

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Ташкентский государственный аграрный университет

Факультет «Механизация сельского хозяйства»

Кафедра «Электроэнергетика сельского хозяйства и электротехнология»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

По направлению бакалавриата: 5430200 – «Электрификация и
автоматизация сельского хозяйства

На тему: Разработка системы электроснабжения экспериментального поселка “Ёшлар” Зоминского района

Выполнил:

У. Туратов

Руководитель

доц. А. Бердышев

Зав. каф. Электроэнергетика
сельского хозяйства и
электротехнология , к.т.н., доцент

Декан факультета
“Механизация сельского
хозяйства”, к.т.н., доцент

А.Вахидов

«_____» 2015 г.

Э.Т.Фармонов

«_____» 2015 г.

Тошкент – 2015 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Ташкентский государственный аграрный университет

Кафедра Электроэнергетика сельского хозяйства и электротехнология

«УТВЕРЖДАЮ»:
Заведующей кафедрой
Электроэнергетика сельского
хозяйства и электротехнология

“ _____” доц. А.Х.Вахидов
“ _____” 2015 г.

З А Д А Н И Е

Фамилия, имя, отчество студента _____ Туратов Улуғбек Дониёр ўғли

Тема выпускной квалификационной работы (ВКР) Разработка системы
электроснабжения экспериментального поселка “Ёшлар” Зоминского района _____

Утверждена приказом Ректора университета №_2.1-8/106 от “_04_” _04_ 2015 г.

Срок сдачи ВКР 1 июня 2011 й.

Основные источники и начальные сведения о выполнении ВКР. Материалы
преддипломной практики и отчеты института Энергетики и автоматики, технические и
справочные материалы, нормативные документы и материалы
Интернета_____

Содержание расчетно-пояснительной части ВКР. Введение; 1) Анализ
электротехнических оборудования и энергорасходов экспериментальных домов в поселке
“Ёшлар” Зоминского 2) Расчет электротехнической части; 3) Разработка
энергосберегающих мероприятий; 4) Автоматизация производственных процессов; 5)
Мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 6) Расчет технико-экономических
показателей.

Содержание графической части ВКР 1-слайт: План экспериментального поселка
“Ёшлар”; 2-слайт: План силовой сети и расчетная схема; 3-слайт: План сети освещения и
расчетная схема; 4-слайд: Комплекс мероприятий по энергосбережению; 6,7-слайты:
Автоматика; 8-слайт: Техника безопасности; 9-слайт: Расчет технико-экономических
показателей.

Консультанты по разделам ВКР

Разделы	Консультанты	Подпись, число	
		Задание выдал	Задание принял
Разработка энергосберегающих мероприятий	асс. М.Ибрагимов		

Расчёт технико – экономической эффективности.	доц.Т.Байзаков		
---	----------------	--	--

Календарный план

№	Разделы ВКР	Выполнение (объем)	Сроки выполнения
	Введение	2-3	12.04-16.04.15 г
1.	Анализ состояния и перспектив энергоснабжения экспериментального поселка “Ёшлар” Зоминского района на основе использования традиционных энергоресурсов на период до 2015 года	12-16	17.04-30.04.15 г
2	Оценка состояния энергетических систем и микроклимата помещений здания жилого дома	14-16	01.05-15.05.15 г
3	Электрооборудование здания жилого дома и их расчет	10-14	16.05-.30.05.15г
4	Разработка энергосберегающих мероприятий для повышения энергоэффективности здания жилого дома	10-12	01.06-05.06.15 г
5	ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СОЛНЕЧНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	20-25	01-15.06.15 г
	Предварительная защита		15.06 15 г.
	Основная защита		22.06.15 г

Руководитель _____

доц. А. Бердышев

Студент _____

У. Туратов

«_____» _____ 2015 год

О ГЛАВЛЕНИЕ

Стр

	ВВЕДЕНИЕ.....	6
1.	Анализ состояния и перспектив энергоснабжения экспериментального поселка “Ёшлар” Зоминского района на основе использования традиционных энергоресурсов на период до 2015 года	9
2	Оценка состояния энергетических систем и микроклимата помещений здания жилого дома	15
3	Электрооборудование здания жилого дома и их расчет	20
4	Разработка энергосберегающих мероприятий для повышения энергоэффективности здания жилого дома	29
5	ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СОЛНЕЧНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	39
	ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	64
	Список использованной литературы.	65
	ПРИЛОЖЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ ИНТЕРНЕТА	66

А Н Н О Т А Ц И Я

В данной квалификационной работе приведены следующие задачи:

- Произведены энергетический анализ жилых домов экспериментального поселка «Ёшлар» Зоминского района и определены основные задачи по дальнейшему пути энергосбережению;
- Произведен обзор и анализ существующих солнечно-электрических систем теплоснабжения, комбинированные солнечно-электрические системы теплоснабжения с использованием внепиковой электроэнергии;
- Переоборудованы старые энергоемкие электротехнические оборудования на современные;
- Оценена состояния энергетических систем и микроклимата помещений здания жилого дома;
- Произведен инженерный технико-экономический расчет эффективности солнечно-электрической системы для отопления и горячего водоснабжения поселка;
- Разработаны мероприятия по жизнебезопасности населения и поселка.

Введение

В выступление И.А. Каримова отмечено, что на период до 2015 го года основное внимание в сельскохозяйственном сектора будет уделяться увеличению производительности труда. Основным фактором ее повышения является внедрение достижений научно-технического прогресса, использование высококачественных машин и оборудования в сельском хозяйстве. Данный процесс интенсификации сельскохозяйственного производства требует повышения уровня электромеханизации эффективности системы эксплуатации установленного электрооборудования а также рационального использования электроэнергии на технологические процессы.

Для успешного решения задачи намечено довести объема потребляемой сельским хозяйством электроэнергии. Также повысится электровооруженность труда в расчете на одного работника. Таким образом, учитывая перспективы развития сельскохозяйственного производства, можно утверждать, что высокие темпы роста парка электрооборудования сохранятся и в последующие годы. Наряду с количественными изменениями будет происходить глубокие качественные преобразования, сопровождающиеся увеличением требований к надежности работ электрооборудования.

Обеспечение эффективного развития агропромышленного сектора экономики Узбекистана является одним из приоритетов политики социального и экономического развития страны, проводимой её руководством. При этом в социальной компоненте этой проблемы важное значение придается улучшению здоровья и условий проживания населения в сельской местности, составляющего свыше 60% от общей его численности.

Это в полной мере касается и фермерских хозяйств, создаваемых в областях нашей республики.

В сельской местности предусматривается дальнейшее развитие сфер здравоохранения, образования, информатизации, улучшение газо- и водоснабжения, совершенствование тепло- и электроснабжения и т.д. Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистана № 278 от 01.06.1999г утверждена и реализуется республиканская программа улучшения газо- и водоснабжения сельских населенных пунктов (СНП) на период до 2015г. и, соответственно, фермерских хозяйств.

В Узбекистане в соответствии со статистическими данными имеется всего 11844 СНП, из них по данным института «Узгазлойиха» на 01.01.1999г газифицировано только 7914, подлежат газификации до 2010г еще 3300 СНП, а 630 СНП газифицировать к этому сроку не предполагается. При этом обеспечение природным газом по областям Узбекистана неоднородно, что отражено в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики обеспеченности природным газом СНП по областям Узбекистана.

Области	Количество СНП			
	Всего	Обеспеченные природным газом на 01.01.99г.	Подлежат газификации в 1999- 2010гг	Газификация до 2010г. не планируется
1. Каракалпакстан	1188	905	271	12
2. Андижанская	540	416	121	3
3. Бухарская	1508	1310	198	-
4. Джизакская	530	203	194	133
5. Кашкадарьинская	1096	308	639	149
6. Навоийская	634	364	153	117
7. Наманганская	512	344	153	15
8. Самаркандская	1932	1264	629	39
9. Сурхандарьинская	850	386	346	118
10. Сырдарьинская	305	203	102	-
11. Ташкентская	956	649	263	44

12.Ферганская	1181	956	225	-
13.Хорезмская	612	606	6	-

Как следует из приведенных данных, наиболее неблагополучное положение с газификацией СНП и очевидно, фермерских хозяйств сложилось в Кашкадарьинской, Джизакской, Самаркандской и Сурхандарьинской областях как по количеству СНП и фермерских хозяйств подлежащих газификации на период до 2015г., так и по количеству СНП и фермерских хозяйств газифицировать которые пока не предполагается.

Отсутствие снабжения СНП и фермерских хозяйств природным газом не позволяет обеспечить жилые дома и другие строения (больницы, лечебные пункты, детские сады, школы и т.д.):

- отоплением с параметрами, соответствующими санитарно-техническим нормам;
- горячим водоснабжением (ГВС) бытового и производственного назначений;
- возможностями приготовления пищи в надлежащих санитарно-гигиенических условиях.

Цель настоящей работы исследование энергоресурсных возможностей осуществления энергоснабжения сельского экспериментального поселка, расположенного в удаленной,

труднодоступной местности Зоминского района с использованием энергии ветра и солнечного излучения с техническими решениями.

1. Анализ состояния и перспектив энергоснабжения экспериментального поселка “Ёшлар” Зоминского района на основе использования традиционных энергоресурсов на период до 2015 года

Специалистами под руководства У.О.Одамова в Институте энергетики и автоматики АН РУз. проведено энергетическое обследование промышленных, сельскохозяйственных и других объектов, в том числе жилых домов / 6 /.

Жилой дом запроектирован одноэтажным зданием без подвала, имеющий в своем составе 12 помещений :

- прихожая (1) – 10,7 м²;
- кухня (2) – 11,5 м²;
- общая комната (3) – 25,2 м²;
- спальня I (4) – 11,7 м²;
- спальня II (5) – 14,2 м²;
- спальня III (родительская) (6) – 18,5 м²;
- коридор (7) – 6,2 м²;
- ванная (8) – 2,7 м²;
- туалет (9) – 1,9 м²;
- котельная (10) – 4,3 м²;
- терраса (11) – 14,9 м²;
- тамбур (12) – 2,1 м².

Согласно представленных данных суммарная площадь всех помещений здания составляет - 123,9 м². Из них - 14,9 м² площадь летних помещений (терраса) а остальная это общая площадь⁽¹⁾ здания – 109,0 м². Технико-экономические показатели проекта жилого дома представлены в таблице 1.1.

Таблица.1.1. Технико-экономические показатели проекта жилого дома экспериментального поселка «Ёшлар»

№	Наименование	Ед.изм.	Количество
1	Жилая площадь	м ²	69,6
2	Общая площадь	м ²	109,0
3	Площадь летних помещений	м ²	14,9
4	Строительный объем	м ²	534,32
5	Площадь застройки	м ²	162,51

Общий вид экспериментального поселка «Ёшлар» Зоминского района показано на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид экспериментального поселка «Ёшлар» Зоминского района (Источник: Google Earth).

Согласно проекта в здание предусмотрено 2 входа: 1) Основной вход; 2) Вход со стороны летней террасы. Двери на входах (Рис. 1.8) деревянные наружного типа Д-1 – 1 шт.; Д-2 – 1 шт. На переднем фасаде здания также имеется дверь в котельную ФН-1 – 1 шт.

Здание жилого дома оборудовано следующими инженерными устройствами:

- отоплением от АГВ;
- местным горячим водоснабжением от электронагревателя ARISTON;
- электроэнергией для силовых и осветительных нужд;
- газоснабжением для целей отопления и приготовления пищи;
- водопроводом холодной воды;
- обще обменной естественной вентиляцией;
- телефонизацией;
- канализацией.



Рис. 2. Состав помещений 4-х комнатного жилого дома для сельского строительства

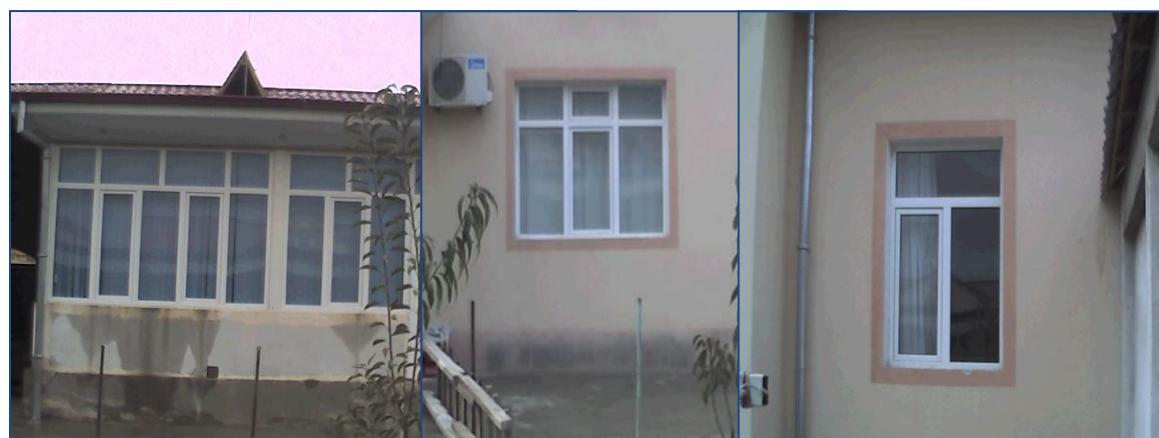


Рис. 3. Задний фасад здания (внутренняя сторона здания)

2. Оценка состояния энергетических систем и микроклимата помещений здания жилого дома

2.1. Система электропотребления здания

Ввод электрической сети жилого дома выполнен от низковольтной сети 380/220 В (рис.2.1).

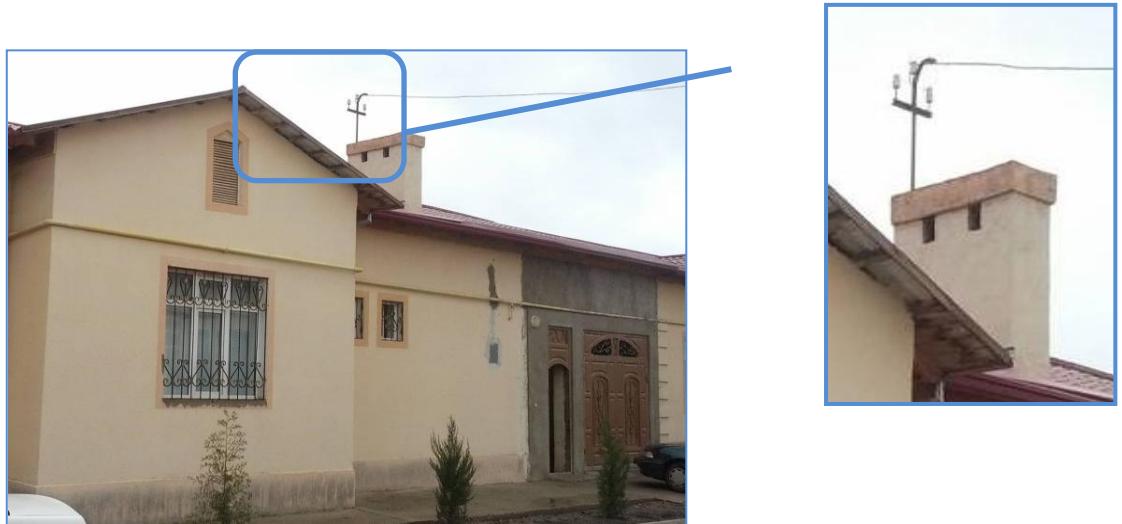


Рис.2.1. Ввод электрической сети жилого дома

Ответвление от изоляторов ввода до электрощита жилого дома выполнено проводом АПВ-0,38 сечением 10 мм^2 . Согласно проекта групповые сети выполнены проводом АППВ в пустотах плит перекрытий и по стенам в слое штукатурки.

Во всех комнатах жилого дома, установлены клеммных колодок для подключения подвесных светильников (люстр), в кухне клеммная колодка и подвесный патрон, в санузле – настенный патрон. В ванной комнате и у входа жилого дома установлен светильник типа НПО30.

Электрический щит установлен на высоте 1,7 м от уровня пола.

Выключатели установлены на высоте 1,5 м. Штепсельные розетки в кухне установлены на высоте 0,9м, под кондиционер на 1,8м от пола. В остальных помещениях высота установки розеток не выше 0,5м от пола.

По проекту предусмотрена установка четырех автоматов: два автомата по 16А и два автомата по 25А (рис. 2.2). Выделены 14 точек для электроосвещения, 20 точек для розеток, 2 точки для бытового кондиционера и 1 точка для электроводонагревателя. Общая мощность электрооборудования и электроосвещения 6,2 кВт.

Тип и схема щита	№ группы	Ток уставки автомата, А	Марка и сечение провода, мм ²	Способ прокладки	Кол-во точек	Примечание
	1	RDX-16.1	АППВ-3x2,5; L=30м	скрыто	14	Электро-освещение
	2	RDX-16.1	АППВ-2x4; L=140м	скрыто	20	Розеточная группа
	3	RDX-25.1	АППВ-3x4; L=30м	скрыто	2	Бытовой кондиционер
	4	RDX-25.1	АППВ-3x4; L=15м	скрыто	1	Кухонный бытовой Электро-водонагреватель,

Рис. 2.2. Схема подключения электрооборудования (по проектной документации)

Учет потребление электроэнергии

Коммерческий учет электропотребления ведется по однофазному электросчетчику расхода электроэнергии DDS28u (рис.2.3), установленного на переднем фасаде жилого дома. Счетчик установлен в мае 2011 году. Счетчик поверен и опломбирован. Показание электросчетчика на момент проведения обследования (22.11.2014г.) было 2514.48 кВт*ч.



Рис. 2.3. Однофазный электросчетчик расхода электроэнергии DDS28u

Технические характеристики электронного счетчика DDS28u

Состояние пломбы	Опломбирован
Номинальное напряжение (В)	220
Диапазон раб. напряжения (В)	(0,85-1,2) U _{ном}
Номинальный ток (А)	10
Максимальный ток (А)	60
Чувствительность (А)	0,004 I _{ном}
Частота сети (Гц)	50
Класс точности	1

При проведении обследования были сняты показания счетчика по отпуску электроэнергии, а также с помощью электроизмерительных клещей FLUKE-355 проведены замеры величины тока и напряжения. Данные замер приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Результаты инструментальных замер

Тип прибора учета	Фактические значения измерений				
	дата	время	ток, А	напр., В	показание сч.
расход электроэнергии - DDS28u ток,напряжение- FLUKE-355	22.11.12г.	12:30	1,1	221	2514.42
	22.11.12г.	13:00	1,5	220	2514.66
	22.11.12г.	13:30	1,2	220	2514.92
	22.11.12г.	14:00	2,1	219	2515.38
	22.11.12г.	14:30	2,3	219	2515.88
	22.11.12г.	15:00	2,2	219	2516.36
	22.11.12г.	15:30	2,4	219	2516.87

Согласно представленных данных часовой расход жилого дома составляет от 0,5 кВт*час (от 12:30 до 13:30) до 1 кВт*час (от 14:30 до 15:30).

3. Электрооборудование здания жилого дома и их расчет

Основными потребителями электроэнергии являются электрическое оборудование и система освещения. Перечень, а также предполагаемая длительность работы всего электрооборудования жилого дома в течение суток приведены в таблице 2.2. Данные по длительности работы электрооборудования определены со слов хозяев обследуемого жилого дома.

Таблица 2.2 Перечень электрооборудования жилого дома

№	Наименование оборудования и его тип	Мощность (Вт)	Длительность работы (час/сут)			Потребляемая электроэнергия (вт*час)		
			Макс	Сред.	Мин	Макс	Сред.	Мин
1	Компьютер Acer	250	3	2	1	750	500	250
2	Принтер HP	450	0,3	0,2	0,1	135	90	45
3	Кондиционер Midea (зима-лето)	1700	1	0,5	0,2	1700	850	340
4	Электронасос SHIMGE CPm 130 для перекачки воды	370	3	2	1	1110	740	370
5	Холодильник Стинол	225	4	3	2	900	675	450
6	Телевизор LG	160	3	2	1	480	320	160
7	Водонагреватель Ariston	1500	2	1,5	1	3000	2250	1500
8	Электрический звонок	20	0,5	0,3	0,1	10	6	2
9	Утюг Tefal	1200	1	0,5	0,2	1200	600	240
10	Пылесос LG	1500	1	0,5	0,2	1500	750	300
	Общая мощность электрооборудования, Вт		7375					
	Полная потребляемая электроэнергия для электрооборудования вт*час/сутки					10785	6781	3657

По данным таблицы суммарная мощность электрооборудования жилого дома составляет 7,375 кВт, суммарное суточное потребление электроэнергии электрооборудованием в зависимости от длительности

работы составляет от 3,6 до 10,8 кВт*ч. Среднее значение расхода электроэнергии составляет 6,8 кВт*час.

На рисунках 2.4, 2.5 и 2.6 представлено основное электропотребляющее оборудование жилого дома.

Технические характеристики водонагревателя Ariston	
Тип водонагревателя	Накопительный
Способ нагрева	Электрический
Напряжение	220 В
Мощность	1,5 кВт
Частота сети	50 Гц
Максимальная температура нагрева воды	+80 °C
Давление на входе	7 атм.
Объем емкости для воды	100 л.
Вес	30 кг

Рис. 2.4. Водонагреватель Ariston

Технические характеристики бытового кондиционера Midea (зима-лето)		
Напряжение		220 В
Мощность		1,7 кВт
Частота сети		50 Гц
Расход воздуха		800 м ³ /ч
Диапазон рабочих температур	Охлаждение	0-30 °C
	Нагрев	7-24 °C

Рис. 2.5. Кондиционер Midea (зима-лето)

	Технические характеристики электрического насоса SHIMGE	
	Q max	92 л/мин
	H max	22 м
	Напряжение	220 В
	Мощность	0,37 кВт
	Частота сети	50 Гц
	Подача воды	1,6 м ² /ч
Глубина всасывания воды		8 м.

Рис. 2.6. Электрический насос SHIMGE CPm 130 для перекачки воды

Система освещения жилого дома

Для освещения помещений жилого дома использованы энергосберегающие лампочки типа Akfa lighting 25 W. Перечень, а также предполагаемая длительность работы всех установленных ламп представлены в таблице 2.3. Данные по длительности работы ламп системы освещения определены со слов хозяев обследуемого жилого дома.

Таблица 2.3. Перечень установленных ламп жилого дома

№	Назначение помещения	Тип лампы	Коли-чество (шт.)	Мощ-ность лампы (Вт)	Длительность работы (час/сут.)			Потребляемая электроэнергия (Вт*час)		
					Макс.	Сред.	Мин.	Макс.	Сред.	Мин.
1.	Прихожая	akfa lighting 25 W	1	25	2	3	4	50	75	100
2.	Кухня	akfa lighting 25 W	1	25	3	5	6	75	125	150
3.	Общая комната	Akfa lighting 25 W	1	25	2	3	4	50	75	100

4.	Спальня	Akfa lighting 25 W	1	25	4	6	8	100	150	200
5.	Спальня	Akfa lighting 25 W	1	25	4	6	8	100	150	200
6.	Спальня (родительская)	akfa lighting 25 W	1	25	4	6	8	100	150	200
7.	Коридор	Akfa lighting 25 W	2	25	1	2	3	50	100	150
8.	Ванная	Akfa lighting 25 W	1	25	1	2	3	25	50	75
9.	Туалет	Akfa lighting 25 W	1	25	1	2	3	25	50	75
10.	Котельная	Akfa lighting 25 W	1	25	0,5	1	2	12,5	25	50
11.	Терраса	Akfa lighting 25 W	1	25	1	2	3	25	50	75
12.	Тамбур	Akfa lighting 25 W	1	25	1	2	3	25	50	75
Общая мощность освещения, Вт/час				325						
Полная потребляемая электроэнергия для освещения Вт*час/сутки								637,5	1050	1450

Общая мощность системы освещения составляет 325 Вт. Предполагаемое суточное потребление электроэнергии системы освещения жилого дома составляет 1,05 кВт*ч.

План электроосвещения жилого дома по проекту представлен на рисунке 2.7.

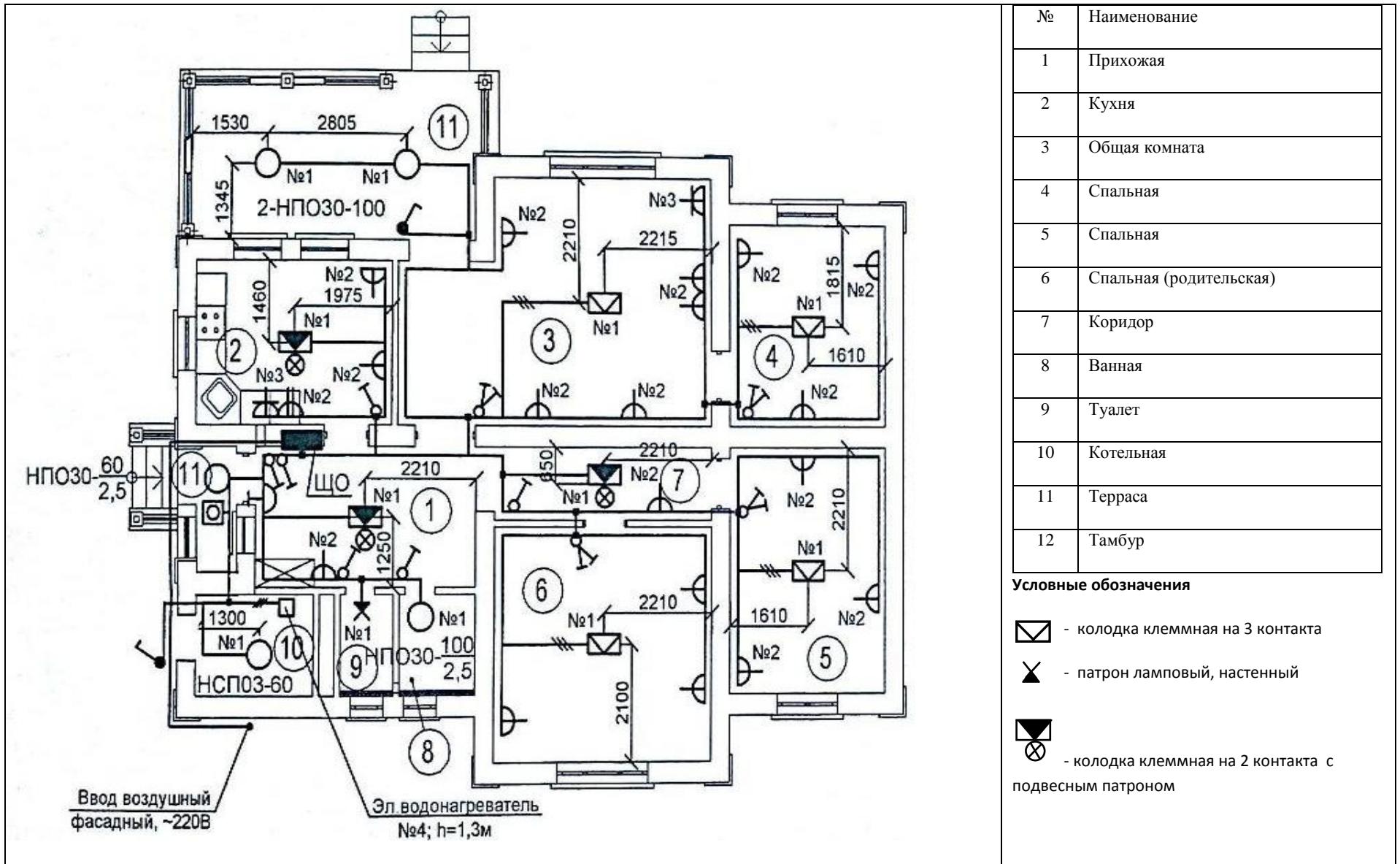


Рис. 2.7. План электроосвещения жилого дома по проекту

Суммарная мощность установленного электрического оборудования и системы освещения составляет 7,7 кВт ($7,375 + 0,325$), что выше проектного значения (6,2 кВт) на 1,5 кВт.

Баланс электропотребление

Расчетное годовое потребление электроэнергии жилого дома определяется по выражению:

$$W = W_{co} + \sum W_{eo} \quad (2.1)$$

где, W_{co} - годовой расход электроэнергии системой освещения, кВт*ч.

W_{eo} - годовой расход электроэнергии электрооборудованием, кВт*ч.

Расчетное годовое потребление системой освещения и электрооборудования определяется по следующей формуле:

$$W_{co} = n \cdot P \cdot t \cdot N_y = W_{cym} \cdot N_y \quad (2.2)$$

n - количество ламп;

P - установленная мощность ламп;

t – предполагаемая длительность работы в течение суток (среднее);

N_y – количество дней в году, 365 дней.

По таблице 2.3 среднее суточное потребление электроэнергии системой освещения жилого дома составляет $W_{cym} = 1,05$ кВт*час.

$$W_{co} = 1,05 \text{ кВт*ч.} * 365 \text{ дней} = 383,25 \text{ кВт*ч.}$$

Расчетное годовое потребление электрооборудования жилого дома определяется аналогично формулы для системы освещения с учетом

количества, длительность работы и установленной мощности отдельно взятого электрооборудования.

Результаты расчета годового потребления электроэнергии жилого дома сведены в таблицу 2.4. На рисунке 2.8 представлен годовой баланс электропотребления жилого дома.

Таблица 2.4. Расчетное годовое потребление электроэнергии жилого дома

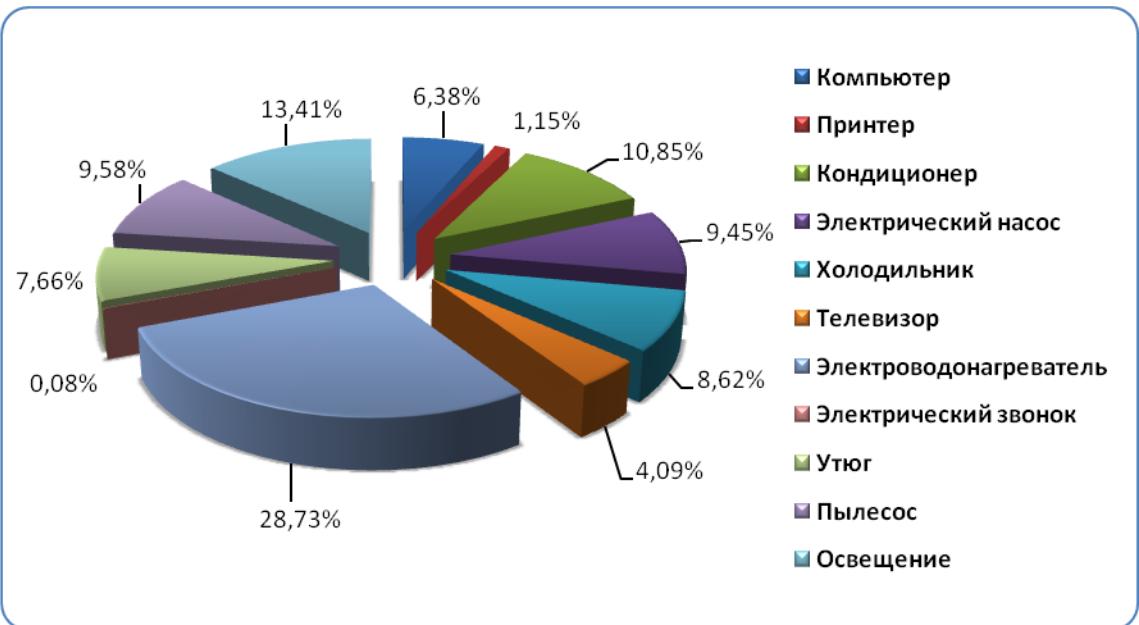


Рис. 2.8. Расчетный годовой баланс электроэнергии

4. Разработка энергосберегающих мероприятий для повышения энергоэффективности здания жилого дома

В данной главе представлена методика для выполнения технико-экономической оценки энергосберегающих мероприятий. Для правильного выбора теплоизоляционного материала также приводится методика выбора теплоизоляционных материалов по условиям экономической целесообразности. На основе данных методик проведены расчеты и выполнен отбор теплоизоляционных материалов на ограждающие конструкции здания жилого дома с учетом обеспечения условий по второму и третьему уровню теплозащиты.

По каждому из энергосберегающих мероприятий приводятся краткое описание и технико-экономические расчеты.

Рассматриваются следующие энергосберегающие мероприятия:

Проект № 1. Утепление ограждающих конструкций жилого дома

Проект № 2. Утепление оконных проемов

Проект № 3. Установка радиаторных терморегуляторов

Проект №4. Установка теплоотражателей за радиаторами

Проект №5. Утепление трубопровода в котельной

Проект №6. Замена электрического водогрейного котла на солнечный коллектор

Проект №7. Внедрение организационных мероприятий по экономии энергоресурсов

4.1. Методика технико-экономической оценки энергосберегающих мероприятий и проектов

В процессе технико-экономической оценки определяются следующие:

- 1) инвестиции (капитальные затраты), сум;

2) годовое сбережение от внедрения мероприятий, сум/год;

3) срок окупаемости мероприятия, лет;

4) прибыльность мероприятия.

Инвестиции (I_o) включают все затраты, связанные с общими вложениями на внедрение энергосберегающего мероприятия или проекта. Они включают следующие статьи затрат:

1) проект;

2) стоимость оборудования;

3) стоимость материалов;

4) монтаж и наладка;

5) другие затраты;

Годовое чистое сбережение (B) - чистые ежегодные сбережения, получаемые после внедрения энергосберегающего мероприятия или проекта.

$$B = \Delta Q \times c_e, \quad (6.1)$$

где, ΔQ - сбереженная за год энергия (электрическая, тепловая), кВт·ч/год;

c_e - стоимость единицы энергии, сум/кВт·ч.

Для оценки эффективности энергосберегающих мероприятий используется значение **срока окупаемости капитальных вложений**. Данная величина наиболее широко используется для оценки энергосберегающих мероприятий на стадии составления технико-экономического обоснования.

Значение срока окупаемости капитальных вложений определяется как:

$$PB = I/B \quad (6.2)$$

где, I – капитальные вложения в реализацию данного мероприятия, сум;

B – годовая экономия топливно-энергетических ресурсов, получаемая от реализации данного мероприятия (в денежном выражении), сум.

Энергосберегающие мероприятия, имеющие одинаковый срок окупаемости дают разную прибыль при их внедрении, поэтому для распределения мероприятий по прибыльности необходимо определить коэффициент чистой существующей прибыли.

Чистая существующая прибыль определяется по формуле:

$$NPV = B \cdot I / (1 - (1 + E)^{-n_t}) / E - I \geq 0 \quad (6.3)$$

где E - норма дисконта, выбираемая заказчиком;

n_t - экономический срок службы мероприятия.

Коэффициент чистой существующей прибыли ($NPVQ$) – отношение чистой существующей прибыли (NPV) к общим инвестициям (I):

$$NPVQ = NPV / I, \quad (6.4)$$

Наибольшее значение $NPVQ$ указывает на наиболее прибыльное мероприятие.

После расчета $NPVQ$ все мероприятия по энергосбережению ранжируются по прибыльности.

4.2. Классификация энергосберегающих мероприятий

На основе результатов энергетического обследования экспериментального поселка Зоминского района Жиззакской области разработан ряд рекомендаций по повышению его энергоэффективности, проведена технико-экономическая оценка предлагаемых к внедрению энергосберегающих мероприятий, а также их классификация по сроку окупаемости.

Представленные сроки окупаемости энергосберегающих мероприятий является ориентировочными⁽²⁾.

Необходимо учесть, что утепление ограждающих конструкций до нормативных показателей, соответствующих второму и третьему уровней теплозащиты, в большинстве случаях не будет иметь экономического эффекта, так как чистая существующая прибыль будет отрицательной.

Однако следует отметить, что ограждающие конструкции здания жилого дома не соответствуют нормируемым показателям согласно пункту 2.1 КМК 2.01.04 – 97* и пункту 1.1 КМК 2.01.18 – 2000*. В частности, значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, чердачного перекрытия, перекрытия над подпольем и окон не соответствуют нормативных показателям. Поэтому данные мероприятия необходимо внедрить с целью обеспечения соответствия нормативным показателям.

В результате проведенных расчетов, было определено, что при утеплении ограждающих конструкций до нормативных показателей, соответствующих второму уровню теплозащиты, срок окупаемости мероприятий значительно ниже, чем при утеплении соответствующих третьему уровню теплозащиты (таблицы 6.1 и 6.2).

Учитывая данное при описании будут представлены мероприятия обеспечивающие второй уровень теплозащиты.

Долгосрочные высокозатратные мероприятия, требующие значительных капитальных затрат со сроком окупаемости более 5 лет:

- Утепление чердачного перекрытия матами из стеклянного штапельного волокна URSA Glasswool M-15 (второй уровень теплозащиты) - 9,7 года
- Установка радиаторных терmostатов – 9,4 лет

- Утепление перекрытия над подпольем матами из стеклянного штапельного волокна URSA Glasswool M-11 (второй уровень теплозащиты) - 7,4 года
- Утепление наружных стен пенополистирольными плитами ПСБ-С-25Ф (второй уровень теплозащиты) - 7,2 года
- Замена электрического водогрейного котла на солнечный коллектор 7,2 года

Для обеспечения соответствия нормативным показателям сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, в частности, чердачного перекрытия и перекрытия над подпольем, на основе проведенных технико-экономических расчетов рекомендуется произвести утепление ограждающих конструкций матами URSA Glasswool M-15 и URSA Glasswool M-11 соответственно.

Так при внедрении мероприятия по утеплению чердачного перекрытия матами URSA Glasswool M-15 до нормативных показателей, соответствующих второму уровню теплозащиты, со сроком окупаемости мероприятия 9,7 года, годовая экономия тепловой энергии составит 4413 кВт•ч, что в денежном выражении – 68402 сум.

В целях увеличения теплоотдачи отопительного оборудования необходимо рекомендуется установить радиаторные терmostаты. При внедрении мероприятия по установке радиаторных терmostатов, со сроком окупаемости мероприятия 9,4 лет, годовая экономия тепловой энергии составит 6887 кВт•ч, что в денежном выражении – 106745 сум.

Внедрение мероприятия по утеплению перекрытия над подпольем матами URSA Glasswool M-11 до нормативных показателей, соответствующих второму уровню теплозащиты, со сроком окупаемости мероприятия 7,4 года, приведет к годовому снижению тепловой энергии на 2274 кВт•ч, что в денежном выражении составит 35247 сум.

При утеплении наружных стен теплоизоляционным материалом пенополистирольными плитами ПСБ-С-25Ф, со сроком окупаемости мероприятия 7,2 лет, до нормативных показателей, соответствующих второму уровню теплозащиты, годовая экономия тепловой энергии составит 8934 кВт•ч, а денежном выражении – 138477 сум.

Мероприятие по замене электрического водогрейного котла на солнечный коллектор со сроком окупаемости 7,2 года приведет к годовой экономии электрической энергии в размере 2117 кВт•ч, что в денежном выражении – 221015 сум.

Среднезатратные мероприятия со сроком окупаемости от 2-х до 5 лет:

- Установка теплоотражателей за радиаторами (3,7 года)

Внедрение мероприятия по установке теплоотражателей, со сроком окупаемости мероприятия 3,7 года, приведет к годовому снижению тепловой энергии на 689 кВт•ч, что в денежном выражении составит 10675 сум.

Первоочередные малозатратные мероприятия со сроком окупаемости до 1 - 2 лет, и беззатратные:

- Утепление оконных проемов жилого дома – 1,2 года
- Утепление трубопровода в котельной – 0,3 года
- Внедрение организационных мероприятий по экономии ТЭР (беззатратное мероприятие).

Внедрение мероприятия по утеплению окна ПВХ энергосберегающей оконной пленки со сроком окупаемости 1,2 года годовая экономия тепловой энергии составит 1835 кВт•ч, что в денежном выражении составит 28442 сум.

При реализации мероприятия по утеплению трубопровода в котельной со сроком окупаемости 0,3 года годовое сбережение тепловой энергии составит 2326 кВт•ч, что в денежном выражении составит 36053 сум.

При реализации всех мероприятий по утеплению ограждающих конструкций, соответствующих второму уровню теплозащиты, и других

мероприятий по сбережению тепловой энергии с общим сроком окупаемости 7,1 года, годовая экономия тепловой энергии составит 27358 кВт•ч, что в денежном выражении составит 424041 сум.

Мероприятие по замене электрического водогрейного котла на солнечный коллектор со сроком окупаемости 7,2 года приведет к годовой экономии электроэнергии 2117 кВт•ч, что в денежном выражении составит 221015 сум.

Заключение

По результатам выполненного обследования одноэтажного 4-х комнатного жилого дома для сельского строительства, можно сделать следующие основные выводы:

1) Ограждающие конструкции 4-комнатного жилого дома по многим показателям не соответствуют нормируемым показателям согласно пункту 2.1 КМК 2.01.04 – 97* и пункту 1.1 КМК 2.01.18 – 2000*, в частности, значения приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен, чердачного перекрытия, перекрытия над подпольем и значение удельного расхода теплоты на отопление и инфильтрацию здания не соответствуют нормативных показателям.

2) При текущих значениях приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций расчетное значение расхода теплоты на отопление и инфильтрацию здания в год составит $Q_h^y = 34434,25$ кВт•ч. Расчетное значение расхода электроэнергии составит $W = 2858,3$ кВт•ч. При этом значение выбросов CO₂ составляет: от расхода теплоты $M_{CO2} = 9,66$ тонн, и от расхода электроэнергии $M_{CO2} = 1,68$ тонн. Суммарное значение выбросов CO₂ составляет $M_{CO2} = 11,34$ тонн.

3) При обеспечении требований по второму уровню теплозащиты значение расхода теплоты на отопление и инфильтрацию здания в год сократится на 19296,65 кВт•ч, (56 %) относительно текущего состояния и

составит $Q_h^y = 15137,6$ кВт·ч. При этом значение выбросов CO₂ от расхода теплоты составит $M_{CO_2} = 4,24$ тонн, что на 5,41 тонну CO₂ (47,7 %) меньше текущего значения. Суммарное значение выбросов CO₂ с учетом расходов на отопление и потребление электроэнергии составит $M_{CO_2} = 5,93$ тонн.

4) При обеспечении требований по третьему уровню теплозащиты - расчетное значение расхода теплоты на отопление и инфильтрацию здания в год сократится на 22237,45 кВт·ч (65 %) относительно текущего состояния и составит $Q_h^y = 12196,8$ кВт·ч. При этом суммарное значение выбросов CO₂ с учетом расходов на отопление и потребление электроэнергии составит $M_{CO_2} = 5,10$ тонн, что на 6,24 тонн CO₂ (55 %) меньше текущего значения, а также на 0,83 тонн CO₂ меньше относительно состояния обеспечения второго уровня теплозащиты.

5) Результаты расчетов выбросов CO₂ и экономической оценки энергосберегающих мероприятий показали необходимость и достаточность выполнения мероприятий с учетом обеспечения второго уровня теплозащиты.

Таблица 4.1. Предлагаемые мероприятия, затраты на реализацию, срок окупаемости (Второй уровень теплозащиты)

№	Наименование мероприятий	Ожидаемая годовая		Ориентировочные затраты (сум)	Срок окупаемости (лет)	NPVQ
		кВт час	сум			
1	Утепление трубопровода в котельной	2326	36053	11500	0,3	25,7
2	Утепление оконных проемов ТОП	1835	28442	33850	1,2	4,16
3	Установка теплоотражателей за радиаторами	689	10675	39000	3,7	0,68
4	Утепление наружных стен ПСБ-С-25Ф	8934	138477	992268	7,2	0,19
5	Замена электрического водогрейного котла на солнечный коллектор	2117	221015	1600000	7,2	0,18
6	Утепление перекрытия над подпольем матами из стеклянного штапельного волокна URSA Glasswool M-11	2274	35247	258895	7,4	0,16
7	Установка радиаторных термостатов	6887	106745	999024	9,4	-
8	Утепление чердачного перекрытия матами из стеклянного штапельного волокна URSA Glasswool M-15	4413	68402	664781	9,7	-
ВСЕГО:	Отопление	27358	424041	2999318	7,1	-
	ГВС	2117	221015	1600000	7,2	-

Таблица 4.2. Предлагаемые мероприятия, затраты на реализацию, срок окупаемости (Третий уровень теплозащиты)

№	Наименование мероприятий	Ожидаемая годовая		Ориентировочные затраты (сум)	Срок окупаемости (лет)	NPVQ
		кВт час	сум			
1	Утепление трубопровода в котельной	2326	36053	11500	0,3	25,7
2	Утепление оконных проемов ТОП	1835	28442	33850	1,2	4,16
3	Установка теплоотражателей за радиаторами	689	10675	39000	3,7	0,68
4	Замена электрического водогрейного котла на солнечный коллектор	2117	221015	1600000	7,2	0,18
5	Установка радиаторных термостатов	6887	106745	999024	9,4	-
6	Утепление наружных стен ПСБ-С-25Ф	9981	154706	1559278	10,1	-
7	Утепление перекрытия из URSA Glasswool M-11	3159	48965	517790	10,6	-
8	Утепление перекрытия матами из стеклянного штапельного волокна URSA Glasswool M-15	5197	80554	1107969	13,8	-
ВСЕГО:		Отопление	30074	466140	4268411	9,2
		ГВС	2117	221015	1600000	7,2

5. ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СОЛНЕЧНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.

5.1 КОМБИНИРОВАННЫЕ СОЛНЕЧНО – ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНЕПИКОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

4. Разработка энергосберегающих мероприятий для повышения энергоэффективности здания жилого дома

В настоящее время электроснабжение экономики республики обеспечивается в основном крупными электростанциями, имеющими большую установленную мощность энергетического оборудования, работающего в базисном режиме, что при значительной суточной неравномерности электропотребления вызывает необходимость осуществления ряда мероприятий по обеспечению устойчивых режимов электроэнергетической системы. Комплексное использование внепиковой ночной электроэнергии и солнечной энергии – является одним из наиболее перспективных направлений.

С целью круглогодичного и круглосуточного использования установленного оборудования и увеличения объема экономии топливно-энергетических ресурсов, в Украине [6] разработаны и реализуются системы солнечно-электрического теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий, дополняющие существующие электрокотельные солнечными водонагревателями, трубопроводами, теплообменной аппаратурой и запорно-регулирующей аппаратурой,

что позволяет в межотопительный период получать горячую воду для технологических и коммунально-бытовых нужд, используя солнечную энергию в сочетании с внепиковой электроэнергией.

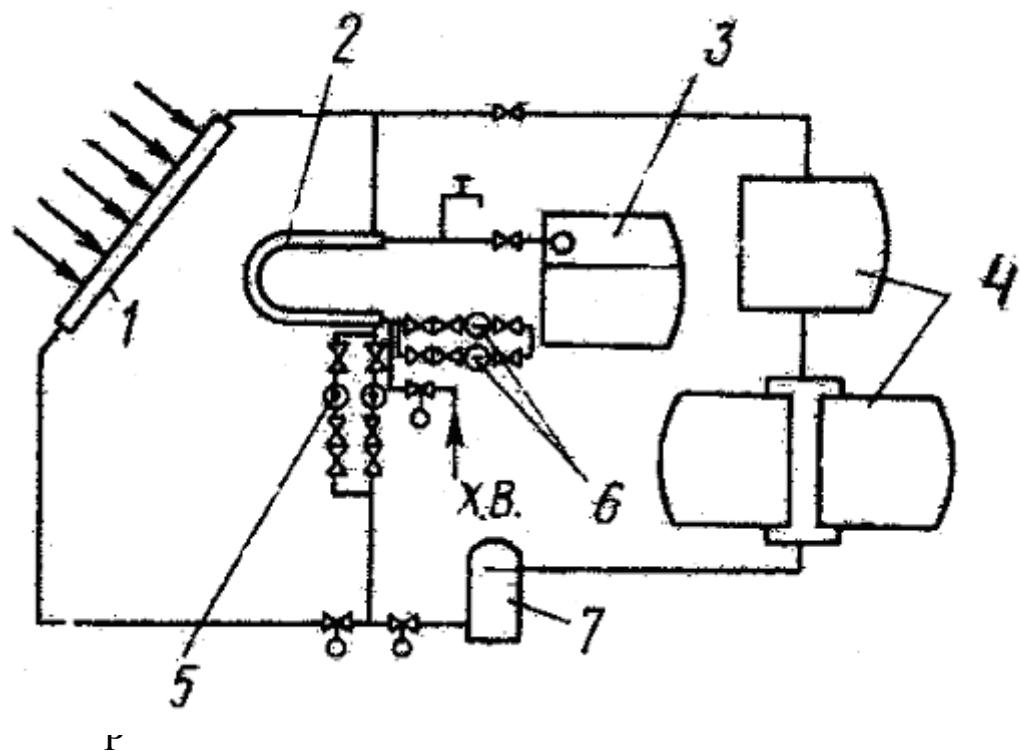


Рис. 4.1. Солнечно-электрическая котельная:

1 – солнечный коллектор, 2 – теплообменник, 3 – бак-аккумулятор горячей воды, 4 – баки-накопители контура дублёра, 5 – циркуляционные насосы, 6 – сетевые насосы подачи к потребителю;

Принципиальная схема системы включения три контура:

- Замкнутый солнечный гелиоконтур, состоящий из солнечных коллекторов, теплообменника, насоса, запорно-регулирующей арматуры;

- Разомкнутый контур горячего водоснабжения, состоящий из теплообменника, насоса, бака-аккумулятора горячей воды, запорно-регулирующей арматуры и регулятора температуры;
- Замкнутый контур дублера, включающий электрокотлы, баки накопители, запорно-регулирующую арматуру.

Насос, который прокачивает теплоноситель в контуре дублера, благодаря чередованию работы солнечного гелиоконтура и контура дублера является общим для двух контуров.

В селе Крапивна Золотонушского района Черкасской области была реализована и эксплуатируется солнечно - электрическая котельная, предназначенная для горячего водоснабжения откормочного комплекса. Она состоит из существующей электрокотельной и вновь сооруженной солнечной приставки, которая служит для предварительного нагрева воды (рис 2.1). В дневное время теплоноситель циркулирует по контуру: солнечные коллекторы – теплообменник – насос. Одновременно в контуре потребления происходит наполнение бака водопроводной водой, нагретой в теплообменнике. В ночное время теплоноситель нагревается в контуре дублера: электрокотел, использующий ночную внепиковую электроэнергию, - баки контура накопления – насос. В период разбора воды теплоноситель циркулирует по контуру: бак – аккумулятор контура накопления – теплообменник – насос. Горячая вода из бака контура потребления насосом подается через теплообменник, где нагревается до требуемых потребителю параметров. Защита от замерзания –

опорожнение. КПД гелиосистемы -0,45. Солнечные коллекторы общей площадью 225 м^2 установлены на уровне земли под углом 40^0 к горизонту и ориентированы на юг.

Полная автоматизация управления режимами работы комбинированной системы солнечно-электрического теплоснабжения, а также автоматизация всех ее узлов и оборудования позволяет значительно повысить эффективность системы, улучшить ее экономические показатели. Проведенные натурные исследования комбинированных систем солнечно-электрического теплоснабжения и опыта эксплуатации таких систем, анализ проведенных разработок, использование серийного оборудования, а также дифференциация тарифов на электроэнергию, включая ее удешевление во время провалов в графиках электрических нагрузок. Свидетельствует, что применение таких комбинированных систем весьма перспективно для технологических нужд народного хозяйства на различных объектах..

5.2 ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМАМИ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДУБЛЁРОМ

Задачи автоматического управления [8] для ССТ в общем виде могут быть сформулированы следующим образом:

- a) независимо от режима радиационных теплопоступлений должны поддерживаться требуемые значения регулируемых параметров

(температуры воды в системе горячего водоснабжения) на объекте теплопотребления;

в) энергетические потери при преобразовании солнечной энергии в тепловую, при транспорте и хранении произведенного тепла должны быть минимальными;

с) работу гелиосистем необходимо организовать таким образом, чтобы затраты топливно-энергетических ресурсов при производстве теплоты дублирующим источником, а также ущерб от загрязнения окружающей среды были сведены к минимуму;

д) должна быть обеспечена защита солнечных коллекторов, а также других элементов гелиосистем от замерзания, перегрева и механических повреждений.

Решение первой задачи можно представить как

$$\min \sum_{i=1}^N |\Delta t_i|^2 \quad (2.1)$$

при условии, что

$$\Delta t_i \leq \Delta t_{\text{norm}} \quad (2.2)$$

где τ - момент времени; T — изучаемый временной промежуток работы системы (год, отопительный сезон, месяц, сутки и т.п.); N — число измерений, проведенных за период времени T ; Δt_i — отклонение значения регулируемой температуры в момент времени τ_i от заданного значения;

$\Delta t_{\text{нор,м}}$ -нормированное (максимально допустимое) отклонение регулируемой температуры от заданного значения.

Минимизация тепловых потерь в системе солнечного теплоснабжения имеет место при условии

$$\min \int_0^T [Q_{n,\text{солн}} + Q_{n,mp} + Q_{n,a} + Q_{n,np}] d\tau \quad (2.3)$$

где $Q_{n,\text{солн}}$ — потери энергии при улавливании солнечной радиации, ее преобразовании в тепловую и переносе (рассеивании) произведенной тепловой энергии из солнечного коллектора в окружающую среду;

$Q_{n,mp}$ — потери полученной энергии при транспортировании в гелиосистеме;

$Q_{n,a}$ — потери тепловой энергии в аккумуляторе;

$Q_{n,np}$ — потери тепловой энергии в прочих элементах системы солнечного теплоснабжения.

Минимизация затрат топливно-энергетических ресурсов будет обеспечена при

$$\max \frac{\int_0^T Q_{\text{солн}} d\tau}{Q_{\text{общ}}} \quad (2.4)$$

где $Q_{\text{солн}} \mathbf{\Phi}$ — количество энергии, вырабатываемое в солнечном коллекторе в момент времени τ ; $Q_{\text{общ}} \mathbf{\Phi}$ — суммарное количество энергии, вырабатываемое всеми видами теплоисточников.

При этом должны выполняться также экономические условия

$$\min \int_0^T Z_y \mathbf{\Phi} d\tau \quad (2.5)$$

$$\int_0^T Z_{\text{солн}} \mathbf{\Phi} d\tau \leq \int_0^T Z_a \mathbf{\Phi} d\tau \quad (2.6)$$

где $Z_y \mathbf{\Phi}$ — стоимостная характеристика экологического ущерба от работы комбинированной системы, $Z_{\text{солн}} \mathbf{\Phi}$ — затраты на эксплуатацию системы, использующей солнечную энергию; и $Z_a \mathbf{\Phi}$ — затрат на эксплуатацию альтернативного источника тепла при условии выработки одного и того же количества энергии за одинаковый период времени.

Задача поддержания требуемых параметров решается управлением потокораспределения через гелиоприемники и тепловые аккумуляторы, а также изменением включенной мощности дублирующего источника.

Минимизация затрат при производстве в солнечном коллекторе, транспортировании и хранении тепловой энергии, достигается прекращением циркуляции теплоносителя в периоды отсутствия солнечного облучения, изменением ориентации солнечного коллектора в пространстве, обеспечивающим максимальный коэффициент эффективности коллектора

при поглощении солнечных лучей и сокращение потерь при отсутствии облучения.

Минимизация затрат топливно-энергетических ресурсов при работе комбинированных систем обеспечивается за счет покрытия гелиоустановками базовой части годового (суточного) графика нагрузки и работы дублирующего источника в пиковом режиме, а также путем сезонного аккумулирования тепла. Защиту оборудования гелиосистем осуществляют с помощью специальных автоматических устройств.

Многообразие типов ССТ предопределяет необходимость разработки и применения большого числа вариантов методов и схем их автоматизации.

При выборе вариантов учитываются следующие классификационные признаки систем:

- а) виды тепловой нагрузки — сезонное горячее водоснабжение, круглогодичное горячее водоснабжение, технологическая нагрузка, теплоснабжение;
- в) типы систем — автономные (без дублирующего источника тепловой энергии, с пиковым котлом на органическом топливе, с электрокотлом); централизованные (гелиоструктуры, связанные с системой теплоснабжения от ТЭЦ, тоже от районной котельной);
- с) виды теплоносителя и количество контуров циркуляции — водяные одноконтурные системы, жидкостные двухконтурные и многоконтурные системы;

- d) способы циркуляции теплоносителя — термосифонные (с естественной циркуляцией), с принудительной циркуляцией;
- e) типы солнечных коллекторов — плоские солнечные коллекторы, фокусирующие солнечные коллекторы без механизма сложения, тоже с механизмом сложения, баки — солнечные водонагреватели, струйные солнечные коллекторы;
- i) виды аккумулирования — суточное, сезонное (в баках аккумуляторах).

Свойства технологического процесса в ССТ характеризуются такими физическими величинами, как давление, уровень, расход и температура теплоносителя. Параметры делятся на качественные (уровень или объем жидкости для гидравлической емкости, ее давление, температура и т.д.) и количественные (приток теплоносителя в резервуар, расход теплоносителя). Параметры находятся в тесной функциональной связи и, изменяя один из них, можно управлять изменением второго. В задачу управления технологическим процессом системы ССТ входит управление всеми простыми единичными цепями этого процесса и связывание их между собой.

Многообразные динамические воздействия на процессы, протекающие в автоматизируемых объектах систем ССТ, вызываются сравнительно небольшим числом факторов: непрерывных и дискретных. К первым относятся изменения давления, расхода, уровня, количества теплоты и т.д.; ко вторым — состояние исполнительных механизмов и оборудования.

Основные общие особенности систем ССТ заключаются в следующем:

- зависимость режима работы системы от постоянно изменяющихся технологических и климатических параметров, а именно: от интенсивности солнечной радиации, изменения угла наклона солнцестояния по отношению к солнечному коллектору, метеоусловий;
- зависимость режима работы системы от изменяющейся в течение суток тепловой нагрузки потребителей (горячее водоснабжение, отопление);
- необходимость обеспечения наиболее экономичных процессов сбора, накопления и распределения солнечной энергии;
- необходимость обеспечения наиболее эффективного регулирования отбора теплоты системой ССТ от дублирующего источника (электроподогрев).

Приведенные особенности работы ССТ показывают, что для оптимального управления недостаточно наличия квалифицированного обслуживающего персонала, а необходимо использование современных средств автоматического контроля и управления, обеспечивающих выбором и установлением режимов работ наилучшие технико-экономические показатели в данных условиях.

5.3 ОПЫТ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ВЫПУСКАЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЕМ «QURILISHGELIOSERVIS» LTD.

“QURILISHGELIOSERVIS” Ltd производит двухконтурные солнечно-электрические системы горячего водоснабжения, которые при увеличенной площади теплоприемников могут использоваться для нужд отопления удаленных от централизованного теплоснабжения объектов. Системы имеют в качестве теплоносителя незамерзающую жидкость и специальную теплозащиту бака-аккумулятора и теплоприемников, что позволяет использовать систему круглогодично. Дублирующие системы нагрева предусмотрены на случай продолжительного отсутствия солнца в ненастную погоду, а в системах отопления – для поддержания температур в ночное время и при низких температурах наружного воздуха.

Рассмотрим в качестве примера солнечно-электрическую систему теплоснабжения [10], выполненную для школы на 9 классов ст. Бузабай.

Система состоит из двух автономных систем – 1-я система отопления классов и пр. помещений с 47 радиаторами и 2-я система отопления коридоров и спортивного зала, состоящая из 36 радиаторов и 5 регистров. Обе системы выполняются в виде однотрубных систем с принудительной циркуляцией горячей воды, нагреваемой солнечной энергией. При необходимости производится подогрев воды в баках-накопителях по задаваемой температурой, а также линейными дрогревателями,

расположенными по трассе систем отопления перед радиаторами и регистрами.

Оба бака-накопителя снабжены электрическими теплоэлектро-нагревателями мощностью по 24 кВт. в каждом баке, дополнительно в 1 системе устанавливаются 16 линейных догревателей с 4 температурными датчиками; во 2 системе соответственно 24 догревателя и 6 датчиков.

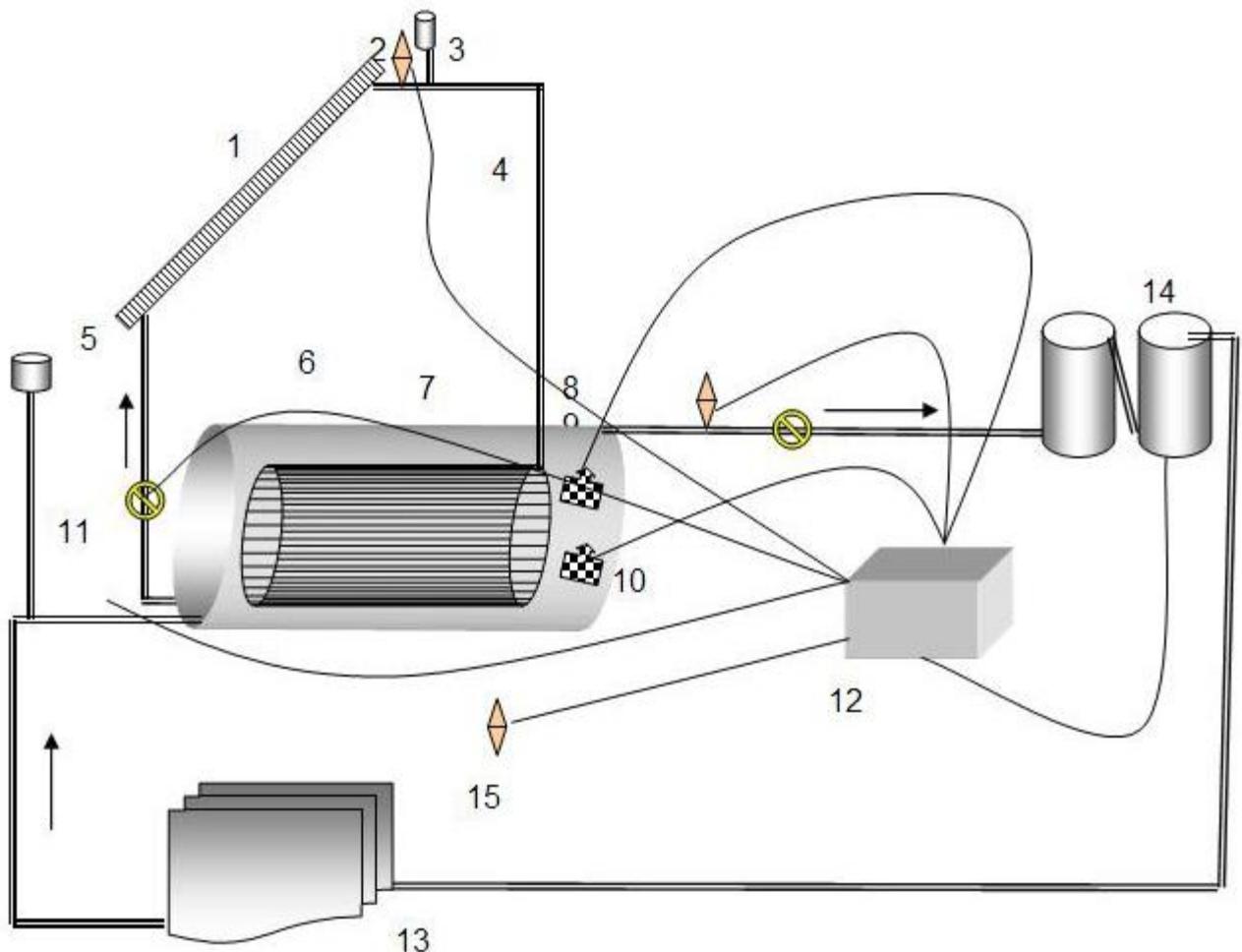


Рис. 5.2. Принципиальная схема солнечно-электрической системы отопления:

1. Солнечный коллектор-теплоприемник
2. Температурный датчик 1 контура
3. Расширительный бачок 1 контура
4. Циркуляционный насос 1 контура, включающийся при наличии положительной разности температур датчиков 2 и 11.
5. Расширительный бак системы отопления
6. Бак-аккумулятор системы отопления
7. Теплообменник 1 контура
8. Температурный датчик, управляющий работой электрического дубля отопления по задаваемым параметрам
9. Циркуляционный насос системы отопления
10. Электрический дубль системы отопления
11. Температурный датчик конца линии отопления
12. Комплексный автоматизированный пульт управления
13. Группа радиаторов системы отопления
14. Электрические котлы КЕА-250, включаемые многоступенчато по

устанавливаемым показателям температурного датчика

15. Температурный датчик системы отопления

Предлагаемая система (рис. 4.2) солнечно-электрического отопления предполагает возможность различного по времени включения в работу систем отопления классов и коридоров. Кроме того, возможность поэтапного включения электрических дублей и линейных догревателей с различными вариантами задаваемых температур позволяет получить систему отопления с гибкой системой автоматизированного управления температурами в различных помещениях, что позволяет значительно снизить энергопотребление школы. В данном варианте система предусматривает восемь основных режимов работы отопительных приборов, не считая возможности поступенчатой регулировки температур с помощью температурных датчиков.

Каждая система включает в себя три комплекса основных частей.

1. Два 1-х контура систем, состоящих из:

- 20 коллекторов, установленных на кровле спортивного зала;
- двух теплообменников, вмонтированных в два бака-накопителя;
- 2-х циркуляционных насосов WILO;
- водомеров;
- запорно-регулирующей арматуры;
- термометров;

- соединительных трубопроводов, имеющих теплоизоляцию.

2. Два 2-х контура систем отопления, состоящих из:

- двух баков-накопителей емкостью 2,0 м³ с теплоэлектронагревателями, датчиками температуры и уровня воды, установленных в тепловом узле;
- регистров и радиаторов, установленных вдоль стен помещений и оборудованных устройствами для выпуска воздуха;
- линейных догревателей, установленных по трассе системы отопления;
- датчиков температуры, установленных по трассе и соединенных с пультом управления;
- циркуляционных насосов WILO либо «PELRILLO»;
- расширительных баков;
- водомеров;
- запорно-регулирующей арматуры;
- термометров;
- силовых кабелей и сигнальной проводки;
- предохранительных клапанов;
- трубопроводов.

3. Автоматизированные пульты управления, задающие режимы и контролирующие работу систем отопления.

Работа 1-х контуров. Теплоноситель, нагретый в теплоприемниках-коллекторах солнечной радиацией, по трубопроводам поступает в теплообменник бака-накопителя, отдает тепло воде, находящейся в баке.

Затем циркуляционным насосом теплоноситель возвращается в теплоприемники-коллекторы для последующего нагрева.

Система замкнутая, циркуляция обеспечивается насосом. Оптимальный режим циркуляции обеспечивается при 400 – 500 литрах в час, установка расхода производится регулировкой байпаса, соединяющего выходной и входной патрубки насоса, по показаниям водомера – 7-8 л/минут.

Работа 2-х контуров. Вода в баке-накопителе объемом 2,0 м³ нагревается теплоносителем 1 контура через теплообменник, вмонтированный в бак-накопитель и, при необходимости, двухступенчатым электрическим дублем, расположенным в баке. Температура выходящей из бака воды задается терморегулятором пульта управления.

После заполнения системы водой и полного удаления воздуха из системы через расширительный бак и воздухосбросные пробки на регистрах на пульте управления загорается сигнальная лампа «Уровень в норме». После этого автоматика дает возможность включить циркуляционный насос, электрический дубль в баке и линейные дрогреватели. Степень нагрева воды в системе задается и контролируется регуляторами линейных дрогревателей и регулятором электрического дубля бака-накопителя. Система обеспечивает нагрев радиаторов и регистров до 90°С, что обеспечивает тепловой режим помещений при экстремальных температурах наружного воздуха.

Оптимальный режим циркуляции воды в системе отопления обеспечивается при 900 – 1100 литрах в час, установка расхода производится

регулировкой байпаса, соединяющего выходной и входной патрубки циркуляционного насоса, по показаниям водомера – 15 – 18 литров в минуту.

Работа автоматических пультов управления. Пульты вступают в работу только при условии полного удаления воздуха из системы и загорания сигнальной лампы «Уровень в норме».

При падении уровня воды за счет утечки или протечек циркуляционного насоса автоматика отключает работу всего 2-го контура во избежание закипания воды и повышения давления в системе.

Выбор режима температур в баке-накопителе с теплообменником осуществляется с помощью индикатора, установленного в лицевой части пульта управления.

Выбор режима температуры в регистрах и радиаторах осуществляется с помощью регуляторов температуры линейных дрогревателей, имеющих диапазон 10-90⁰С и установленных внутри пультов управления.

Для экономии электроэнергии, используемой для работы дублирующих систем, периодически определяется температура воздуха в помещениях школы. При превышении ею норматива либо иных установленных параметров, следует произвести регулирование режима установки с помощью регуляторов дублирующих систем - линейных дрогревателей и, при достаточной температуре воздуха, теплоэлектронагревателей бака-накопителя, переведя работу системы отопления только на тепло от гелиоприемников. При понижении температуры воздуха при работе системы

отопления только от гелиоприемников производится включение электрических дублей в обратной последовательности.

Для получения горячей воды при работе системы в режиме отопления, используется малый теплообменник-спираль, установленный в баке-накопителе. Теплообменник имеет вход и выход, выполненные из труб $D= \frac{1}{2}''$ и выведенные наружу в торце бака-накопителя. При этом система отвода горячей воды должна быть теплоизолирована.

Для летнего использования системы в режиме только горячего водоснабжения следует отключить бак-накопитель с теплообменником от системы отопления с помощью вентилей, установленных на входе и выходе из бака-накопителя, закрыть вентиль расширительного бака, подсоединить трубопровод подачи холодной воды в теплообменник горячего водоснабжения, подсоединить систему расхода горячей воды к установленному теплообменнику горячего водоснабжения.

5.4. РАСЧЕТ ТРЕБУЕМОЙ ПЛОЩАДИ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ.

Предпроектная оценка параметров основывается на метеорологических данных с учетом районирования территории Узбекистана, приведенного в главе 1. Эти данные учитывают приход суммарной солнечной радиации, температуру наружного воздуха, условия облачности районов и имеют достаточную точность для практических целей.

Данные обработаны с помощью компьютерной программы “F-Chart” (Прил.2). Замещение требуемой нагрузки горячего водоснабжения солнечной частью определяется этой программой в пределах от 50 до 60% для относительно небольших систем (индивидуальные дома с проживанием семьи из 3-4 человек), и по меньшей мере 40% для крупных систем (пансионатов).

Для домашнего горячего водоснабжения рассчитаны следующие графики (рис.3.6 и 3.7) зависимости площади солнечных коллекторов от требуемого потребления горячей воды и её замещения солнечной частью для районов со сходными климатическими условиями по территории республики. Приведены параметры солнечных систем горячего водоснабжения применительно к условиям Ташкента.

Рекомендуемые значения удельных величин для определения требуемой площади солнечных коллекторов приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Назначение объект	Площадь коллектора	Замещение 60%		Замещение от 40 до 50%	
		Плос- кие СК	Вакууми- рованные трубки	Плоские СК	Вакууми- рованные трубки
Горячее водоснабжение					
Дом на одну- две семьи	м ² /чел	1,5	0,8	1,0	0,6
Крупные объекты	м ² /чел	1,1	0,6	0,8	0,4

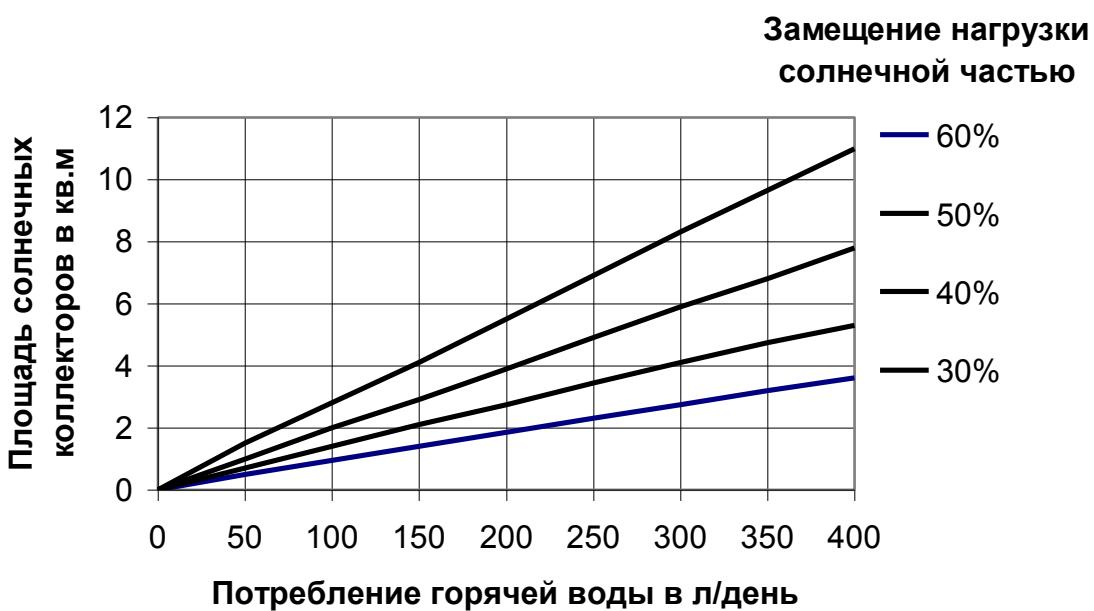


Рис.4.6 Параметры солнечной системы горячего водоснабжения при

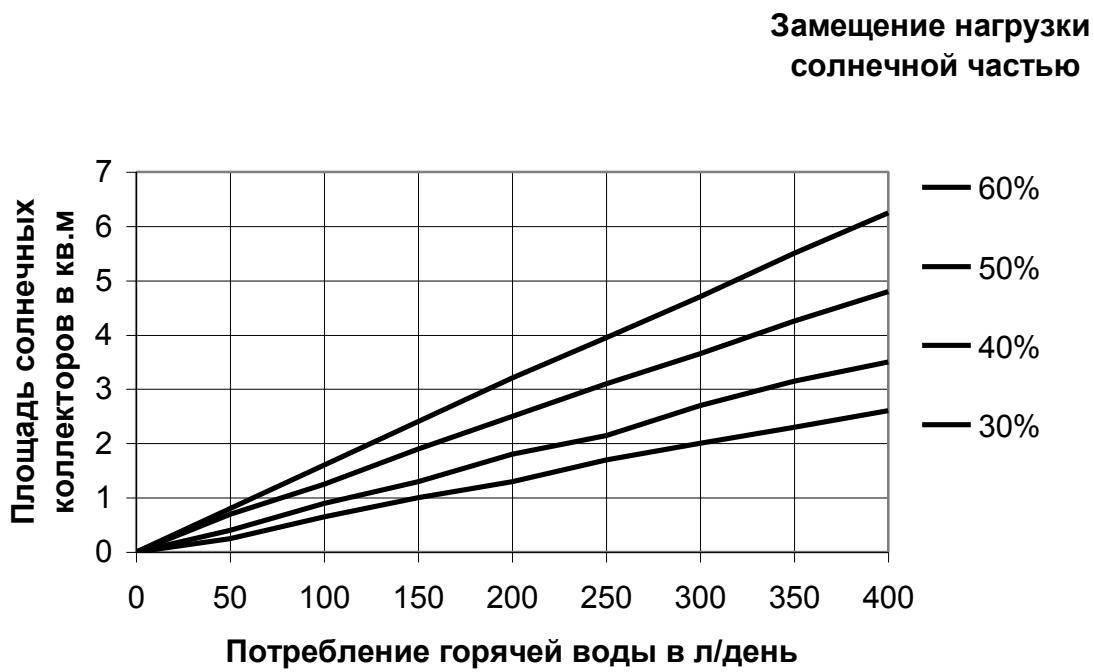


Рис. 5.7 Параметры солнечной системы горячего водоснабжения при использовании солнечных коллекторов с вакуумированными

В зависимости от требуемой площади гелиополя по стандартным размерам коллектора $S_{станд}^1$ подбирается необходимое число солнечных коллекторов.

$$z = \frac{S_{потреб}}{S_{станд}^1}$$

В таблице 5.2 приведены удельные потребления горячей воды для использования при расчетах объема бака-аккумулятора.

Таблица 5.2

Уровень потребления ГВС на различных объектах	Потребность в горячей воде $t = 45^0\text{C}$ $V_{ГВС}$, литры/ чел·сут.
В индивидуальных домах	
Высокие потребности	60÷120
Средние потребности	30÷60
Основные потребности	15÷30
На крупных объектах	
С ваннами при всех жилых комнатах	200
С душами при всех жилых комнатах	150

Минимальный объем бака аккумулятора проектируемый для покрытия однодневных потребностей определяется по формуле:

$$V_{BA} = \frac{V_{TBC} \cdot N \cdot (t_{\text{ee}} - t_{x6})}{t_{BA} - t_{x6}} \quad (3.30)$$

где V_{BA} - минимальный объем бака-аккумулятора;

V_{TBC} - потребление горячей воды, литры/день·человека;

N - число потребителей;

t_{ee} - требуемая температура горячей воды;

t_{x6} - температура подаваемой холодной воды;

t_{BA} - температура в баке аккумуляторе (от 50 до 60°C).

Значения удельных объемов бака-аккумулятора применительно к площади коллектора приведены в табл.5.3

Таблица 5.3

Назначение	Площадь коллектора	Замещение 60%	
		Плоский СК с алюминиевой панелью	Вакуумированные трубки
Бак-аккумулятор	литры/м ²	30	70

горячего водоснабжения	площади коллектора		
Промежуточный бак нагрева воды	литры/м ² площади коллектора	30	70

При расчете рассматривались солнечная система горячего водоснабжения для индивидуального дома, где проживает семья из 4-х человек.

- количество людей $N = 4$, среднее потребление воды;
- температура горячей воды $t_{\text{га}} = 45^{\circ}\text{C}$;
- температура холодной воды $t_{\text{хв}} = 10^{\circ}\text{C}$;
- требуемое годовое замещение воды 60%.

В пасмурные дни использует дублирующий бак с нагревателем.

Типы коллектора:

- а) плоский солнечный коллектор
- б) вакуумированные трубы.

Суточное потребление горячей воды согласно данным таблицы 3.2

$$V_{IBC} = 50 \times 4 = 200 \text{ литров в день}$$

Минимальный объем бака-аккумулятора из формулы (3.30)

$$V_{BA} = \frac{50 \cdot 4 \cdot 45 - 10}{50 - 10} = 175 \text{ литров}$$

Общие выводы

1. Произведены энергетический анализ жилых домов экспериментального поселка «Ёшлар» Зоминского района и определены основные задачи по дальнейшему пути энергосбережению.
2. Произведен обзор и анализ существующих солнечно-электрических систем теплоснабжения, комбинированные солнечно-электрические системы теплоснабжения с использованием внепиковой электроэнергии.
3. Переоборудованы старые энергоемкие электротехнические оборудования на современные.
4. Оценена состояния энергетических систем и микроклимата помещений здания жилого дома;
5. Произведен инженерный технико-экономический расчет эффективности солнечно-электрической системы для отопления и горячего водоснабжения поселка.
6. Разработаны мероприятия по жизнебезопасности населения и поселка.

Список использованной литературы

1. И.А.Каримов Мировой финансово – экономический кризис, пути и меры его преодаления в условиях Узбекистана – Ташкент «Узбекистон»2009.
2. И.А.Каримов Развитие сельского хозяйства – источник благосостояние народа – Ташкент: экономика и статистика 1998.
3. СН и П III – М 3 «Отопление и вентиляция»
4. Живописцев Е.Н, Кумин В.Д электротехнология и электроосвещение – Москва, Агропромиздат, 1994.
5. Мартыненко И.И. Проектирование, монтаж, эксплуатация систем автоматики – Москва, Колос, 1991.
6. Мартыненко И.И. Тищенко Д.П. Курсовое и дипломное проектирование по комплексной электрификации и автоматизации. Москва, Колос, 1998.
7. Мартыненко И.И. и д.р. Автоматика и автоматизация производственных процессов – Москва Агропромиздат 1993.
9. В.П. Сакулин. Безопасность труда при эксплуатации сельских электроустановках – Москва Агропромиздат, 1987.
10. У.О.Одамов и др. Методология проведения энергетического обследования в промышленных предприятиях Республики. Международная научно-практическая конференция “Инновация-2013” 17 октября 2013г.
11. Мартыненко И.И. Лысенко И.Ф. Проектирование систем автоматики – Москва, Агропромиздат 1990 – 224 с.
13. Бородин И.Ф, Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления – Москва, Колос, 2006, 352с.
14. Д.Фрайден. Современные датчики. Справочник – Москва: Техносфера, 2006, 590с.

Сайты интерната:

1. WWW. start. boont. ru
2. <http://vova1001.narod.ru//00005753.htm>.

**ПРИЛОЖЕНИЯ И
МАТЕРИАЛЫ ИНТЕРНЕТА**