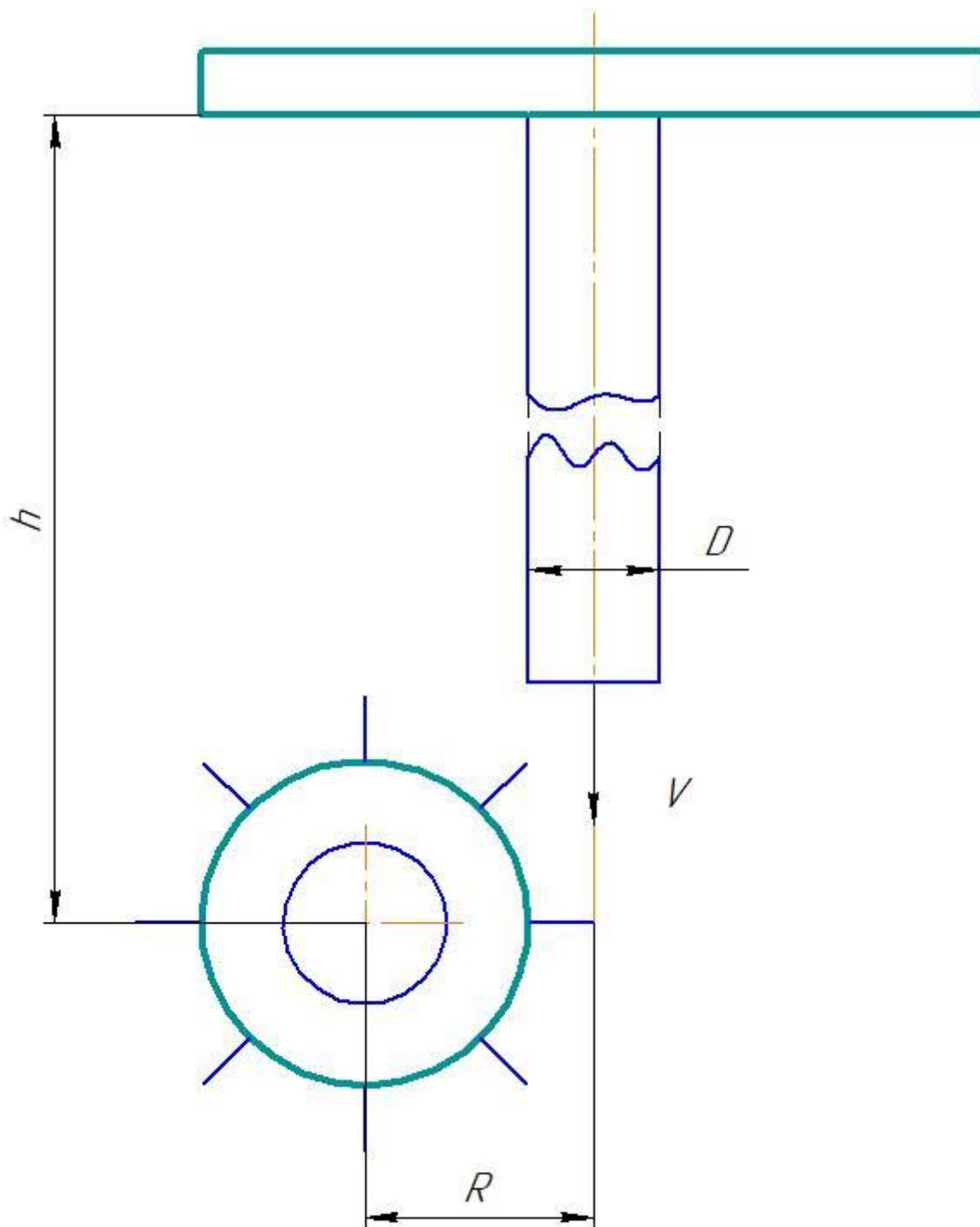
# Приложение Е



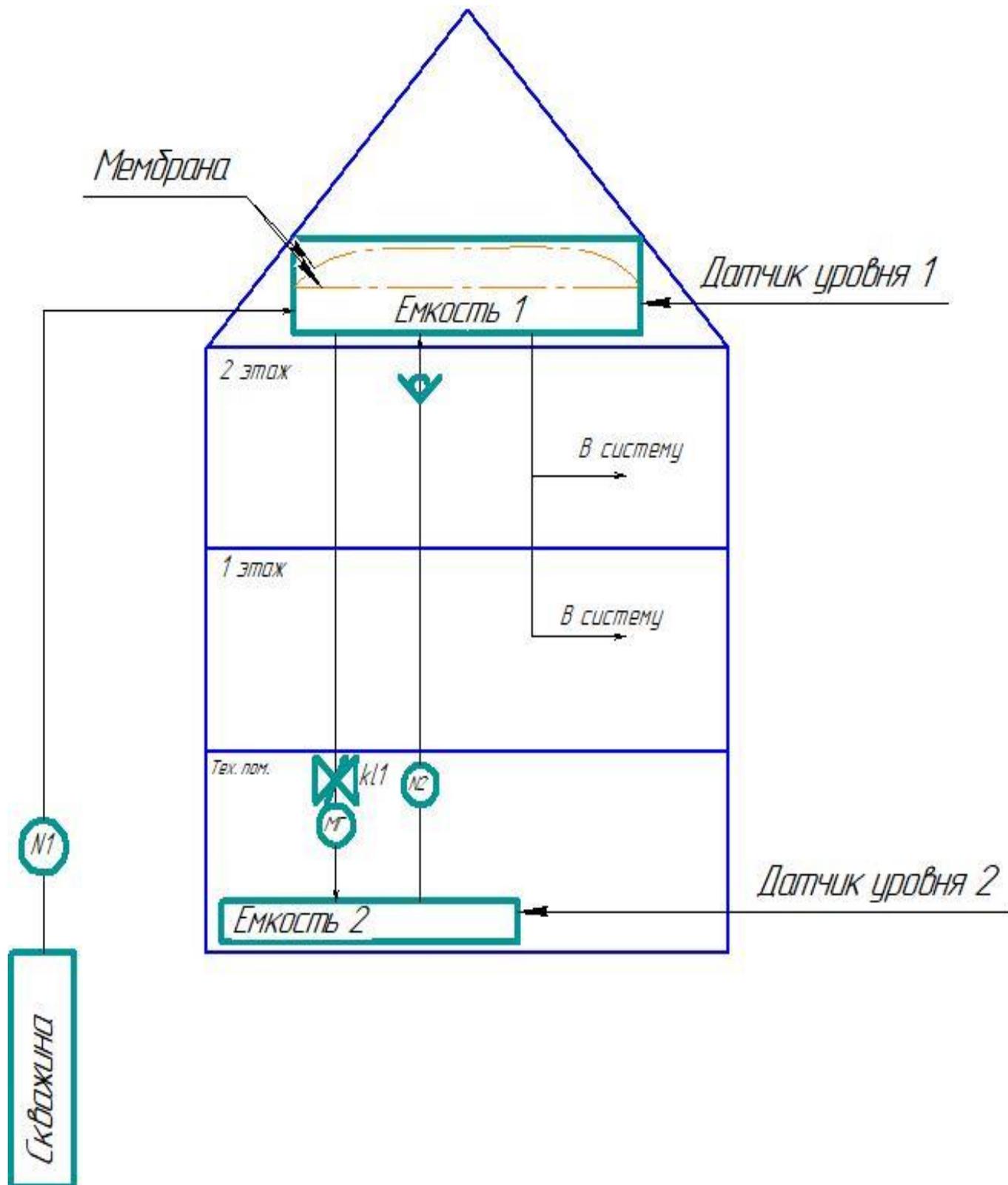
## Приложение Ж



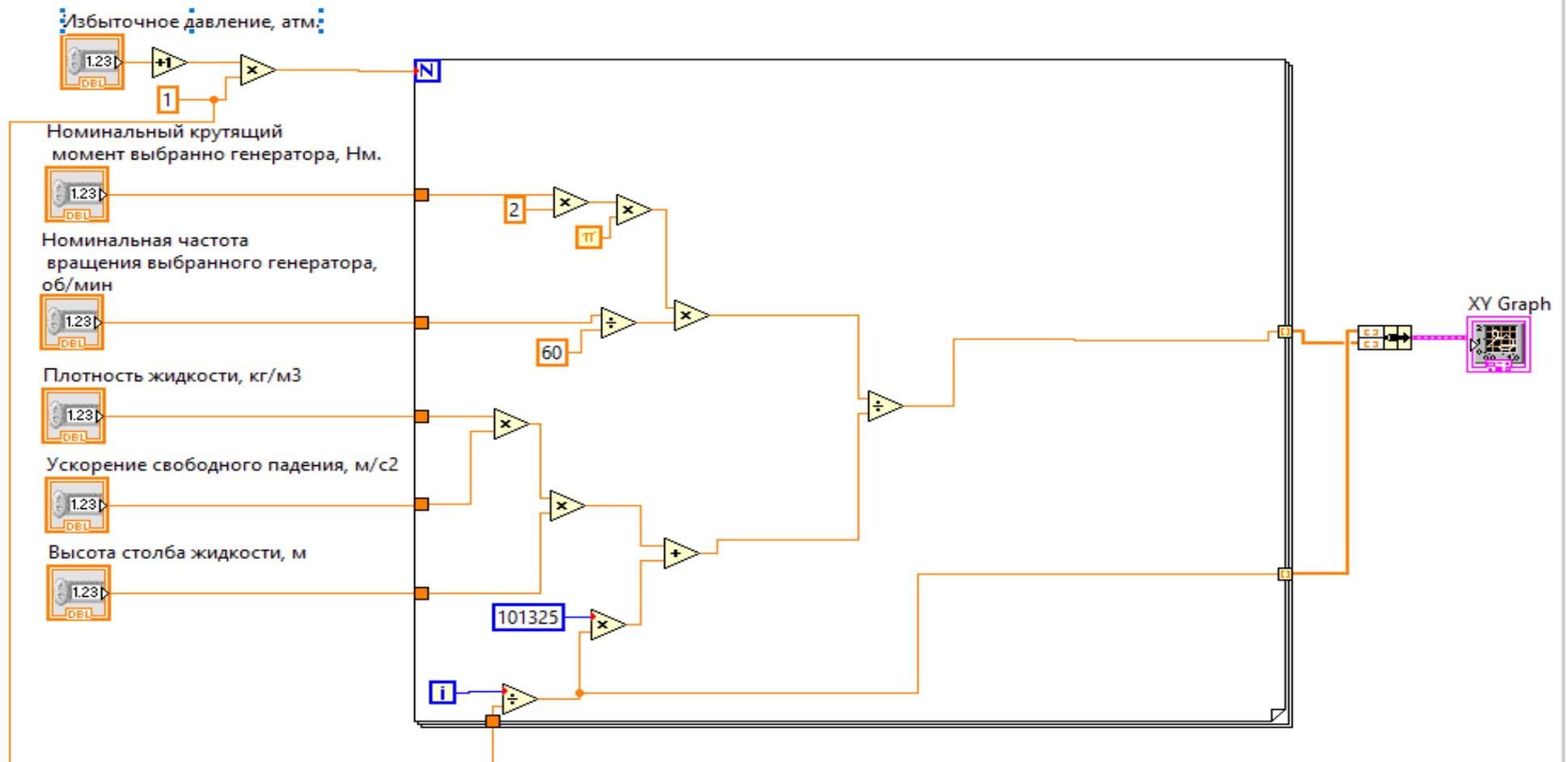
### Приложение 3



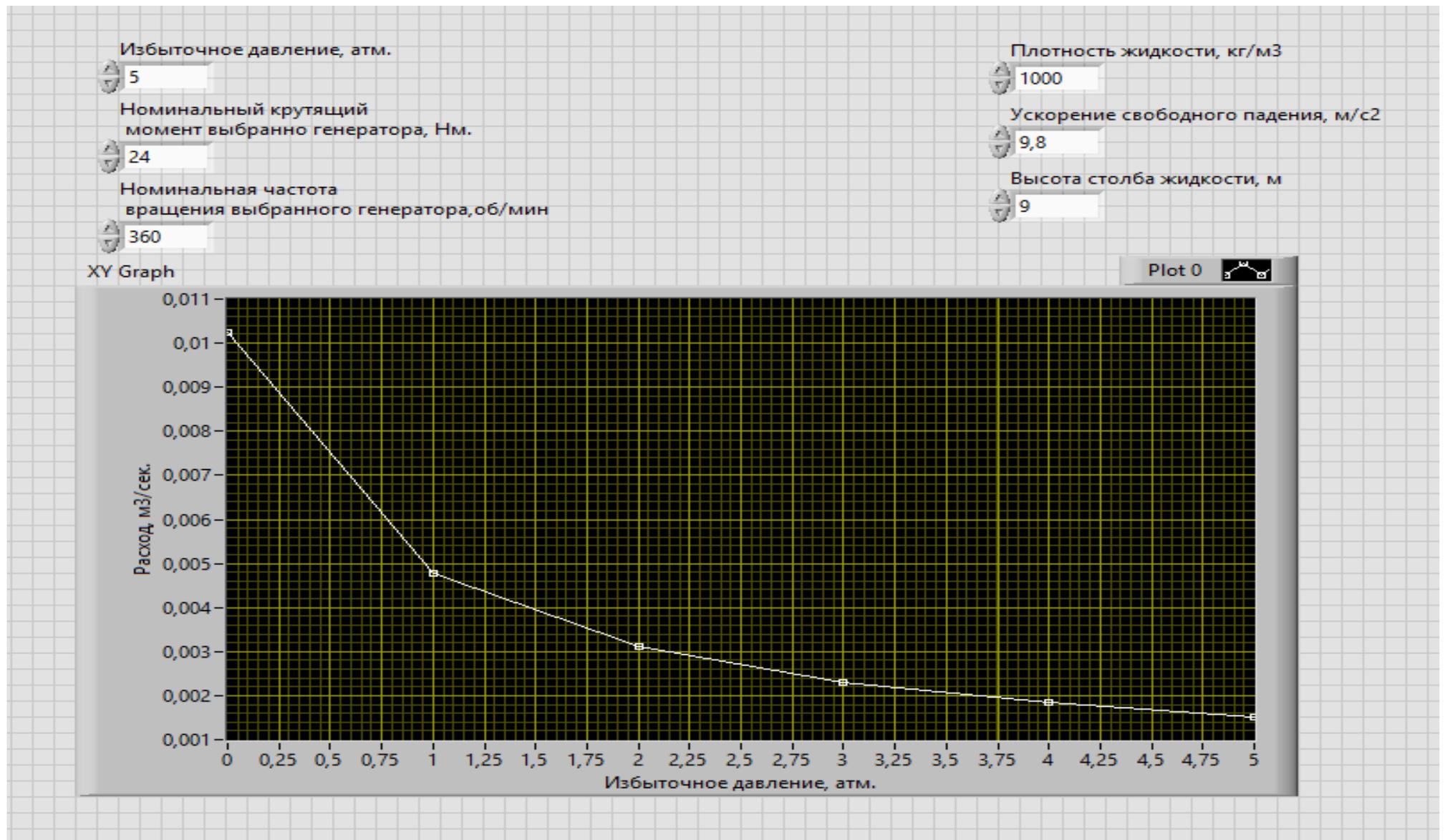
## Приложение И



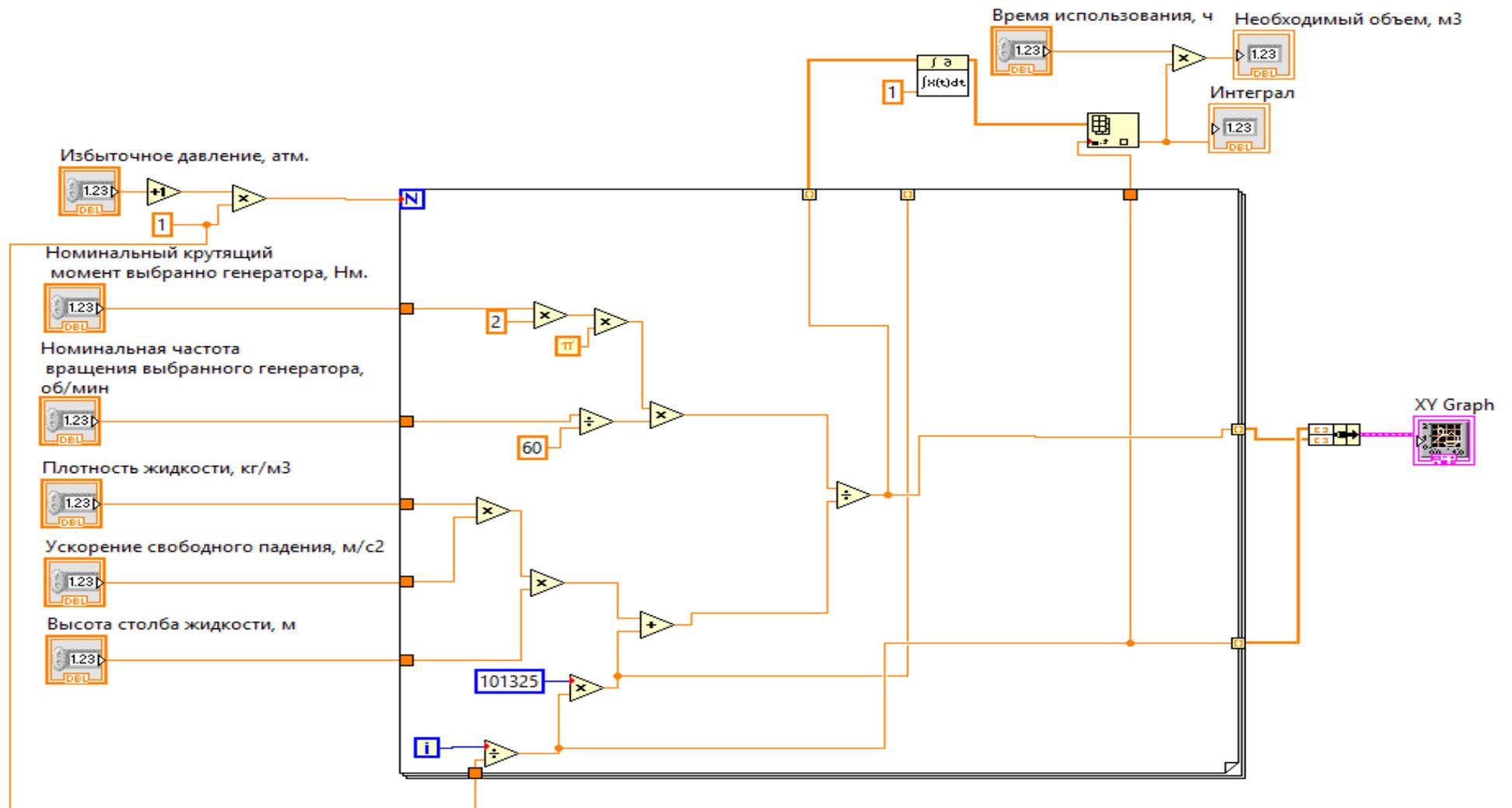
## Приложение К



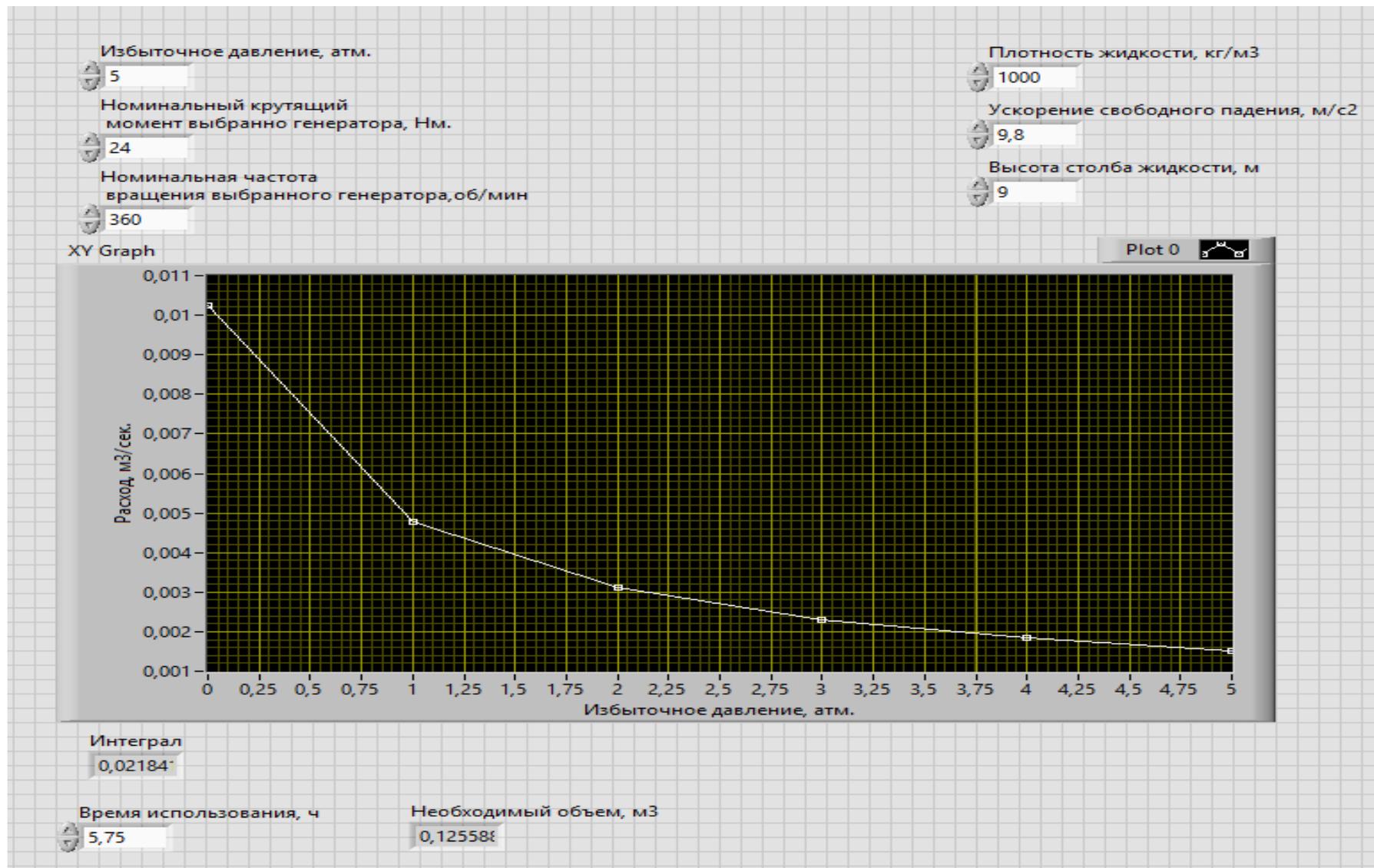
## Приложение Л



# Приложение М



## Приложение Н



# Приложение О

Корпоративный портал ТГУ | Личный кабинет - Провер | Полный отчет - Антиплагиат

tpu.antiplagiat.ru | Полный отчет - Антиплагиат

**АНТИПЛАГИАТ** ТВОРИТЕ СОБСТВЕННЫМ УМОМ | Sk Bankov | Реестр отечественного ПО | ТПУ | [ВОЙТИ](#) ru

ГЛАВНАЯ /

## Полный отчет

ВЕРСИЯ ДЛЯ ПЕЧАТИ | ЭКСПОРТ | СОХРАНИТЬ | ЕЩЁ...

TPU712510.docx | ПРОВЕРЕНО: 03.06.2019 12:11:09

ТЕКСТОВЫЙ ВИД | ИСХОДНЫЙ ВИД |  скрыть номера источников | 1/82

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, состоящую из \_\_ страниц. Включает в себя \_\_ рисунков и \_\_ таблиц.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, аккумуляция энергии, частное строительство, малая энергетика

Объектом проектирования является система аккумуляции возобновляемой энергии в частном доме.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование эффективности использования альтернативной системы аккумуляции энергии.

В результате процесса разработки создана математическая модель. В процессе исследования проводились: разработка математической модели системы аккумуляции, а также была расписана концептуальная методика работы системы, проанализированы полученные результаты. Также

**ЗАИМСТВОВАНИЯ** 9,51% | **ЦИТИРОВАНИЯ** 0,55% | **ОРИГИНАЛЬНОСТЬ** 89,94%

**ПОИСК ПО БЛОКАМ**

Заимствования |  Цитирования |  Выключенные блоки

[ПРЕДЫДУЩИЙ](#) | [СЛЕДУЮЩИЙ](#)

**ИСТОЧНИКИ: 63 ИЗ 63** | [ПЕРЕСЧИТАТЬ](#)

№	Источники	Процент	Модуль поиска
[01]	Альтернативная батареяка	2,58%	Модуль поиска Интернет
[02]	Министерство образования ...	1,03%	Модуль поиска Интернет
[03]	TPU_VKR_26632.pdf	0%	Кольцо вузов
[04]	TPU_VKR_26632.pdf	0%	Модуль поиска "ТПУ"
[05]	Институт неразрушающего к...	0,53%	Модуль поиска Интернет
[06]	TPU_VKR_28540.pdf	0%	Модуль поиска "ТПУ"

Голосовой помощник Алиса | 17:43 10.06.2019