

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(национальный исследовательский университет)»  
Институт «Архитектурно-строительный»  
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент. Технический

(должность)

— (И.О. Ф.)

— 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Г.А.Пикус (И.О.Ф.)

— 2018 г.

Применение солнечных панелей для улучшения энергоэффективности зданий  
(НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМЫ)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–08.04.01.2018. 158' ПЗ ВКР

Руководитель работы,

К.Т.Н.; доцент (должность)

К.М. Мозгалёв (И.О.Ф.)

— 2018 г.

Автор работы

студент группы АС - 279

Жижакин С.В. (И.О.Ф.)

— 2018 г.

Нормоконтролер,

К.Т.Н.; доцент (должность)

К.М. Мозгалёв (И.О.Ф.)

— 2018 г.

Антиплагиат,

К.Т.Н.; доцент (должность)

К.М. Мозгалёв (И.О.Ф.)

— 2018 г.

Челябинск 2018

### Аннотация

Жижакин С.В. Применение  
солнечных панелей для улучшения  
энергоэффективности зданий. –  
Челябинск: ЮУрГУ,  
АС-279, 84 с., 48 ил., 2 прил.,  
библиогр.список – 21 наим.

В данной научной-исследовательской работе рассмотрена возможность замены облицовочных панелей на солнечные при производстве вентиляционного фасада. Были произведены исследования уровня напряжения в солнечной панели в зависимости расположения к источнику света, изменения площади поверхности при постоянном угле освещения и изменение напряжения в солнечной панели в зависимости от удалённости искусственного источника света.

Произведен экономический расчет замены панелей на солнечные и дальнейшая их эксплуатация. Сделаны выводы экономической и энергетической эффективности.

					ЮУрГУ – 08.04.01.2018.158			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	✓ Применение солнечных панелей для улучшения энергоэффективности зданий	Стадия	Лист	Листов
Зав.кафедр	Пикус Г.А.						2	84
Руководит	Мозгалёв К.М.					<i>ЮУрГУ</i>		
Нормоконт	Мозгалёв К.М.							
Разработал	Жижакин С.В.							

					АС-279.08.04.01.2018	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСА СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	7
1.1 История возникновения.....	7
1.2 Элементы для улучшения работы СБ на солнечном трекере .....	14
1.2.1 Характеристики солнечной панели .....	15
1.2.2 Область применения солнечных панелей.....	18
1.2.3 Преимущества и недостатки использования энергии солнца .....	22
1.2.4 Производство солнечных панелей.....	24
2 РАСЧЕТЫ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ .....	32
2.1 Выявление энергоэффективности солнечных панелей.....	32
2.1.1 Выбор солнечных панелей .....	34
2.2 Исследование солнечных панелей.....	50
2.2.1 Зависимость от расположения солнечной панели .....	50
2.2.2 Зависимость от уровня освещенности солнечной панели .....	52
2.2.3 Зависимость напряжения в солнечной панели от удалённости освещения.....	55
3 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ.....	57
3.1 Выбор проектируемого здания .....	57
3.1.1 Подбор материалов .....	59
3.1.2 Выбор технологии монтажа фасадов .....	61
3.1.3 Расчёт себестоимости монтажа 1 кв.м. ....	65
3.1.4 Параметры солнечной батареи .....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 СМЕТА НА ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ М <sup>2</sup> ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ФАСАДА .....	77
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 СМЕТА НА ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ М <sup>2</sup> ФАСАДА С СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛЬЮ .....	80

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АС-279.08.04.01.2018				

## Аннотация

Дипломный проект выполнен студентом Жижаким С.В. содержит пять частей и вывод по теме, на 76 страницах. В дипломном проекте рассмотрена возможность замены облицовочных панелей на солнечные, при производстве вентиляционного фасада. Были произведены исследования по различным характеристикам расположения солнечных панелей. Произведен экономический расчет замены панелей на солнечные и дальнейшая их эксплуатация. Сделаны вывод экономической и энергетической эффективности. В дипломном проекте 44 рисунка, 9 таблиц и 1 смета.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования**

В связи с введением в законодательство 23 ноября 2009 года ФЗ №-261 меняются требования энергоэффективности зданий, чтобы избежать дополнительных расходов на строительство и эксплуатацию зданий необходимо произвести улучшение и замену некоторых конструкций зданий.

Моя работа будет посвящена как раз такому улучшению и изменению конструктива под современное законодательство. Я буду рассматривать замену облицовочных панелей вентилируемого фасада на солнечные панели. Для работы будет использована новая нормативная документация СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 и СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменениями N 1, 2).

В выпускной квалификационной работе будут рассмотрены различные составляющие проектирования фасадных систем, экономическая и экологическая составляющая работы в целом. Мной проведен ряд испытаний по моделированию расположения солнечных панелей в конструктиве вентиляционного фасада. Рассмотрена пространственная составляющая расположения солнечной панели. Произведен расчет мощности вырабатываемого электричества каждой солнечной панелью в зависимости от ее освещенности, места и положения.

Экономическая составляющая работы является её неотъемлемой частью, которая частично повлияла на выбор того или иного проектного решения.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

Были рассчитаны различные экономические составляющие замены декоративных панелей на вентиляционном фасаде, на солнечные панели.

Так же в работе сделаны выводы и по экологической составляющей. Решения экологических проблем, в частности в строительстве и эксплуатации здания, являются одной из ключевых проблем современного общества. При рассмотрении моего здания, которое я брал за основу, в городе Челябинске, проблема экологии является более чем актуальной.

Все составляющие моей квалификационной работы имеют ссылки на различные нормативные и правовые базы, на законные и подзаконные акты.

Моя работа имеет практическое применение в дальнейшем проектировании и строительстве, различных промышленных и гражданских зданий и сооружений.

**Цель исследования:** доказать, что замена облицовочных панелей вентиляционного фасада на солнечные панели, приведет к улучшению энергоэффективности здания в целом.

**Задачи исследования:**

1. Познакомиться с понятием “альтернативная солнечная энергия” и найти ей применение в строительстве.
2. Провести исследования солнечной панели, такие как зависимость уровня напряжения в солнечной панели в зависимости от угла поворота к источнику света; изменение площади поверхности при постоянном угле освещения и изменение напряжения в солнечной панели в зависимости от удалённости искусственного источника света.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

3. Провести экономический расчёт замены облицовочных панелей вентилируемого фасада на солнечные панели.

4. Сделать выводы по экономической и энергетической эффективности.

**Объект исследования:** Солнечные панели вмонтированные в вентиляционный фасад вместе декоративных панелей

**Модель исследования:** жилое 24-х этажное здание в г. Челябинске с офисными помещениями .

**Теоретическая и практическая значимость работы:** результаты работы показывают, что замена облицовочных модулей вентиляционного фасада на солнечные панели, приводит к улучшению энергоэффективности здания в целом. В дальнейшем солнечные панели будут производить электричество весь срок работы и удешевлять стоимость коммунальных платежей для каждого из жителей данного здания. При установке панелей в трудно доступные населенные пункты будут решены проблемы энергоснабжения и как вариант отопления зданий.

**Методология исследования:** анализ литературных источников и нормативной документации, проведение опытов с солнечными панелями , энергетический расчет, оценка технико-экономической эффективности применения солнечных панелей на фасаде здания.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Первую в мире, работоспособную схему по выработке и передаче электрической энергии с применением лучей света произвёл русский учёный из Москвы Александр Столетов. Он создал прообраз первого в мире фотоэлемента. Француз Огюст Мушо в конце позапрошлого столетия сумел создать систему, при которой сфокусированные и преобразованные солнечные лучи приводили в движение печатную машину.

А американец Чарльз Фриттс в 1883 году сконструировал из селена первый фотоэлемент. Большой вклад в дальнейшее изучение фотоэффекта внес Альберт Эйнштейн, который именно за эту работу в 1921 году получил Нобелевскую премию. [9] Советские ученые под руководством Абрама Иоффе в 30-е годы XX века создали солнечные сернисто-таллиевые элементы, но их КПД также оказался чрезвычайно низок, и развития это направление не получило. Прорыв произошел в 1955 году, когда компания Bell Telephone представила солнечную батарею на основе кремния. Ее КПД составлял уже порядка 6%, в дальнейшем был увеличен до 11%.



Рисунок 2. Концепт солнечной панели в 90х годах.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	АС-279.08.04.01.2018				



Третий искусственный спутник Земли (СССР, 15 мая 1958 г.) с солнечными панелями.

Очередной всплеск интереса к солнечной энергетике пришелся на нефтяной кризис 1973–1974 годов, когда многие страны лихорадочно бросились искать альтернативные источники энергии. Только в США за это время было установлено более 3000 фотоэлектрических систем. Производились солнечные часы и калькуляторы, строились дома, использующие исключительно энергию солнца.

Первая попытка производства солнечной энергии в промышленных масштабах была предпринята в США, где в 1981 году заработала гелиотермальная электростанция в пустыне Мохаве. Ее площадь составляла 83 тысячи квадратных метров, а мощность – 10МВт. Удачный опыт ее использования способствовал дальнейшему развитию солнечной энергетике.

Огромный вклад в развитие отрасли внесла группа советских ученых под руководством Жореса Алферова. В 1970 году она представила первую высокоэффективную солнечную батарею с применением галлия и мышьяка. Воспользовавшись этой идеей, Applied Solar Energy Corporation (ASEC) в 1988 году выпустила батарею с КПД 17%. Большая часть современных батарей, к примеру, имеет коэффициент полезного действия около 20%.[1] Правда, и это уже не предел. В 2011 году компания Boeing наладила выпуск солнечных панелей с КПД 39,2%.

Пионером отечественной солнечной энергетике стала СЭС. Она появилась близ крымского города Щелкино, запущена в эксплуатацию в 1985 году. Работала станция по гелиотермальному принципу, а ее мощность составляла 5 МВт. Планировалось, что СЭС

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

возникновения фотоэффекта свойства. Для возникновения перехода электронов из одного материала в другой необходимо, чтобы один из слоёв имел избыток электронов, а другой – их недостаток. Переход электронов в область с их недостатком называют р-п переходом.

2. Тончайший слой элемента, противостоящего переходу электронов (размещается между этими слоями).

3. Источник электропитания (если его подключить к противостоящему слою, электроны смогут легко преодолевать эту запирающую зону). Так возникнет упорядоченное движение зараженных частиц, именуемое электрическим током.

4. Аккумулятор (накапливает и сохраняет энергию).

5. Контроллер заряда.

6. Инвертор-преобразователь (преобразование получаемого от солнечной панели постоянного электрического тока в переменный ток).

7. Стабилизатор напряжения (предназначен для создания напряжения нужного диапазона в системе солнечной панели).

Фотоны света (солнечный свет), попадающие на поверхность полупроводника при столкновении с его поверхностью передают свою энергию электронам полупроводника. Выбитые вследствие удара из полупроводника электроны преодолевают защитный слой, имея дополнительную энергию. Таким образом, отрицательные электроны покидают р-проводник, переходя в проводник n, положительные – наоборот. Такому переходу способствуют существующие в проводниках на тот момент электрические поля, которые в последствие увеличивают силу и разность зарядов (до 0.5 В в небольшом проводнике).

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

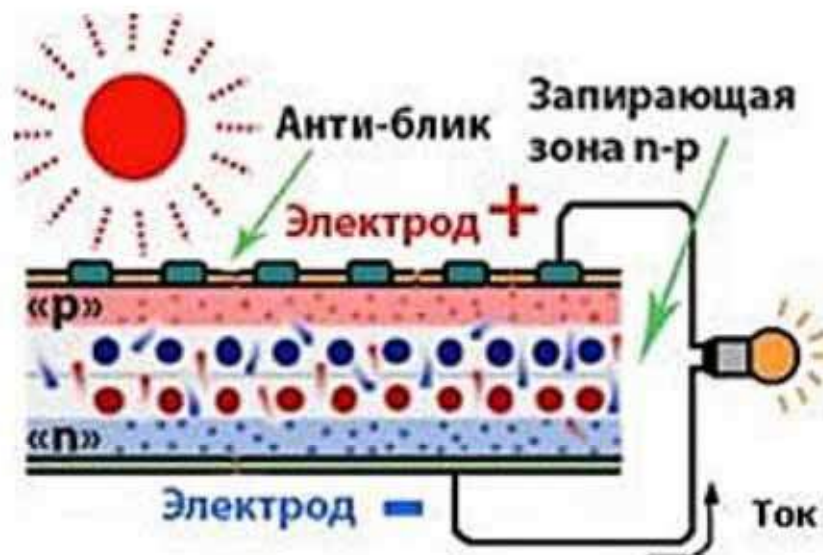


Рисунок 5. Принцип работы.

Намереваясь приобрести солнечную батарею или изготовить её, тщательно просчитайте:

- стоимость такой панели и необходимого оборудования;
- необходимое вам количество электрической энергии;
- количество необходимых вам батарей; число солнечных дней в году в вашем регионе;
- необходимую вам площадь для установки солнечных батарей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

АС-279.08.04.01.2018

Лист

17



### 1.2.1 Характеристики солнечных панелей

В поисках новых источников энергии люди все чаще обращаются к солнечным панелям. Главное преимущество — это стоимость, так как на солнечные панели сегодня стала не такой уж высокой, и она легко окупается за пару лет. При этом панели могут без проблем обеспечить энергией помещение различной площади, в зависимости от мощности. Использование солнечных панелей становится все более актуальным сегодня, когда запасы топлива постепенно заканчиваются. Нефти и газа становится все меньше, соответственно, цена на них растет. А со временем запасов не хватит большинству. [14] Да и электричество дорожает с каждым днем. Тогда как панели позволяют получить необходимую энергию из постоянного и, что главное, абсолютно бесплатного источника, — света солнца.

Солнечные панели представляют собой несколько фотоэлементов, объединенных между собой. Они преобразуют солнечную энергию в постоянный электрический ток благодаря фотоэлектрическому эффекту. В основе солнечной панели лежит кремниевый элемент. Именно из-за него стоимость на этот вид оборудования для получения энергии такая высокая. Так как цена кремния остается немалой. Но есть и более экономичные варианты, с использованием селенидов меди, галлия, индия и т.д.

Существует несколько разновидностей солнечных панелей, которые отличаются структурой рабочей поверхности фотоэлемента и технологией изготовления:

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

### 1.2.1.1 Фотоэлементы с использованием аморфного кремния

По-другому их еще называют пленочными покрытиями. С развитием нано технологий это направление, возможно, станет более перспективным, но пока такие панели не имеют большого промышленного производства. Сложность заключается в создании у кристаллов кремния одинаковой направленности по всей толщине рабочего слоя, который составляет 80–100 микрон.

### 1.2.1.2 Фотоэлементы с использованием монокристаллического кремния

Самые дорогостоящие и производительные панели, способны удовлетворительно работать при сильной облачности. Их изготавливают, используя медленное остывание кремниевого расплава. При этом получается слиток, который с одной стороны является монокристаллом, а с другой стороны — однороден. После остывания слиток разрезается на пластины и для создания нужной структуры поверхности его подвергают нескольким видам термообработки. Цвет таких пластин обычно темно-синий.

### 1.2.1.3 Фотоэлементы с использованием поли- или мультикристаллического кремния

При производстве используется технология получения центров кристаллизации, и, как следствие, небольших кристаллов в слитке. Термообработку эти пластины проходят ту же, что и монокристаллические, но их электротехнические показатели первых значительно уступают вторым. Зато и цена на них существенно ниже.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

Внешне их можно отличить по наличию участков, различающихся по оттенкам и очертаниям.

Распространены два вида фотоэлектрических преобразователей: сделанные из монокристаллического и поликристаллического кремния. Первые имеют КПД до 17,5%, а вторые – 15% (по некоторым источникам: КПД до 24% из монокристаллического кремния, КПД до 20% из поликристаллического кремния). [15]

Солнечные панели состоят не из одного элемента, а из нескольких сразу, так как одной панели бывает недостаточно, чтобы снабдить энергией целое здание. Поэтому несколько штук собирают в одну конструкцию. Причем от типа соединения панелей зависит итоговый показатель. Так, если они соединены последовательно, увеличивается напряжение сети. При параллельном соединении увеличивается сила тока. Общая мощность солнечной панели зависит от числа соединенных между собой элементов. Чем их больше — тем больше и энергии, которую можно получить и использовать для своего здания.

Также на мощность влияют интенсивность солнечного света и угол падения лучей. Последний критерий очень важен, нужно выбрать правильный угол.



Рисунок 7. Блок солнечной панели на крыше здания.

Панели имеют довольно хрупкую поверхность. Поэтому нуждаются в дополнительной защите. Так что фотоэлементы прикрывают специальным корпусом со стеклом. Через него свободно проникает свет, но при этом никаких механических и химических воздействий не производится. Целостность не нарушается. Рекомендуется использовать панели не только для получения дополнительной энергии. Их использование выгодно не только для пользователей, но и для всей планеты в целом, так как экономятся природные ресурсы. К тому же, это оборудование экологически чистое, не вредит окружающей среде.

### 1.2.2 Область применения солнечных панелей

Областей применения солнечных батарей становится все больше с каждым днем. Эти устройства с успехом проявляют себя в сфере промышленности, сельского хозяйства, военно-космических отраслях и даже в быту. Чаще всего ими укрывают крыши домов, так что в солнечный день они вырабатывают электричество, которого достаточно и для освещения и работы бытовых устройств. А специальный проект в Испании оказался ещё успешнее. Из экономических соображений ряд современных домов был оборудован солнечными панелями, энергия которых используется для нагрева воды.



Рисунок 8. Блоки солнечных панелей.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22



местности. Важное положение при использовании этого источника — экономическая выгода. Она напрямую зависит от мощности панели и площади фотоэлектрических элементов, которые воспринимают лучи. Если взять для примера такой город, как Москва, то можно получить следующие интересные данные. Если мощность устройства составляет 800 Вт, то она позволяет ограниченно пользоваться бытовыми приборами, но не сможет обеспечить бесперебойную подачу электричества в течение суток для обогрева помещений.

При мощности устройства в 10 раз больше, то есть 8 кВт, оно позволит обогревать небольшие по площади помещения дома в осеннее и зимнее время. Весной же возможен полноценный обогрев всех помещений.

Устройство с мощностью 13,5 кВт практически полностью заменяет электричество, что может обеспечить постоянный обогрев дома во все месяцы года, за исключением ноября, декабря и января. В этом случае можно основные приборы оставить работать от солнечных аппаратов, а отопление подключить к центральной системе. Так можно прилично экономить. Самыми мощными генераторами являются те, которые имеют мощность 31,5 кВт. Они позволят полностью отказаться от основных видов энергообеспечения и использовать только энергию солнца на протяжении всего года длительное время. Но стоят такие аппараты дорого, что ограничивает их применение.

### 1.2.3.Преимущества и недостатки использования энергии солнца

Несмотря на то, что электричество, полученное с помощью только энергии солнца, не требует при эксплуатации системы никаких капиталовложений, в данном вопросе много проблем. Во-первых, объем полученного электричества во многом зависит от следующих факторов:

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

погоды, широты местности, мощности батарей.

Во-вторых, такие источники тепла являются в большей степени дополнительным средством, к примеру, для обогрева, что ограничивает их применение. В-третьих, установка подобного оборудования стоит больших денег. В частности, это касается крупных электростанций. Стоимость самих аккумуляторов на порядок превышает таковую для батарей.

Но самое важное — это удешевление способов генерации полученного от солнца тепла и сохранение его как можно более длительное время. Вечером потребление электричества возрастает, а панели работают в основном в дневное время. Учеными вычислено, что стоимость 1 Вт от панели равно 0,5 \$. За день (8 часов работы) она способна образовать 8 Вт/ч, которую потребуется сохранить на вечернее время. Самое дешевое солнечное электричество сейчас получают с помощью поликристаллических батарей. Большое значение имеет и то, что стоимость солнечной энергии не должна превышать цену альтернативного топлива, например, газа. Если взять для примера одного из мировых лидеров в данном вопросе — Германию — цена на газ в ней равна 450 \$, то стоимость 1 кВт солнечной энергии не должна быть выше 0,1 \$. В противном случае применение последней будет экономически не целесообразным.

К преимуществам можно отнести тот факт, что электричество, полученное таким образом, является альтернативой тому, которым мы привыкли пользоваться сегодня. Данный вид энергообеспечения оптимален для тех территорий и объектов, где нет других источников, например, на отдаленных станциях сотовой связи.

Подобное оборудование может быть незаменимым в южных регионах нашей страны, где наблюдается пик солнечной активности. При

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

использовании крупных станций важно помнить, что они могут прослужить десятки и сотни лет.

#### 1.2.4 Производство солнечных панелей

Неизменный рост потребления энергии солнечного света способствует увеличению спроса на оборудование, с помощью которого эту энергию можно накапливать и использовать для дальнейших нужд. Наиболее популярным способом получения электроэнергии является солнечная фотовольтаика. [7] В первую очередь объясняется это тем, что производство солнечных батарей основано на использовании кремния – химического элемента, занимающего второе место по содержанию в земной коре.

Рынок солнечных батарей на сегодняшний день представляют крупнейшие мировые компании с многомиллионными оборотами и многолетним опытом. В основе производства солнечных панелей лежат различные технологии, которые постоянно совершенствуются. В зависимости от ваших нужд вы можете найти солнечные батареи, размеры которых позволяют встроить их в микрокалькулятор, или панели, которые без проблем разместятся на крыше здания или автомобиля. Как правило, одиночные фотоэлементы вырабатывают очень небольшое количество мощности, поэтому используются технологии, позволяющие соединять их в так называемые солнечные модули. О том, кто и как это делает и пойдет речь дальше.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

Технологический процесс изготовления солнечных панелей:

### **1 этап**

Первое с чего начинается любое производство, в том числе и производство солнечных батарей – это подготовка сырья. Как мы уже упоминали выше, основным сырьем в данном случае служит кремний, а точнее кварцевый песок определенных пород. Технология подготовки сырья состоит из 2 процессов:

1. Этап высокотемпературного плавления.
2. Этап синтеза, сопровождающийся добавлением различных химических веществ.

Путем этих процессов достигают максимальной степени очистки кремния до 99,99%. Для изготовления солнечных батарей чаще всего используют монокристаллический и поликристаллический кремний. Технологии их производства различны, но процесс получения поликристаллического кремния менее затратный. Поэтому солнечные батареи, изготовленные из этого вида кремния, обходятся потребителям дешевле.

После того, как кремний прошел очистку, его разрезают на тонкие пластины, которые, в свою очередь, тщательно тестируют, производя замер электрических параметров посредством световых вспышек ксеноновых ламп высокой мощности. После проведенных испытаний пластины сортируют и отправляют на следующий этап производства.

### **2 этап**

Второй этап технологии представляет собой процесс пайки пластин в секции, с последующим формированием из этих секций блоков на стекле. Для переноса готовых секций на поверхность стекла используют вакуумные держатели. Это необходимо для того, чтобы исключить возможность механического воздействия на готовые солнечные элементы. Секции, как правило, формируют из 9 или 10 солнечных

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

элементов, а блоки – из 4 или 6 секций.

### 3 этап

3 этап – это этап ламинирования. Спаянные блоки фотоэлектрических пластин ламинируют этиленвинилацетатной пленкой и специальным защитным покрытием. Использование компьютерного управления позволяет следить за уровнем температуры, вакуума и давления. А также программировать требуемые условия ламинирования в случае использования разных материалов.

### 4 этап

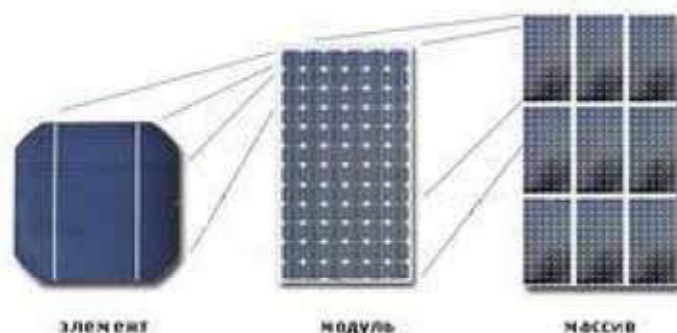


Рисунок 11. Различные конструкции панелей.

На последнем этапе изготовления блоков солнечных батарей монтируется алюминиевая рама и соединительная коробка. Для надежного соединения коробки и модуля используется специальный герметик-клей. После чего солнечные батареи проходят тестирование, где измеряют показатели тока короткого замыкания, тока и напряжения точки максимальной мощности и напряжения холостого хода. Для получения необходимых значений силы тока и напряжения возможно объединение не только солнечных элементов, но и готовых солнечных блоков между собой.

При производстве солнечных панелей необходимо использовать

только качественное оборудование. [6] Это обеспечивает минимальные погрешности при измерении различных показателей в процессе тестирования солнечных элементов и состоящих из них блоков. Надежность оборудования предполагает более долгий срок эксплуатации, следовательно, минимизируются расходы на замену вышедшего из строя оборудования. При низком качестве возможны нарушения технологии изготовления.

Основное оборудование, используемое в процессе производства солнечных панелей:



Рисунок 12. Стол для перемещения.

Незаменим при осуществлении различных действий с солнечными модулями. Обрезка краев, укладка, установка соединительной коробки – эти и многие другие операции производят исключительно на данном столе. Закрепленные на столешнице неметаллические шарики позволяют без каких-либо усилий перемещать модуль, не повреждая его при этом

Первые места в 2018 году занимают такие компаний:

- Yingli Green Energy (YGE) является ведущим производителем солнечных батарей. За 2012 год ее прибыль составила более 120 млн. \$. Всего она установила солнечных модулей более чем на 2 ГВт. Среди ее продукции панели из монокристаллического кремния мощностью 245-265 Вт и поликристаллические кремниевые батареи мощностью 175-290 Вт.

- First Solar. Хотя эта компания и закрыла свой завод в Германии, в числе крупнейших она все-таки осталась. Ее профиль – это тонкопленочные панели, мощность которых за 2012 год составила около 3,8 ГВт.

- Suntech Power Co. Производственные мощности этого китайского гиганта составляют примерно 1800 МВт в год. Около 13 млн солнечных батарей в 80 странах мира – это результат труда этой компании.

Среди российских заводов следует выделить:

- «Солнечный ветер»
- ООО «Хевел» в Новочебоксарске
- «Телеком-СТВ» в Зеленограде
- ОАО «Рязанский завод металлокерамических приборов»
- ЗАО «Термотрон-завод» и другие.

Не отстают и страны СНГ. Так, например, завод по производству солнечных батарей еще в прошлом году был запущен в Астане. Это первое предприятия подобного рода в Казахстане. В качестве сырья планируется использовать 100% казахского кремния, а оборудование, установленное на заводе, отвечает всем последним требованиям и полностью автоматизировано. Запуск аналогичного завода есть и в планах у Узбекистана. Инициатором строительства выступила

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		34

крупнейшая китайская компания Suntech Power Holdings Co, такое же предложение поступило и от российского нефтяного гиганта «ЛУКОЙЛ».

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35



## 2 РАСЧЕТЫ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

### 2.1 Выявление энергоэффективности солнечных панелей в строительстве

Необходимо выявить экономическую и экологическую разницу при замене облицовочных фасадных панелей на солнечные панели.

Необходимо рассмотреть все законодательные факторы, которые могут повлиять на модернизацию производства и эксплуатации строительства. Так же рассмотреть все экологические нормы и правила.

Целью моей работы станет изучение энергоэффективности здания при использовании солнечных панелей. Для рассмотрения этого вопроса я возьму в пример здание, находящееся на территории города Челябинска. Здание монолитно-каркасное с вентиляционным фасадом.

При рассмотрении моей темы будут затронуты вопросы экономической эффективности здания при замене облицовочных панелей.

Челябинская область имеет хороший уровень инсоляции. В связи с этим, вопрос по выработки электричества солнечными панелями будет актуален. И свою работу я построю так чтобы исследования проводились на технической базе Челябинска и Челябинской области.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

## 2.1.1 Выбор панелей

### 2.1.1.1 Солнечные панели BAPV и BIPV

С обычной установкой фотоэлектрических модулей для получения электроэнергии, появились два новых понятия в архитектуре, обозначающие два основных подхода в интеграции солнечных панелей в конструкцию зданий:

- Building Integrated Photovoltaics (BIPV) — замена полностью или частично конструкций здания созданными только для этого проекта фотоэлектрическими модулями («адаптированные к зданию фотоэлектрические модули»).
- Building Applied Photovoltaics (BAPV) — добавление фотоэлектрических модулей на конструкции здания, фасада или кровли («прикрепленные к зданию фотоэлектрические модули»).

К BAPV модулям обычно не предъявляют особых требований, главное чтобы была эстетическая привлекательность, ведь у них нет никаких дополнительных функций, а их главная задача - эффективное преобразование солнечной энергии в электрическую. К BIPV модулям предъявляются гораздо большее число требований. Эти фотоэлектрические модули заменяют собой часть внешней оболочки здания и должны быть настолько же функциональными, насколько функциональна была заменяемая конструкция.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38



Отличие солнечных модулей от обычных материалов функциональное: они производят электричество. Поэтому важно и более корректно сначала обдумать их размещение в концепции дизайна здания, при этом учитывая особенности солнечного освещения в конкретной местности. То есть, любой удачный проект - результат компромисса между лаконичным дизайном и расположением и ориентацией модулей по отношению к солнцу.

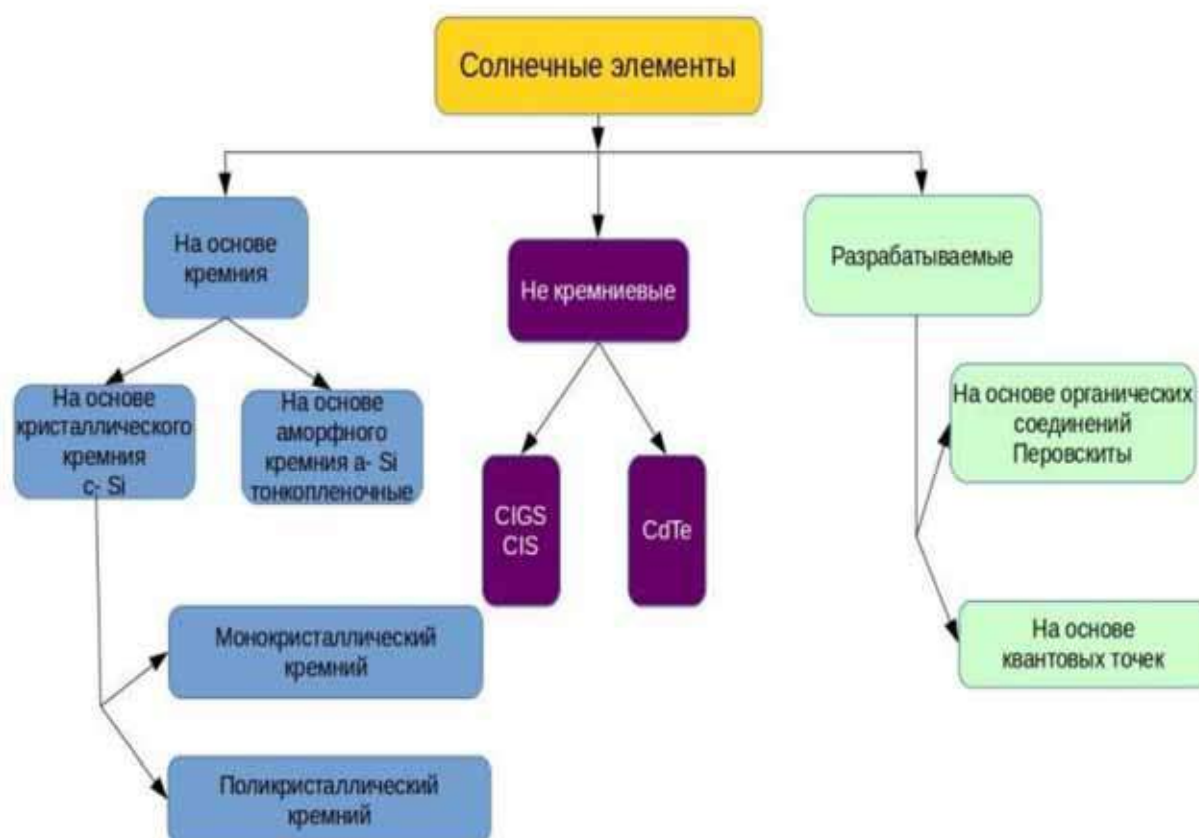


Рисунок 18. Схематическое изображение разновидностей солнечных модулей.

### 2.1.1.2 Краткое описание внешнего вида модулей

Как монокристаллические, так и поликристаллические панели состоят из ячеек. Поликристаллические ячейки представлены в форме прямоугольника или квадрата, ведь их производят из «менее чистого» кристалла в форме параллелепипеда. Монокристаллические ячейки - в форме «выпуклого» квадрата, так как ячейки вырезаются из монокристалла цилиндрической формы.

Любой вид ячеек может быть разных оттенков, а поликристаллические ячейки имеют ещё и неоднородную структуру в виде морозных узоров.

Тонкопленочные солнечные панели на основе аморфного кремния a-Si, CIGS (cuprum-irridium-galium-selenide) или CaTe (cadmium-teluride) - результат в корне иной технологии производства, а потому имеют однородную структуру по всей поверхности модуля. Они также представляют большой интерес с архитектурной точки зрения, так как дают архитектору богатые возможности для дизайна, различаются по фактуре, текстуре, цвету и степени прозрачности. Внешний слой интегрированных фотоэлектрических модулей, функционирует также как отделочный материал для внешней оболочки здания, поэтому производители стремятся создать привлекательный с эстетической точки зрения дизайн внешней поверхности модулей, разрабатывая новые технологии производства.

Привлекательным внешне качеством таких солнечных модулей также является и то, что они отражают окружающую среду, как зеркало стекло с разными эффектами: четкое отражение на глянцевой поверхности или на матовой поверхности, слегка искаженное. В некоторых случаях отражения могут быть нечеткими или малозаметными.

					<i>AC-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

Для пропускающих свет фасадов и атриумов идеально подойдут полупрозрачные PV модули. [13] Они бывают кристаллическими, и тонкопленочными. Кристаллические полупрозрачные модули – это пара прозрачных стеклянных слоя, между которыми с некоторыми промежутками помещены фотоэлектрические кремниевые ячейки. Прозрачность таких модулей зависит от ширины промежутков от ячейки до ячейки. Тонкопленочные модули однородны по всей поверхности с различной степенью прозрачности. Данный вид остекления используется для затенения внутреннего пространства.

### 2.1.1.3 Применение VIPV-панелей в конструкциях зданий

В глухих слабо-остеклённых фасадах PV — панели могут использоваться в качестве отделочного материала и устанавливаться поверх теплоизоляции. В этом случае обычно создают систему вентилируемого фасада, которая помогает избежать снижения эффективности в результате перегрева панелей. Некоторые системы используют воздух, нагревающийся от панелей, для отопления здания.



Рисунок 19. Схема монтажа солнечной панели на вентилируемом фасаде.



#### 2.1.1.4 Применения на кровле

Как и в случае фасадов, PV — системы могут быть использованы на кровле в качестве внешнего слоя или могут заменить кровельную систему частично или полностью, при этом обеспечивая надёжную изоляцию от климатических воздействий.

Наиболее часто архитекторы применяют фотоэлектрические модули в скатных кровлях, используя существующий угол наклона кровли. (см. Рисунки 9, 10) или если быть точнее уже на стадии проектирования здания, для кровли выбирается оптимальный угол наклона соответствующий наибольшей среднегодовой выработке электроэнергии для данной местности.



Рисунок 25. Солнечные панели на кровле.

Фотоэлектрические модули, смонтированные с использованием угла наклона кровли

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46



Показания вольтметра представлены в таблице:

Градусы	Напряжение U, В
0°	0,836
30 °	0,961
45 °	0,998
60 °	1,032
90 °	1,116
120 °	1,138
135 °	1,103
150 °	1,097
180 °	1,060
210 °	1,026
225 °	0,990
240 °	0,970
270 °	0,995

Данные таблицы можно наглядно представить в виде графика зависимости напряжения от угла.



Рисунок 38. Таблица зависимости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

АС-279.08.04.01.2018

Лист

55

В Интернет-источниках мы узнали положение Солнца над горизонтом в день измерений в г.Челябинск — 26 апреля 2018г : Заметим, что показания вольтметра были максимальны именно в тот момент, когда батарея находилась перпендикулярно лучам Солнца:  $90^{\circ}+36^{\circ}=126^{\circ}$  (максимальный изгиб кривой на графике при  $120^{\circ}$ ). [3] Можно сделать вывод, что ток, который может вырабатываться в солнечной батарее, будет максимален при положении  $90^{\circ}$  к Солнцу. Отсюда можно записать формулу для наиболее эффективного использования солнечной батареи. Зная положение Солнца над горизонтом в конкретное время (Угол  $\gamma$ ), нужно элемент из солнечных батарей расположить под углом  $\alpha$  к горизонту:  $\alpha = \gamma + 90^{\circ}$

### 2.2.2 Зависимость от уровня освещенности солнечной панели

Во втором варианте рассмотрим изменение площади поверхности при постоянном угле освещения.

Батарея состоит из четырёх полос солнечных элементов. Закрывая постепенно 1, 2, 3 полосы, мы записали показания вольтметра и представили их в таблице:

Открытая площадь (процент от общей площади)/число открытых полос	Напряжение $U_2$ , В
100%/4	1,022
75%/3	0,996
50%/2	0,853
25%/1	0,685

### 2.3.2 Зависимость напряжения в солнечной панели от удалённости освещения

В третьем опыте мы снимали показания вольтметра в зависимости от удалённости искусственного источника света. Полученные данные были занесены в таблицу (Фоновое значение напряжения 0,141 В).

Удалённость источника $h$ , см	Напряжение $U$ , В
25	0,165
20	0,186
15	0,212
10	0,428
5	0,844

По данным таблицы был построен график зависимости напряжения на зажимах солнечной батареи от высоты фонарика (синий график), а также отмечено фоновое значение вольтметра (показания только от естественного дневного света) — красный график.

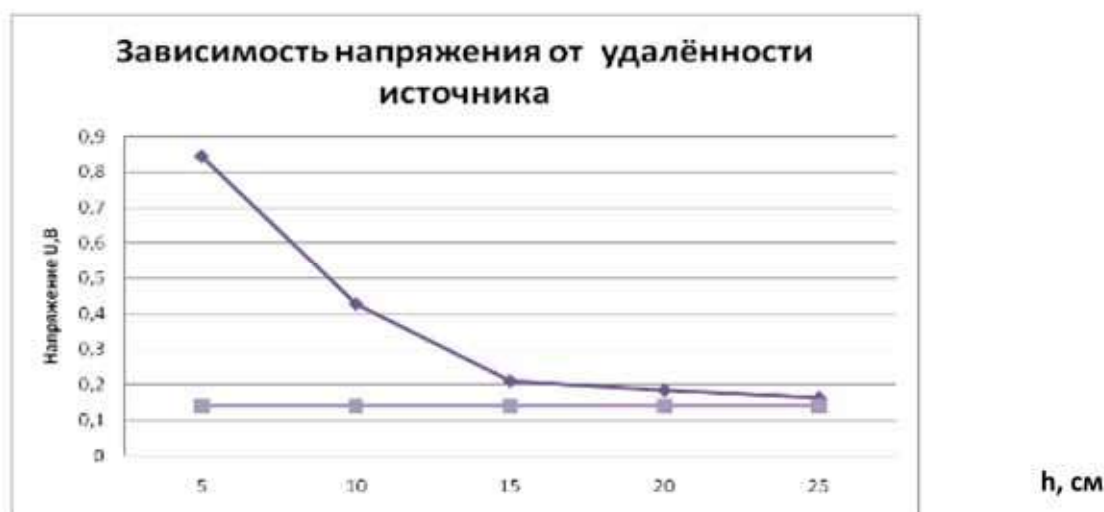


Рисунок 42. Таблица зависимости.

Заметим, что полученный график повторяет ветвь гиперболы. Это значит, что существует зависимость между напряжением и расстоянием

от источника:  $U \sim \frac{1}{R^2}$ . Наш эксперимент подтвердил формулу для

освещённости:  $E = \frac{I}{R^2}$ , где  $E$  – освещённость,  $I$  - сила света (источника),  $R$  – расстояние от источника. [10] Ведь чем больше освещённость, тем больше ток, и тем больше напряжение.

При рассмотрении различных видов солнечных панелей и фото элементов. Так же были рассмотрены расположения и угол освещенности фото элементов. При исследовании выше перечисленных параметров считаю необходимым в дальнейшем моем исследовании будут использоваться панели Building Integrated Photovoltaics. Так как они имеют наилучшие показатели при эксплуатации.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

### 3.1.1 Подбор материалов

На сегодняшний день строительный рынок предлагает большой ассортимент различных строительных материалов, и материалы для вентилируемых фасадов не стали исключением.

Металлические вентилируемые фасады состоят из направляющих профилей, крепежных элементов — кронштейнов, анкеров, утеплителя и облицовки из металлических кассет. [8] До закрепления конструкции непосредственно на стене необходимо произвести ее утепление.

Применяемые для этой цели пласты минеральной ваты укладываются как можно более плотно; волокна материала обеспечивают звукоизолирующий эффект. Для усиления утепляющих свойств применяется ветрозащита. Она представляет собой мембранную ткань, защищающую утеплитель от выветривания.

На утепленную стену с помощью крепежа устанавливается каркас, между ним и стеной предусматривается наличие зазора, через который уходит влага, пропущенная мембраной.

Перед тем как определяться с верхним материалом вентилируемого фасада необходимо принять решение относительно материала, который будет использоваться в качестве каркаса, на сегодняшний день поставщики предлагают два варианта исполнения: каркас алюминиевый и каркас из оцинкованной стали (окрашенной и не окрашенной). Каркас из оцинкованной стали имеет меньшую стоимость и больше подвергается коррозии его рыночная стоимость начинается с 280 рублей за 1 кв. м., Каркас из алюминия имеет больший срок службы, не подвергается коррозии и более устойчив к внешнему воздействию природных факторов, его стоимость начинается с 420 рублей за 1 кв. м. Из

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

вышеперечисленного следует вывод, что более безопасным и приемлемым решением является использование каркаса из алюминия.

На рынке навесные вентилируемые фасады представлены в нескольких вариантах, которые различаются верхним материалом, который монтируется на алюминиевый профиль, закрепленный к ограждающей конструкции. Наиболее популярные виды облицовки фасадов — композит, керамические и фиброцементные плиты, натуральный гранит и металлические кассеты.

Рассмотрим особенности вышеперечисленных материалов:

**Композитная панель** — представляет собой сэндвич из алюминиевых листов с нанесенным на них защитным слоем и специальной краской между которыми располагается слой полимерного материала. Очень легкий и доступный материал для отделочных работ. Он не подвержен коррозии, воздействию ультрафиолета.

**Керамический гранит** — это плиты состоящие из искусственного камня. Изготавливаются путем прессования при высокой температуре, в результате чего получается прочный, долговечный материал с абсолютной влагонепроницаемостью. Характерной чертой данного материала является глянцевая поверхность отделки, морозостойкость.

**Натуральный гранит** — обладает всеми плюсами керамогранита, при этом имеет натуральное происхождение. Данная отделка придаст любому зданию респектабельности и дизайн дорогой постройки. Уникальность материалу придает большое разнообразие естественных расцветок, а также вариантов отделки и технологий обработки.

**Фиброцементная плита или минерит** — вид облицовочного материала получаемый при помощи прессования цемента. При этом в

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

процессе производства приобретает свойства морозостойкости, невосприимчивость к огню, влаге и перепадам температуры.

**Металлические кассеты** — легкая и прочная облицовка, основой которой являются пластины из оцинкованной стали или же из анодируемого алюминия. Верхний слой полимерное напыление которое продлевает срок эксплуатации до 50 лет.

При выборе материала в первую очередь будем учитывать простоту монтажа и изготовления, а также стоимость. Наиболее подходящий по данным характеристикам материал - это металлические кассеты, рыночная стоимость за 1 кв. м. которых начинается с 650 рублей.

Рассмотрим технологию и рассчитаем стоимость материалов и монтажа одного квадратного метра вентилируемого фасада из металлических кассет на алюминиевом каркасе, с утеплителем из минерало-ватной плиты при отсутствии пароизоляции.

### 3.1.2 Выбор технологии монтажа фасадов

Особенности строения заключаются в создании определенных узлов между несущей стеной и устанавливаемым каркасом. Необходимо обратить внимание, на то что между зданием и навесными панелями обязательно размещать слой теплоизолирующего материала. На схеме это минеральная вата, но она может быть успешно заменена пенопластом или пенными утеплителями.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

Для работы понадобится определенное оборудование: шуруповерт, перфоратор, молоток, уровень и ножовка по металлу.

Установка каркаса также делится на несколько пунктов. Первый из них – это подготовка стены здания:

1) Несущая стена очищается от пыли, грязи и старых строительных материалов. После этого нужно покрыть её грунтовкой и оставить на сутки для полного впитывания. Это необходимо для обеспечения плотного сцепления раствора и стены. Также грунт поможет предупредить образование сырости и появление плесени под минеральной ватой и пенопластом;

2) После этого стена выравнивается. Лучше всего это делать при помощи специальных строительных материалов, которые предупредят образование грибка и прочих микроорганизмов;

3) На стене отмечается место установки будущего кронштейна, который будет использоваться для монтажа алюминиевых, деревянных или стальных балок;

4) Отмеряется вертикаль при помощи установки отвесов, строительный уровень не сможет достаточно точно определить нужный угол;

5) После того как на стене будет установлен кронштейн и от него отходить нить с грузом, по ним расчертить поверхность для определения будущего места установки каркаса.

Для правильного монтажа вентфасадов обязательно работать довольно жесткими крепёжными изделиями. [4] Первыми устанавливаются кронштейны. Для этого по размеченной вертикальной линии размечаются места расположения этих деталей. Для создания

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67



отверстий в стене для монтажа крепежей понадобятся специальные инструменты: дрель или перфоратор. Когда поверхность просверлена, необходимо установить под кронштейн прокладку, которая обеспечит максимальное прилегание к стенке, и сам кронштейн.

После этого кронштейн устанавливается при помощи специального дюбеля, таким же крепится минерально-ватная плита при утеплении фасада здания. На кронштейны устанавливается сразу утеплитель, или если алюминиевый каркас, а уже поверх него минеральная вата.

По установленным кронштейнам нужно закрепить листы минеральной ваты или пенопласта;

Для большинства зданий также поверх утеплителя нужно установить слой изоляции от атмосферных осадков. Это необходимо для защиты системы от чрезмерной влажности;

Далее, для большей безопасности конструкции, они дополнительно крепятся к стене при помощи строительных дюбелей, которые обеспечивают жесткое крепление. При этом оставляют образовавшийся зазор между покрытием стены и материалом, которым проводится утепление.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

### 3.1.3 Расчет себестоимости монтажа 1 кв. м. вентилируемого фасада

При расчете стоимости материалов будут использоваться реальные рыночные цены от производителя по состоянию на II квартал 2018 года. Также при расчете стоимости монтажа будут приняты следующие условия: работы производятся не в стесненной местности, в летний период года, при отсутствии вредных факторов и других условий увеличивающих стоимость строительно-монтажных работ, за исключением коэффициента, используемого при работе на высоте и коэффициента для непредвиденных затрат. Монтаж осуществляется с люлек.

Сметы приведены в приложении 1 и приложении 2.

Из сметы следует что примерная стоимость одной облицовочной панели 1300 рублей. При замене ее на солнечную панель стоимость одного квадратного метра составляет 4113 рублей. При замене металлической кассеты соленосной панелью аналогичного размера.

Поскольку площадь торцевой фасадной части составляет 1045м<sup>2</sup>, мы можем определить стоимость производства фасада с солнечными панелями. Стоимость составляет 4 298 085 рублей, аналогичный вентиляционный фасад стоял бы 2 521 585 рублей. Сметная стоимость увеличивается на 70%. Но поскольку солнечные панели будут вырабатывать электричество попробуем расчитать экономическую целесообразность замены фасада.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

### 3.1.4 Параметры солнечной батареи

Тип элементов:	кремниевые поликристаллические солнечные элементы Grade A++ 156x156 мм.
Эффективность элементов (КПД):	16.0%
Максимальная мощность при стандартных условиях (STC), Ватт:	160
Напряжение разомкнутой цепи (Voc), В:	22.60
Ток короткого замыкания (Isc), А:	8.21
Напряжение в точке максимальной мощности (Vmp), В:	18.30
Ток в точке максимальной мощности (Imp), А:	7.65
Температура эксплуатации:	от -40°C до +85°C
Максимальное напряжение системы:	1000 В постоянного тока
Температура нормальных условий (NOCT):	45°C±2°C
Температурный коэффициент напряжения, %/К:	-0.34
Температурный коэффициент тока, %/К:	+0,06
Температурный коэффициент мощности, %/К:	-0.44

Для подсчета солнечных дней обратимся к исследованиям Челябинского гидрометеоцентра.

Особенности своего климата Челябинск получил от исторически сложеного географического положения, солнечного освещения и влияния воздушных масс. Так, находясь на восточном склоне Уральских гор, к городу ограничено поступления тёплых Атлантических осадков, а его значительная удалённость от больших водоёмов и нахождение практически в середине материка создаёт большие колебания суточных и годовых показателей температуры воздуха.

Все эти факторы определили умеренно-континентальный климат в Челябинске, переходящий к «резкому». Высокие перепады температур часто образуются от орографии в регионе, что имеет далеко не малые показатели.

Так, в среднем ветер дует со скоростью 3-4 м/с, а при метелях или грозах увеличивается до целых 16-25 м/с. В такую погоду, явно, сложно устоять на ногах, в каком бы вы состоянии не были, что уже там говорить о температуре, которая подвластна принесённым тёплым или холодным воздушным массам.

Тут и солнечные 2066 часов в году не всегда выручат, когда из 365 дней — от 140 до 300 ветреных, в зависимости от зон – лесостепной, степной или горно-лесной. Климат Челябинска чётко имеет проявления каждого сезона, преобладание имеет холодный период из-за открытости города перед Северным Ледовитым океаном и арктическими воздушными массами, и ограждения Уральскими горами от Атлантики.

Опираясь на исследования Челябгидромеда можно предположить, что сэкономленную энергию можно подсчитать следующим способом.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

Стоимость одного кВт электричества в Челябинске составляет 3 рубля.

Один м2 солнечной панели в среднем вырабатывает 0,16 кВт/ч.

Площадь фасада составляет 1045 м2.

Общий объем выработанного электричества на всей плоскости фасада составляет 167,2 кВт/ч.

В год объем выработанного электричества составляет 345 435 кВт.

Тем самым в год объем сэкономленных средств на электричество составляет 1 036 305 рублей.

Срок окупаемости сметы с солнечными панелями составляет менее двух лет, в дальнейшем данные панели будут вырабатывать электричество уже на пользу жителей данного дома.

Необходимо определить количество электроэнергии потребляемые человеком для дальнейшего понимания, какую часть расходов по электроэнергии заберут на себя солнечные панели. Все субъекты РФ имеют право подхода к установлению собственного значения социальной нормы сообразно уровню благосостояния своего региона и индивидуальных особенностей региона. И решается этот вопрос каждым регионом самостоятельно. Статистическая служба каждого региона делает анализ использования электрической энергии, за основу расчета берется 10000 граждан, которые проживают без семьи, общее количество потребленной электроэнергии делиться на 10000 и на 12 месяцев, полученный результат является социальной нормой потребления электричества. Кроме этого, учитываются климатические условия и особенности жилого фонда.

Например, норматив потребления электроэнергии, применяемый в Ростовской области составил 96кВтч, Забайкалье – 65 кВтч, Челябинской области – 120 кВтч.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72



Из расчета на количества квартир после срока окупаемости солнечных панелей, жители каждой из квартир будут экономить 1150 кВт в год. Из этого следует, что жители каждой квартиры могут экономить примерно около 60-70% от стоимости электричества.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
						75
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При рассмотрении технологии солнечных панелей, я пришел к выводу, что замена облицовочных панелей вентиляционного фасада на солнечные панели, приведет к улучшению энергоэффективности здания в целом.

А именно: при замене облицовочной панелей вентиляционного на солнечную панель произойдет увеличение первоначальных затрат, но эксплуатационные расходы будут за период использования здания покрывают все расходы с излишком.

Панели будут производить электричество весь срок работы и удешевлять стоимость коммунальных платежей для каждого из жителей данного здания.

Производство данного фасада экологично и прогрессивно. Так же солнечные панели имеют довольно эстетичный внешний вид.

В дальнейшем замена облицовочных панелей на солнечные приведет к улучшению экологической обстановки в городах.

При установке панелей в труднодоступные населенные пункты будут решены проблемы энергоснабжения и как вариант отопления зданий.

Так же панели можно применять для электроснабжения других отраслей. Например при установке солнечных панелей на производственные цеха, можно добиться полного или частичного электроснабжения, что в дальнейшем может привести к переносу некоторых производств подальше от крупных городов, для улучшения экологической обстановки в городе.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		76



Для города Челябинска эта проблема является более чем актуальной и моя выпускная квалификационная работа может дать толчок для решения данной проблемы.

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>77</i>

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выбор оптимальной структуры системы автономного электроснабжения / А. Е. Усков // Механизация и электрификация с.-х. – 2007. – № 8. – С.30–31.
2. Автономные инверторы солнечных электростанций: монография А. Е. Усков. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – 126 с.
3. Статические преобразователи электроэнергии с улучшенными эксплуатационно-техническими характеристиками / П.Г. Корзенков, А.П. Донсков //
4. New world record for solar cell efficiency at 46 % — Fraunhofer ISE
5. Краснок А Е, Максимов И С, Денисюк А И, Белов П А, Мирошниченко А Е, Симовский К Р, Кившарь Ю С Оптические наноантенны // Успехи физических наук. — 2013. — Т. 183, № 6. — С. 561–589. — DOI:10.3367/UFNr.0183.201306a.0561.
6. Лапаева Ольга Федоровна Трансформация энергетического сектора экономики при переходе к энергосберегающим технологиям и возобновляемым источникам энергии (рус.) // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2010. — Вып. 13 (119).
7. David Szondy. Stanford researchers develop self-cooling solar cells. (англ.). gizmag.com (25 July 2014). Проверено 6 июня 2016.
8. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. – №03(097). С. 237 – 248.

					AC-279.08.04.01.2018	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

9. Потенциал, особенности работы и экономическая эффективность солнечных фотоэлектрических станций / А.Е. Усков, Е.О. Буторина, Е.Г. Беспалов //

10. Политематический сетевой электронный научный журнал, 2014. – №04(098). С. 353 – 363, №114(10), 2015 года

11. Солнечная энергетика: состояние и перспективы / А.Е. Усков, А.С. Гиркин, А.В. Дауров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. – №04(098). С. 342 – 352. – IDA

12. Инверторы солнечных электростанций с улучшенными техническими характеристиками / О.В. Григораш, Я.А. Семёнов // 2014. – №05(099). С. 101 – 111.

13. Статический преобразователь, требования и конструктивные отличия / А.Е. Усков, В.А. Горбачёв, А.В. Дизендорф, С.С. Лучков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. – №10(104). С. 476 – 487.

14. Солнечные фотоэлектрические станции как основной источник энергии

15. Преодолевая немалые трудности, человечество все же продвигается к самым экологически чистым и безопасным энергетическим установкам, для которых к тому же земные запасы топлива безграничны. "Наука и жизнь" № 8, 2010, С 19 – 23

16. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета 2014. – №10(104). С. 467 – 475.

17. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов / под ред. Виссарионова В. И., М.: изд. дом МЭИ, 2008

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

18. Альтернативные источники энергии в проектировании зданий / Геворкян П. 2009. С. 545-547

19. ФЗ №261 от 23 ноября 2009 Федеральный закон об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации

20. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003

21. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменениями N 1, 2)

					<i>АС-279.08.04.01.2018</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		80