

Институт пассивного дома ул. Д-р. Вольфанг Файст Райнштрассе 44/46 D-64283 г. Дармштадт

Энергосервисная компания «Стандарт-С»
Офис 907, Бизнес центр МОСТ СИТИ
 ул. Глинки 2
 г. Днепропетровск
 Украина

E-mail general@standard-s.com.ua

Институт пассивного дома
 Д-р Вольфанг Файст
 Райнштрассе 44/46
 64283 г. Дармштадт, Германия

Тел. +49(0)6151/826 99-15
 Факс +49 (0) 6151/826 99-11

Wolfgang.hasper@passiv.de
www.passiv.de

г. Дармштадт, 20.12.2018

Здание школы № 6, ул. Козацкая 44, в 52501 Синельниково, Украина (общего Н-типа)

Отчет о результатах оценки и рекомендации по ремонту

Стандартный план школы в формах PH1 представляет двухэтажное, местами трехэтажное здание общей площадью приблизительно 5200 м². По своим размерам это достаточно компактное здание. Расчеты энергетического баланса в рамках анализа данного здания были проведены с использованием пакета программного обеспечения для проектирования пассивного дома (PHPP 9.3), на основе EN 13790. Работы были разделены на следующие этапы

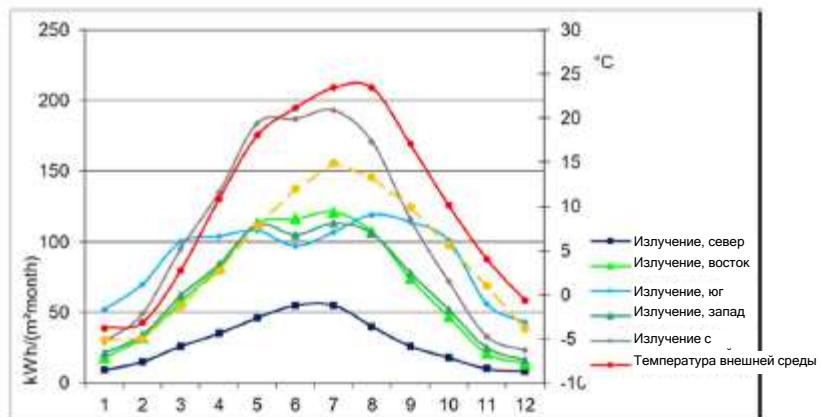
Климатические данные

- Оценка климатических данных, полученных из разных источников, включая спутниковые данные. Для последующих исследований был использован следующий пакет данных

Месяц	Тепловая нагрузка												Нагрузка на систему отопления		Коэфф. выхл. в PER			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Погода 1	Погода 2		Погода 1	Погода 2	
Дни	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	Погода 1	Погода 2	Погода 1	Погода 2		
id-02-UAD0 02a-Днепропетровск	Широта °	48.4	Долгота °	35.1	Высота над уровнем моря (м)	147	Амплитуда дневных колебаний температуры, лето (K)					119	Излучение (Вт/м²)		Излучение (Вт/м²)			
Температура внешней среды	-3.8	-3.2	2.7	10.8	18.0	21.1	23.4	23.4	17.0	10.1	4.0	-0.7	-13.0	-7.2	27.3	25.9		
ис (кВт/мес)	Излучение север	9	15	26	35	46	55	55	40	26	18	10	8	12	8	87	51	1.25
ис1 (кВт/мес)	Излучение восток	18	32	58	82	113	116	121	107	74	47	21	14	23	11	214	165	1.20
ис2 (кВт/мес)	Излучение юг	52	70	100	104	108	97	107	119	114	101	56	43	70	20	195	257	1.65
ис3 (кВт/мес)	Излучение запад	21	34	62	84	112	105	113	106	78	52	25	18	27	11	209	174	1.15
ис4 (кВт/мес)	Излучение с горизонтальной поверхности	29	49	95	135	184	187	193	171	116	72	33	23	36	19	338	256	1.30
ис5 (кВт/мес)	Температура конденсации	-5.1	-5.0	-1.3	2.7	7.8	12.0	14.9	13.3	9.9	5.8	1.0	-3.8			16.5	14.0	
ис6 (кВт/мес)	Температура неба	-15.0	-15.4	-10.2	-4.5	0.8	6.0	9.4	7.7	3.0	-2.0	-7.2	-12.8			13.8	14.0	
ис7 (кВт/мес)	Температура земли	11.7	13.6	13.8	14.4	15.3	15.6	15.1	15.0	15.6	15.2	13.9	13.6	13.8	14.1	14.1		
Комментарий	Температура в 2004-2014 на основе данных Meteonorm & ASHRAE 2017																	

Бытовая электроэнергия
 Горячая вода для бытовых нужд
 Отопление
 Охлаждение

Осушение



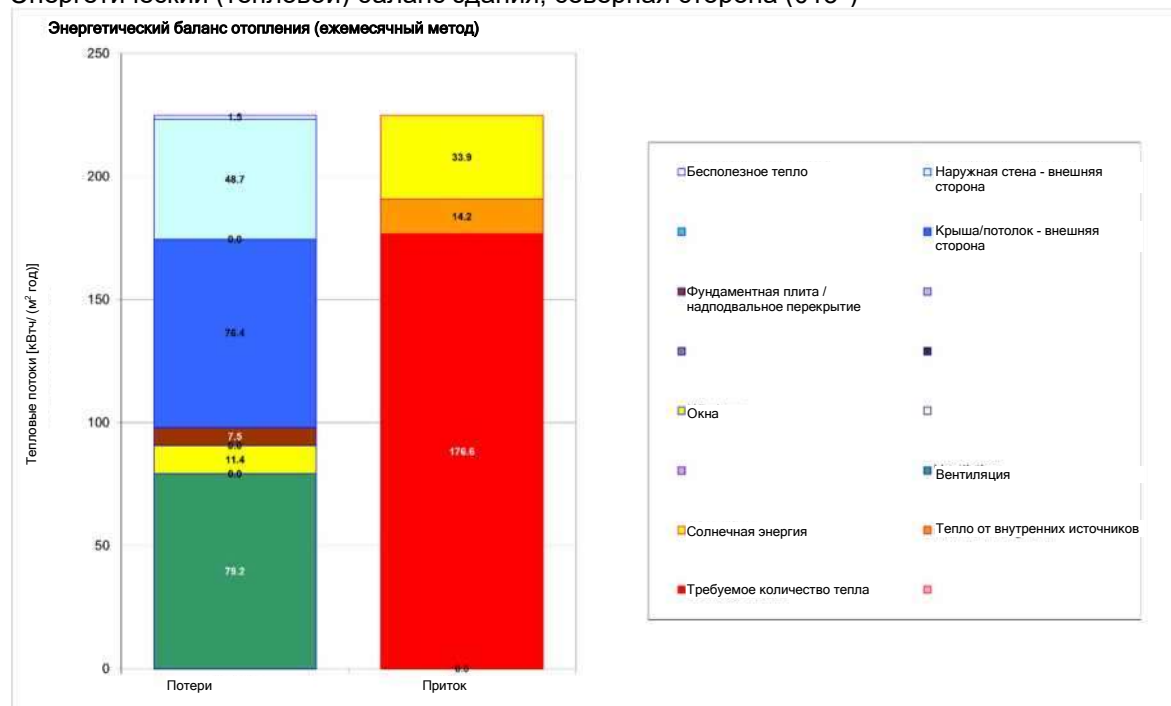
Климатические условия предполагают значительный уровень солнечного излучения даже в зимние месяцы и, таким образом, обеспечивают полное соответствие стандартам континентального климата с холодной ясной зимой и достаточно теплым летом.

Расчет энергетического баланса

2. В общих чертах был определен расчет энергетического баланса для соответствующего типа здания с учетом объектов затенения.

. Основной фасад здания смотрит на север с легким отклонением на восток (013°), а остальные стены направлены на 103° , 193° и 283° соответственно. Чтобы проиллюстрировать эффект ориентации здания и сделать выводы применимо к другим зданиям подобного типа, расположенным в других местах, здание было повернуто по часовой стрелке на 90° одновременно по отношению к другим сторонам света ($+13^\circ$). Документация по энергоэффективности для данного здания была составлена на основе полученных результатов.

Энергетический (тепловой) баланс здания, северная сторона (013°)




Выводы по имеющемуся зданию

Имеющиеся данные по производительности являются типичными для непереоборудованного здания данного периода возведения. В связи с отсутствием данных по воздушной проницаемости здания, стоило сделать предположение о том, что $n_{50}=3 \text{ h}^{-1}$. Учитывая размеры и форму здания, данный факт является вполне правдоподобным. Тем не менее, в случае увеличения утечки воздуха уровень энергопотребления также возрастет.

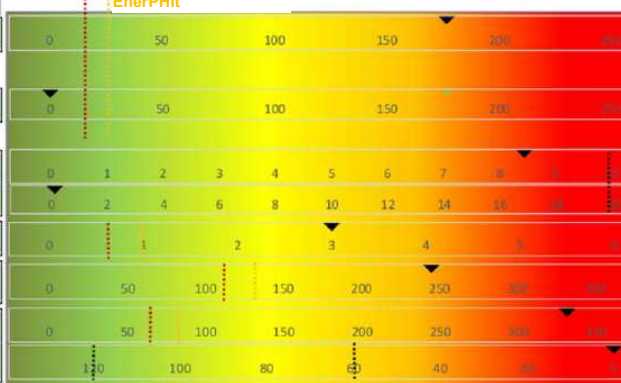
Даже в имеющихся условиях обеспечить летний комфорт в здании невозможно, что связано с отсутствием затеняющих (солнцезащитных) устройств и непринятием мер по удалению тепла из здания.

Сравнение с фактическими данными потребления энергии, а также дополнительной информацией продемонстрировало, что здание в полной мере (в соответствии с требуемой необходимостью) никогда не отапливалось и учащиеся посещают школу в теплой одежде. Упомянутые данные потребления энергии могут быть представлены, исходя из предположения, что средняя температура воздуха в помещении составляет приблизительно 10°C .

Тем не менее, расчет энергетического (теплого) баланса основывается на предположении, что здание школы в полной мере отапливалось в дневное время и не отапливалось только ночью и на выходных (действительная температура воздуха в помещении - $14,8^\circ\text{C}$). Это, в свою очередь, позволяет сделать вывод о наличии условий, являющихся комфортабельными для человека, и прийти к результатам исследований по переоснащению, которые указывают на вполне адекватный уровень отопления. Данное предположение также является действительным согласно документации по энергоэффективности.

Документация по энергоэффективности		Действительно до:	17.12.2028г.			
		Здание:	Школа № 6, Н-тип			
		Улица:	Козацкая, 44			
		Почтовый индекс/город:	52501	Синельниково		
		Территория/страна:	Днепропетровск	UA-Украина		
		Тип здания:	Школа			
		Климатические данные:	ud---02-UA0002a-Dnepropotrowsk			
		Климатическая зона:	3: Умеренно прохладная	Высота над ур. моря:	106,4 м	
		Владелец/клиент:	Совет Синельниково, Стандарт-С, офис 907, МОСТ СИТИ			
		Улица:	Глинки 2			
		Почтовый индекс/город:	49000	Днепропетровск		
Территория/страна:	Днепропетровск	UA-Украина				
Архитектура:	Не требуется		Механическая система:	Не требуется		
Улица:						
Почтовый индекс/город:						
Территория/страна:						
Энергетическое консультирование:	Институт пассивного дома ул. Д-р. Вольфанг Файст		Сертификация:	Нет данных		
Улица:	Райнштрассе 44/46		Улица:			
Почтовый индекс/город:	64283	Дармштадт	Почтовый индекс/город:			
Территория/страна:	Гессен	DE-Германия	Территория/страна:			
Год постройки:	Приблизительно 1960	Внутренняя температура, зима [°C]:	14,8	Внутренняя температура, зима [°C]:	25,0	
Кол-во зданий:	1	Внутреннее тепло (IHG) в случае отопления [Вт/м²]:	2,8	Внутреннее тепло (IHG) в случае охлаждения [Вт/м²]:	2,8	
Кол-во пользователей:	600,0	Удельная емкость [Вт/К на м² площади]:	204	Машинное охлаждение		

Особые характеристики здания, исходя из общей площади		Passive House EnerPHit		Данное здание	
Отопление помещений	Общая площадь м²	5224.8			
Требуемое количество тепла кВт·ч/(м² год)		177			
Охлаждение помещений	Потребность в охлаждении и осушении воздуха кВт·ч/м² год	0			
Частота перегрева (> 25 °C) %		8			
Частота чрезмерно высокой влажности (> 12 г/кг) %		0			
Уровень герметичности	Результаты испытания на герметичность*	3			
Невозобновляемая первичная энергия (PE)	Расход первичной энергии кВт·ч/м² год	245			
Возобновляемая первичная энергия (PER)	Расход возобновляемой первичной энергии кВт·ч/м² в год	331			
	Генерирование возобновляемой энергии** кВт·ч/м² год	0			



*оценочные
**исходя из площади застройки здания

Я подтверждаю, что значения, представленные в данном документе, были определены в соответствии с методологией PHPP, а также на основе характеристик здания. Расчеты PHPP прилагаются к документации по данной проверке.

Задание: _____ Имя: **Вольфанг** Фамилия: **Хаспер** Подпись: _____

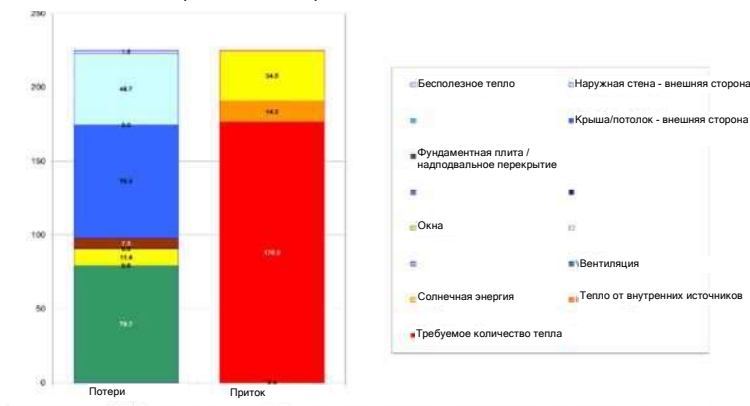
Издано: **17.12.2018г.** Город: **г. Дармштадт, Германия**

Данный документ основан на расчетах использованием пакет программного обеспечения для проектирования пассивного дома (PHPP) и, таким образом, полностью соответствует данным EN 13790 незначительными изменениями. Результаты ссылаются на критерии Пассивного дома/EnerPHit, представленные Институтом пассивного дома, ул. Д-р. Вольфанг Файст, г.Дармштадт, Германия. Мы не берем на себя ответственность за полезность представленных данных либо за их соответствие каким-либо национальным стандартам. Пакет программного обеспечения для проектирования пассивного дома

(PHPP) Версия 9.3

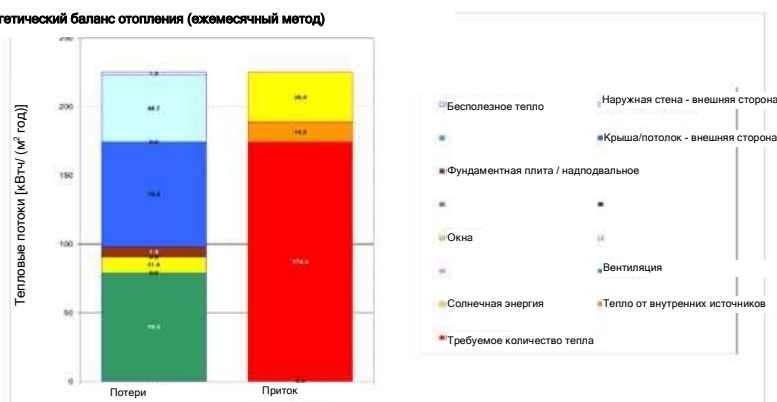
Энергетический (тепловой) баланс здания, восточная сторона (103°)

Энергетический баланс отопления (ежемесячный метод)

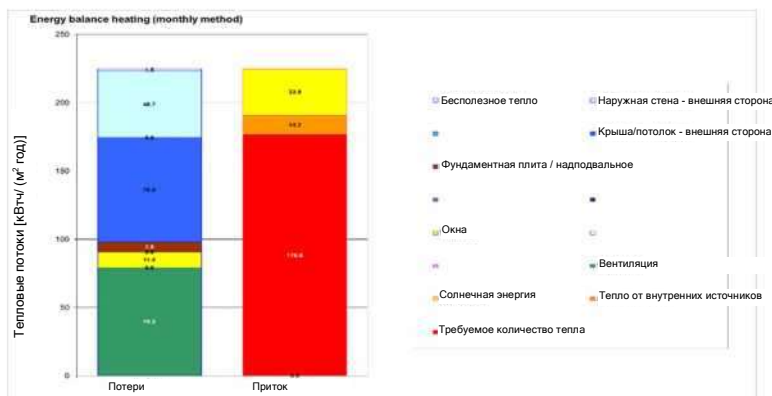


Гипотетический энергетический (тепловой) баланс здания, южная сторона (193°)

Энергетический баланс отопления (ежемесячный метод)



Гипотетический энергетический (тепловой) баланс здания, западная сторона (283°)



Выводы относительно вращения

Отдельно составленный баланс демонстрирует очень скромную разницу: потребность в отоплении отличается только на 3 кВт·ч/(м²·год). Это объясняется благоприятным уровнем изоляции и достаточно равномерным распределением окон по периметру здания.

Полученные результаты предполагают, что данный отчет будет также вполне применим для зданий данного типа (Н-тип), расположенных в других местах.

Тем не менее, изменение расположения здания позволит улучшить уровень энергоэффективности и увеличить количество свободного тепла и уровень солнечных теплопоступлений.

Потенциал переоборудования здания

1. Потенциал переоборудования здания был также исследован. Цели переоборудования были определены как необходимость соответствия критериям EnerPHit, определенным Институтом пассивного дома. Детальную информацию по данному вопросу можно найти по следующей ссылке:

https://passivehouse.com/downloads/03building_criteria_en.pdf

Представленный ниже проект подтверждает, что большая часть окон еще не являются очень старыми и не требуют преждевременной замены по экономическим причинам.

Требования к системам вентиляции на кухне и в столовой не были рассмотрены отдельно в рамках данного предварительного исследования в виду отсутствия детализированной информации. Тем не менее, приготовление еды для 500 учащихся было учтено.

В целях удовлетворения соответствующих критериев адекватным может быть следующий комплекс мер:

- изоляция наружных стен - 220 мм $\lambda=0,040$ Вт/(мК) и изоляция крыши - 280 мм $\lambda=0,040$ В/(мК) (или эквивалентные комбинации толщины и теплопроводности)
- отсутствие изоляции для пола, но обеспечение изолирующей юбки по периметру на глубине 1 метра (толщиной 200мм) $A=0,040$ Вт/(мК)
- уровень герметичности был увеличен до $n_{50}=0.4h^{-1}$, что соответствует проницаемости $\sim q_{50}=1.0$ мh⁻¹
- вентиляция с эффективной интенсивностью рекуперации тепла 80% 18 м³/(чел.час)
- замена котлов с заземленным электрическим тепловым насосом.

В случае ограничения финансовых возможностей возможным вариантом является выполнение процедуры переоборудования здания в несколько этапов. Необходимо четко определить последовательность отдельных предпринимаемых мер в целях достижения удовлетворительных промежуточных условий.

Сферы предпринимаемых мер могут включать:

- герметизация крыши + изоляция крыши; дешево и эффективно, как того требует цельная поверхность без окон. Избегайте тепловых мостов на парапете.
- добавление систем вентиляции с рекуперацией тепла (HR); что имеет результатом улучшение качества внутреннего воздуха и, следовательно, условий обучения; замена систем освещения на энергосберегающее оборудование с автоматическим изменением интенсивности освещения на основе компетентных светотехнических расчетов. (Установленная мощность < 1,5 Вт/(м²*100лк); автоматическое выключение во время перемен).
- герметизация стен/пола + изоляция стен + обеспечение изолирующей юбки
- замена котлов со слабыми насосами (<100 кВт); организация технического помещения в рамках теплового контура здания и отказ от использования котельных. Дальнейшее использование имеющихся радиаторов с применением их тщательной проверки. Рассмотрение варианта обратной операции для охлаждения пространства.

Комплекс всех предпринятых мер приведет к значительному улучшению энергоэффективности в приблизительном соответствии с

критериями EnerPHit Института пассивного дома. Необходимо отметить, что данные основаны на действительной температуре воздуха в помещении, равной 19°C, в результате полноценного отопления в дневное время и понижении не более чем до 17°C в ночное время, на выходных, праздничные дни. В обратном случае время и объем требуемой для отопления энергии превысит допустимые границы, без превышения размеров системы отопления.

Особые характеристики здания, исходя из общей площади				Критерии		Альтернативные критерии		Удовлетворено? ²
Общая площадь м ²		5224.8						
Отопление помещений	Требуемое количество	19	≤	25	-			Да
	Тепловая нагрузка Вт/м ²	14	≤	-	-			
Охлаждение помещений	Потребность в охлаждении и осушении	5	≤	15	15			Да
	Нагрузка на систему охлаждения Вт/м ²	6	≤	-	11			
	Частота перегрева (> 25 °C) %	-	≤	-	-			
	Частота чрезмерно высокой влажности (> 12 г/кг) %	1	≤	10	-			
Уровень герметичности	Результаты испытания на герметичность*	0.4	≤	1.0	-			Да
Невозобновляемая первичная энергия (PE)	Расход первичной энергии кВт·ч/м ² в год	96	≤	-	-			-
	Расход возобновляемой первичной энергии кВт·ч/м ² в год	47	≤	50	47			Да
Возобновляемая первичная энергия (PER)	Генерирование возобновляемой энергии** кВт·ч/м ² год	70	≥	60	52			

² Пустое поле: данные отсутствуют;
 <->: данные не требуются

Результирующий расход тепла, равный 19 кВт·ч/(м²год) превышает требование 25 кВт·ч/(м²год). Тем не менее, текущая концепция проекта находится на раннем этапе разработок и значительное (критическое) количество детальной информации, связанной с потерями тепла в рамках тепловых мостов, еще не были в достаточной степени изучены.

В обозримом будущем потребуются замена окон. Следует дождаться разработки проекта с учетом всех деталей, чтобы облегчить процедуру замены, включая применение герметичного слоя и установки новых окон в рамках изоляционного слоя.

В любом случае замена окон должна предполагать установку окон пассивного дома, которые смогут обеспечить необходимый уровень чистого тепла на протяжении отопительного периода.

Влияние данной меры также было исследовано и имело результатом разработку полного стандарта Пассивного дома.

Особые характеристики здания, исходя из общей площади				Критерии		Альтернативные критерии		Удовлетворено? ²
Общая площадь м ²		5224.8						
Отопление помещений	Требуемое количество	14	≤	15	-			Да
	Тепловая нагрузка Вт/м ²	12	≤	-	10			
Охлаждение помещений	Потребность в охлаждении и осушении	7	≤	15	15			Да
	Нагрузка на систему охлаждения Вт/м ²	6	≤	-	11			
	Частота перегрева (> 25 °C) %	-	≤	-	-			
	Частота чрезмерно высокой влажности (> 12 г/кг) %	1	≤	10	-			
Уровень герметичности	Результаты испытания на герметичность*	0.4	≤	0.6	-			Да
Невозобновляемая первичная энергия (PE)	Расход первичной энергии кВт·ч/м ² в год	85	≤	-	-			-
	Расход возобновляемой первичной энергии кВт·ч/м ² в год	40	≤	45	40			Да
Возобновляемая первичная энергия (PER)	Генерирование возобновляемой энергии** кВт·ч/м ² год	70	≥	60	47			

² Пустое поле: данные отсутствуют;
 <->: данные не требуются

Оба варианта (EnerPHit и Пассивный дом) были протестированы с внешними затеняющими (солнцезащитными) устройствами для ограничения поступлений солнечного излучения в летнее время. Выбор необходимо сделать с учетом хорошего дневного освещения даже в условиях полного развертывания. Вероятно, наиболее удобным решением являются внешние жалюзи с пластинками 50 см, закрепленными в горизонтальном положении с автоматическим управлением. При этом для летнего и зимнего периодов необходимо применять различные установки. Тем не менее, предотвращение перегрева является важной целью, которую необходимо учитывать на этапе детальной разработки проекта. Вслед за ограничением солнечного тепла важную роль играет удаление тепла в ночное время, например,

путем пассивной вентиляции посредством автоматического открытия окон. Ситуация в летний период требует особо тщательного изучения в целях обеспечения комфортных условий в любой период времени. Возможно, следует добавить определенное (пиковое) охлаждение, путем организации реверсированной (обратной) работы теплового насоса, с использованием радиаторов в качестве теплообменников на территории здания.

Возобновляемая энергия

4. В условиях обеспечения надлежащей изоляции разумным является добавление PV массива на крыше здания. Это может оказать значительное влияние на расход энергии (особенно если тепловой насос модернизирован для осуществления как отопления, так и охлаждения), и в то же время послужит в качестве отдельного учебного предмета. Ожидаемый результат должен быть достаточным для приблизительного покрытия годовой потребности в энергии для варианта Пассивного дома (окна также должны быть заменены) и в большей части для варианта EnerPHit. В обоих случаях достигается класс «Плюс»

Пассивный дом с PHPP Версия 9.3

Фотоэлектрические системы

Школа № 6, Н-тип / Климатические данные: UA0002a-Dnepropetrovsk TFA: 5225 м² / Отопление: 13.7 кВт/м² в год / Част. перегрева: 22% / PER 37.6 кВт·ч/м² в год

Климатические данные: ud—02-UA0002a-Dnepropetrovsk
Тип здания: Школа
Площадь застройки: 2084,9 м²

Название системы	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5	Опорная система PV
Размещение: Размещение в рабочем листе «Площади»	17-Крыша Спортзал	18-Верхняя часть крыши	19-Средняя часть крыши P	20-Нижняя часть крыши		
Площадь зоны	334,4	526,9	406,5	861,3		м²
Отклонение от севера	0	0	0	0		°
Угол отклонения от горизонтали	0	0	0	0		°
Альтернативный ввод: Отклонение от севера						°
Альтернативный ввод: Угол отклонения от горизонтали						°

Информация паспорта данных

Технология		4-Mono-Si	4-Mono-Si	4-Mono-Si	4-Mono-Si	4-Mono-Si	4-Mono-Si
Номинальный ток	I_{mp}	7,71	7,71	7,71	7,71	7,71	7,71
Номинальное напряжение	U_{mp}	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50	30,50
Номинальная мощность	P_n	235	235	235	235	235	235
Температурный коэффициент, ток короткого замыкания	α	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Температурный коэффициент, напряжение в разомкнутой цепи	β	41,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340
Размеры модуля : Высота		1,658	1,658	1,658	1,658	1,658	1,658
Размеры модуля : Ширина		0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
							1,6
							Площадь модуля [м²]
Дополнительные характеристики							
Количество модулей	N_p	90	150	100	250	0,0	
Плановая высота модуля							м
Высота горизонта	h_{horiz}	33	3,5	3,5			м
Горизонтальное расстояние	a_{horiz}	20,0	20,0	10,0			м
Дополнительный коэффициент сокращения	G_{red}						
Эффективность работы инвертера	η_{inv}	97%	97%	97%	97%	95%	

Результаты

Площадь модуля

Свободная площадь выбранного элемента здания

Выделено на элемент здания

Ежегодные потери из-за затенения

148,3	247,2	164,8	412,0	0,0	0,0	м²
186,1	279,7	241,7	449,2			м²
44%	47%	41%	48%			
59	99	247	0			кВт·ч

Итого

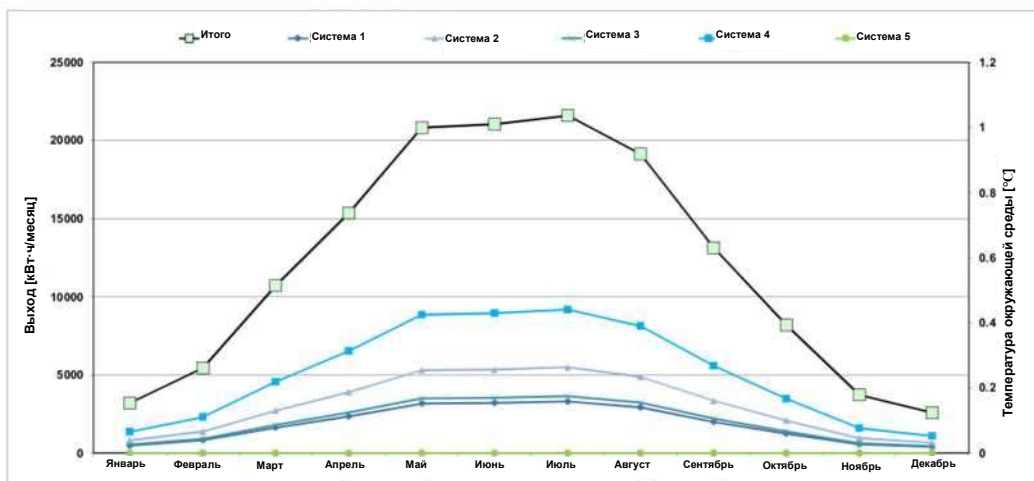
Годовой выход электричества, инвертор (абсолютный)

Относительно плановой площади постройки

Выбросы (эквивалент CO2) в соответствии с коэффициентами 1-CO2 GEMIS (Германия)

PE коэффициент в соответствии с 1-PE-коэффициентами (невозобновляемая энергия), сертификация Института пассивного дома

22108	36846	24383	61575		144912	кВт·ч/год
10,6	17,7	11,7	29,5		70	кВт·ч/м²/год
2874,0	4790,0	3169,8	8004,8		18838,5	кг/год
0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	кВт·ч/м²/кВт·ч



Составлено в г. Дармштадт, 20.12.2018г.



Вольфганг Хаспер

Институт пассивного дома
Страница 10 из 11



