

ПРООН/ГЭФ
Проект №00077154
«Повышение энергетической эффективности жилых зданий
в Республике Беларусь»

Уточнение предпроектных предложений
по внедрению солнечных панелей в жилом многоквартирном здании
в городе Минске.

Исполнитель:
Эксперт по вопросам внедрения
солнечных батарей в системах
энергообеспечения в жилом секторе _____ А.В.Бедунько

Минск 2014

Содержание

Введение	3
1. Оценка эффективности вариантов установки солнечных панелей	4
1.1. Оценка эффективности варианта 1	4
1.2. Оценка эффективности варианта 2	5
1.3. Оценка эффективности варианта 3	6
1.4. Общий вывод по оценке эффективности различных вариантов установки солнечных панелей в рамках рассматриваемого объекта	7

Введение

В рамках проекта ПРООН/ГЭФ предусматривается проектирование и строительство энергоэффективного жилого здания в г. Минске:

- девятнадцатипятиэтажный крупнопанельный жилой дом на 133 квартиры с одним подъездом;
- общая площадь строения - 10 000 м²;
- основной застройщик и генподрядчик – государственное строительное предприятие «МАПИД».

Исходя из расположения дома было предложено расположение солнечных панелей на южном фасаде здания. Но после согласования с Комитетом архитектуры и градостроительства Мингорисполкома варианты расположения панелей на фасаде были отвергнуты, а согласованы варианты размещения солнечных панелей на крыше здания на дополнительно монтируемом каркасе в вертикальном или наклонном положении (рис. 1):

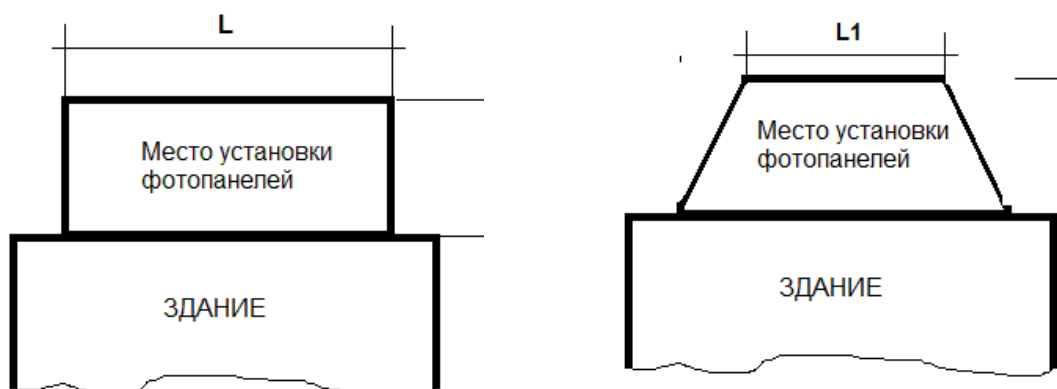


Рис. 1 – Расположение солнечных панелей на крыше здания:
вариант 1 слева – вертикальное, вариант 2 справа – под наклоном к крыше.

На рабочем совещании по проекту застройщиком «МАПИД» было предложено рассмотреть монтаж солнечных панелей на «штатный» каркас оголовка здания (на крыше уже имеются готовые закладные изделия, есть стандартные железобетонные элементы для создания опорного каркаса). В рамках этого предложения панели устанавливаются вертикально по отношению к крыше, но меняется ориентация по сторонам света (рис. 2).



Рис. 2 – Альтернативный вариант (3) размещения панелей.

Для всех вариантов существуют следующие ограничения:

- высота конструкции над уровнем крыши – не более 8 метров;
- конструкции не должна закрывать шахты дымоудаления;
- конструкция должна оставлять достаточно места вокруг себя в качестве зоны обслуживания солнечных панелей.

Далее будет рассмотрена эффективность работы солнечных панелей для каждого из вариантов, а так же рассмотрены варианты компоновки систем.

1. Оценка эффективности вариантов установки солнечных панелей

По своей сути варианты конструкций для установки солнечных панелей сводятся к двум тригонометрическим фигурам – параллелепипед (грань в виде прямоугольника) и усеченная пирамида (грань в виде трапеции). В первую очередь необходимо определить коэффициент годовой производительности солнечных панелей – количество выработанных Вт ч электроэнергии на 1Вт установленной мощности солнечных панелей.

1.1. Оценка эффективности варианта 1

Исходя из эскиза (рис. 3) видно, что каркас для солнечных панелей представляет собой параллелепипед. Каждая грань вертикальна (угол к горизонту – 90°) и ориентирована по сторонам света. Таким образом, солнечная станция будет состоять из трёх массивов солнечных панелей, установленных вертикально и смотрящих на восток, юг и запад. Установка солнечных панелей на северную сторону не целесообразна, вместо панелей будет установлена для защиты от ветра и целостного органичного внешнего вида конструкции архитектурная заглушка.

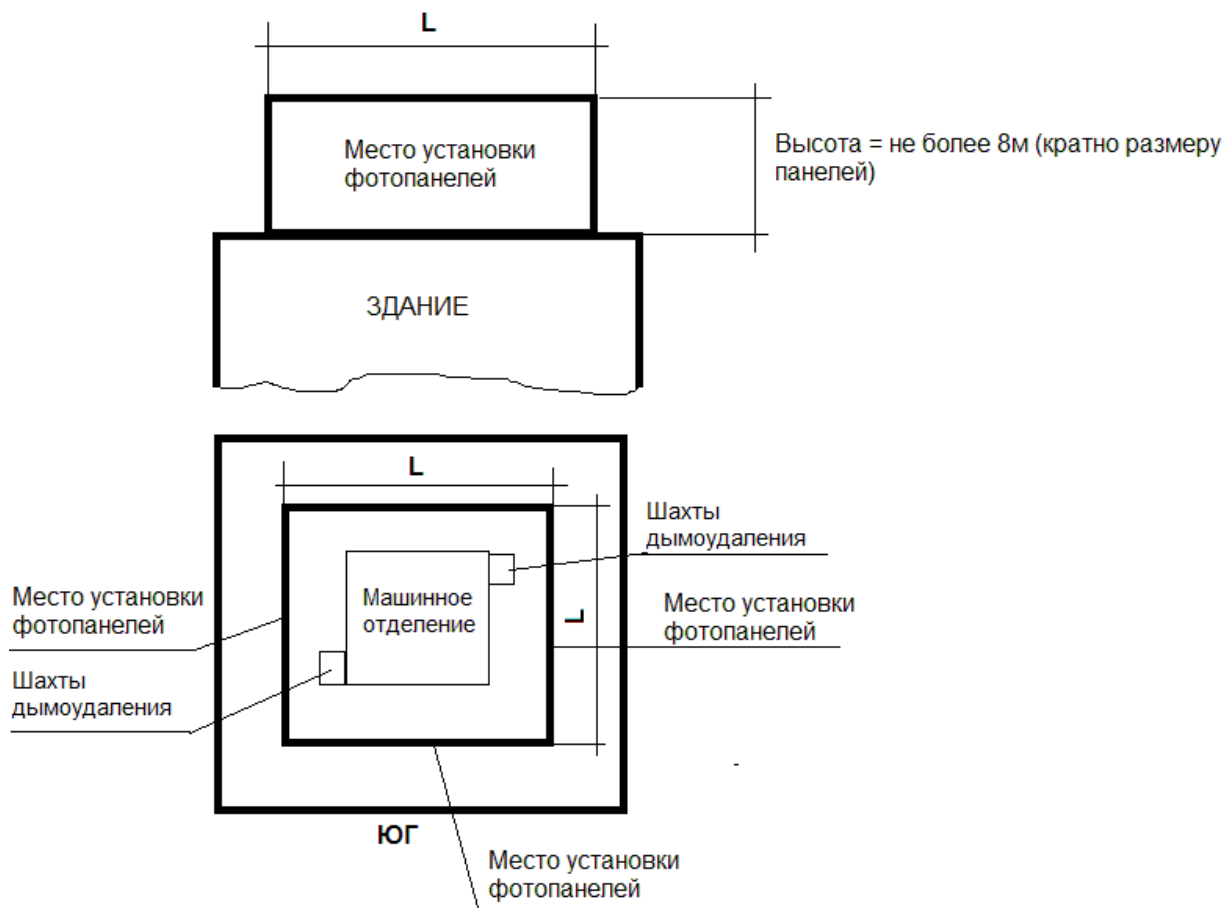


Рис. 3 – Эскиз установки солнечных панелей (вариант 1)

Для сравнения производительности будет использована эталонная установка солнечных панелей на плоской крыше с ориентацией строго на юг под углом к горизонту 35° , что дает максимальный коэффициент годовой производительности, равный 1056 кВт ч/кВт.

Проведя моделирование на специализированном ПО (например, программа ведущего производителя сетевых солнечных инверторов SMA Solar AG – SMA Sunny Design), получаем следующие значения для трёх массивов солнечных панелей (таблица 1):

Таблица 1: коэффициенты годовой производительности для размещения солнечных панелей в рамках варианта 1.

№	вариант размещения	коэф. годовой производительности*, кВт ч/кВт	% от эталона
1.	ориентация на юг, 90° к горизонту	662	63
2.	ориентация на восток, 90° к горизонту	515	49
3.	ориентация на запад, 90° к горизонту	391	37
4.	эталон: ориентация на юг, 35° к горизонту	1056	100

* Коэффициент при прочих равных параметрах установки солнечных панелей может изменяться в зависимости от масштаба массива и конкретной модели сетевого инвертора. Для вариантов оптимального распределения панелей в рамках конкретного инвертора значение коэффициента может отличаться от табличного на 3%-5%.

Вывод

Из таблицы 1 видно, что установка солнечных панелей вертикально дает падение выработки на 37% в случае южной ориентации, на 51-52% в случае ориентации на запад и восток.

1.2. Оценка эффективности варианта 2.

Исходя из эскиза (рис. 4) видно, что каркас для солнечных панелей представляет собой правильную усеченную пирамиду.

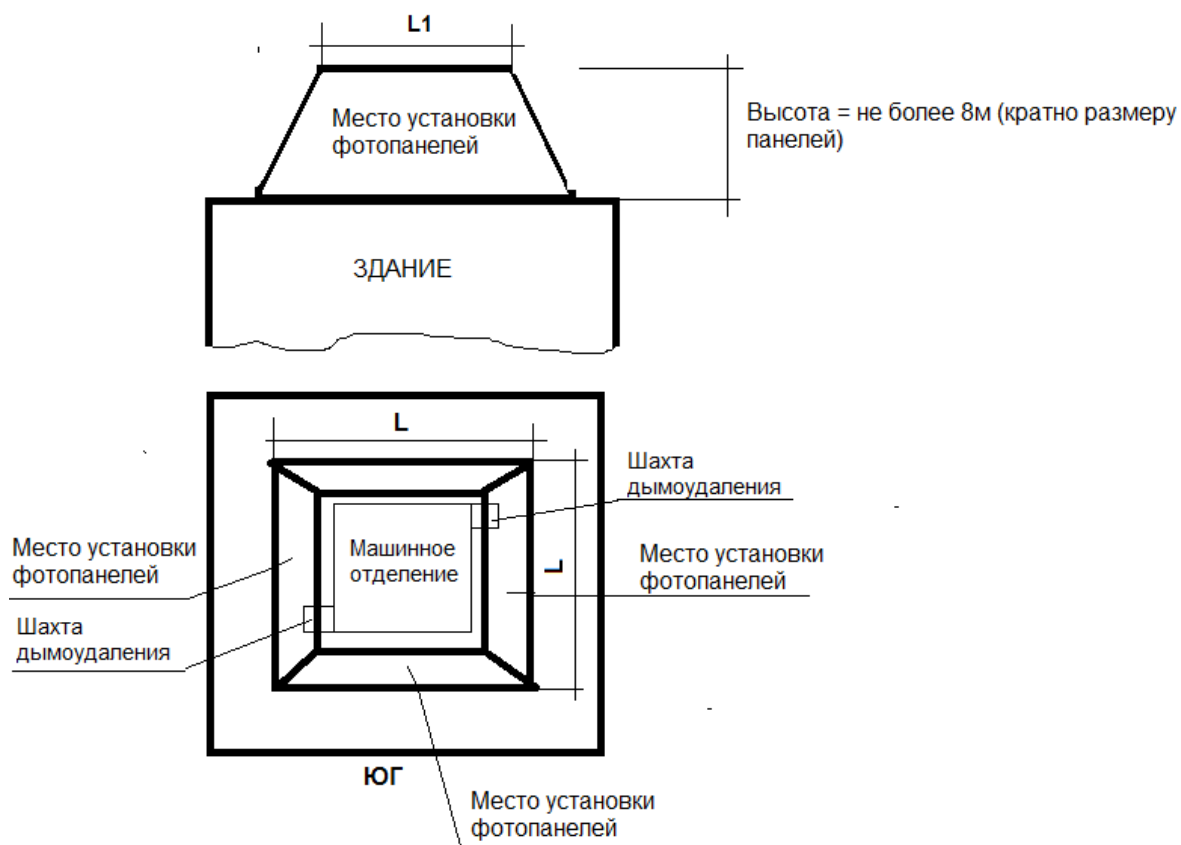


Рис.4 – Эскиз установки солнечных панелей (вариант 2)

При существующих ограничениях (длина грани нижнего основания – 20 м, длина грани верхнего – не менее 12 м, высота пирамиды – не более 8 м.) получаем, что минимальный угол наклона боковой грани к основанию (считая к горизонту) равен 63° .

Таким образом, получаем, что панели размещаются на трёх гранях, представляющих собой трапеции, с ориентациями на восток, юг, запад под углом к горизонту в 63° .

Проведя моделирование, получаем следующие значения для трёх массивов солнечных панелей (таблица 2):

Таблица 2: коэффициенты годовой производительности для размещения солнечных панелей в рамках варианта 2.

№	вариант размещения	коэф. годовой производительности*, кВт ч/кВт	% от эталона
1.	ориентация на юг, 63° к горизонту	910	86
2.	ориентация на восток, 63° к горизонту	684	65
3.	ориентация на запад, 63° к горизонту	698	66
4.	эталон: ориентация на юг, 35° к горизонту	1056	100

* Коэффициент при прочих равных параметрах установки солнечных панелей может изменяться в зависимости от масштаба массива и конкретной модели сетевого инвертора. Для вариантов оптимального распределения панелей в рамках конкретного инвертора значение коэффициента может отличаться от табличного на 3%-5%.

Вывод

Из таблицы 2 видно, что установка солнечных панелей под углом 63° к горизонту с ориентацией на юг дало значительно меньшее падение производительности по сравнению с вариантом 1. Выработка южного массива панелей увеличилась на 37% за счет угла наклона по сравнению с вертикальным расположением. Установка панелей на боковых гранях с ориентацией на восток и запад также увеличило производительность, но в менее значимых масштабах.

1.3. Оценка эффективности варианта 3

Исходя из эскиза (рис. 4) видно, что каркас для солнечных панелей представляет собой параллелепипед.

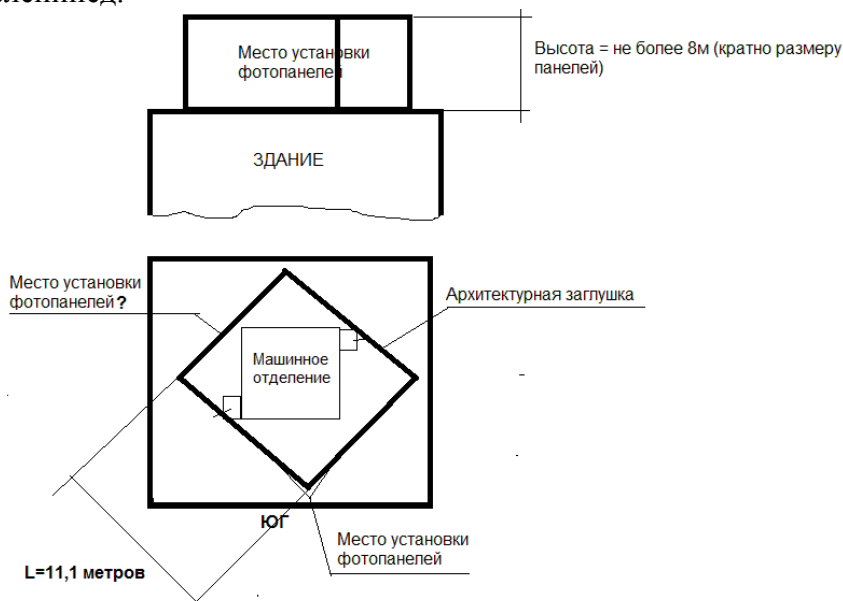


Рис. 4 – Эскиз установки солнечных панелей (вариант 3)

Каждая грань вертикальна (угол к горизонту – 90°) и ориентирована по сторонам света со смещением приблизительно на 30° по часовой стрелке. Таким образом, солнечная станция будет состоять из двух массивов солнечных панелей, установленных вертикально и смотрящих на юго-запад (30° от южного направления) и юго-восток (60° от южного направления). Установка солнечных панелей на северо-западную и северо-восточную сторону не целесообразна, вместо панелей будет установлена для защиты от ветра и целостного органичного внешнего вида конструкции архитектурная заглушка. Но для интереса так же рассмотрим северо-западную сторону.

Проведя моделирование, получаем следующие значения для двух массивов солнечных панелей (таблица 3):

Таблица 3: коэффициенты годовой производительности для размещения солнечных панелей в рамках варианта 3.

№	вариант размещения	коэф. годовой производительности*, кВт ч/кВт	% от эталона
1.	ориентация на юго-запад, 90° к горизонту	645	61
2.	ориентация на юго-восток, 90° к горизонту	604	57
3.	ориентация на северо-запад, 90° к горизонту	544	51
4.	эталон: ориентация на юг, 35° к горизонту	1056	100

* Коэффициент при прочих равных параметрах установки солнечных панелей может изменяться в зависимости от масштаба массива и конкретной модели сетевого инвертора. Для вариантов оптимального распределения панелей в рамках конкретного инвертора значение коэффициента может отличаться от табличного на 3%-5%.

Вывод

Из таблицы 3 видно, что использование северо-западного направления (азимут 120°) не целесообразно. В сравнении с вариантами 1 и 2 видно, что значение коэффициента годовой производительности текущего варианта расстановки солнечных панелей ниже, чем в варианте 2 (установка под углом к горизонту), и приблизительно равны варианту 1 (размещение вертикально).

1.4. Общий вывод по оценке эффективности различных вариантов установки солнечных панелей в рамках рассматриваемого объекта

Исходя из оценки коэффициента годовой производительности солнечных панелей для трёх вариантов установки, можно сделать выводы, что вариант с установкой панелей под углом к горизонту (в данном случае это 63°) с ориентацией на восток, юг и запад дает максимальную производительность, т.е. максимальное количество выработанной электроэнергии на 1 Вт установленной мощности панелей. С финансовой точки зрения это даст максимально быструю окупаемость вложенных средств в сравнении с остальными вариантами.