



ПРОЕКТ ПРООН/ГЭФ № 00077154

**«ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ
ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ»**

Отчет 05480/5/01/3-04

(Контракт №. IC: 2013-098-01)

Методическое руководство по мониторингу энергоэффективности и
выполнению расчетов для жилых зданий (Мероприятие № 4)

Ingenieurgesellschaft BBP Bauconsulting mbH
Wolfener Straße 36
D-12681 Berlin

в сотрудничестве с

Initiative Wohnungswirtschaft Ost (IWO) e.V.
Friedrichstraße 95
D-10117 Berlin

Общий объем документа: 37 страниц.

Берлин, 26.03.2014

Александр Шеллхардт (дипломированный инженер)

Эксперт по вопросам энергетической
эффективности в зданиях



Содержание

Стр.

1	Цель.....	3
2	Назначение жилых зданий.....	3
3	Определения.....	3
4	Стандарты энергоэффективности	6
5	Методологический подход к расчету энергоэффективности	9
5.1	Тепловой комфорт	9
5.2	Тепловая защита конструктивных элементов	10
5.3	Вентиляция.....	11
5.4	Освещение.....	12
5.5	Потребность в энергии.....	12
5.5.1	Отопление.....	12
5.5.2	Горячее водоснабжение	13
5.5.3	Охлаждение	13
5.5.4	Рациональное использование электроэнергии.....	14
5.5.5	Технологии измерения, контроля и регулирования	14
5.5.6	Планирование и возведение новых зданий.....	14
5.6	Расчет энергетических характеристик	17
5.6.1	Расчетная модель	17
5.6.2	Потребность в чистой энергии	18
5.6.3	Технические потери, конечная и первичная энергия.....	18
5.6.4	Расчет баланса полезной энергии	18
5.6.5	Расчет потерь при передаче, распределении и аккумулировании	21
5.6.6	Расчет конечной энергии.....	23
5.6.7	Первичная энергия.....	25
5.6.8	Способ расчета для жилых зданий	25
6	Управление качеством энергии	26
6.1	Участники/ Обязанности	26
6.2	Документация	27
6.3	Принцип эффективности затрат.....	32
7	Мониторинг	32
8	Источники	35



1 Цель

Настоящий отчет основан на предыдущих отчетах по проекту и содержит предварительные методические рекомендации по мониторингу и расчетам показателей энергоэффективности для жилых зданий.

2 Назначение жилых зданий

Жилые здания защищают людей от воздействия погодных факторов. Это место, где люди проводят большую часть своей жизни, удовлетворяя свои биологические и культурные потребности. В конечном итоге, главным приоритетом в использовании жилых помещений является здоровье людей.

Таким образом, для жилых зданий необходимы надлежащие системы отопления, вентиляции и освещения. Они должны быть оборудованы таким образом, чтобы обеспечивать удовлетворение санитарно-гигиенических потребностей. Это требует непрерывной подачи тепловой и электрической энергии для целей отопления, горячего водоснабжения, вентиляции, охлаждения и освещения.

Основными задачами в жилых зданиях являются обеспечение теплового комфорта, качества воздуха, гигиены, а также акустического комфорта и противопожарной защиты. Эта цель должна быть достигнута при минимальном потреблении энергии. Требования, предъявляемые к ограничению энергетических потребностей, должны устанавливаться с учетом граничных условий эксплуатации: климатические факторы внешней среды, температура воздуха в помещении, расход воздуха из расчета на человека/кв. метр, расход горячей воды, круглосуточное и круглогодичное использование, пиковая нагрузка утром и вечером.

3 Определения

Последовательная методология требует ясности терминов и единообразного применения методов. С этой целью необходимо дать определения терминов. Метод в виде математической модели реализуется через последовательность четко определенных вычислительных шагов. Это отражено в профессиональном программном обеспечении.

Термин	Описание ¹
Энергопотребление	Измеренное количество энергии
Потребность в энергии	Расчетное количество энергии, определяемое на основании граничных условий
Чистая потребность в энергии (для отопления, охлаждения, освещения, централизованного ГВС)	Определяется путем расчета потребности в энергии, которая необходима для поддержания определенного микроклимата в пределах некоторой зоны в здании (тепловой режим, качество освещения в определенный период времени)

¹ см. [12]



Термин	Описание ¹
Потребность в конечной энергии	<p>Расчетное количество энергии, которое инженерные системы (система отопления, система кондиционирования воздуха, система нагрева воды, системы освещения) поставляют для обеспечения определенной температуры в помещениях, нагрева воды и желаемого качества освещения в течение всего года.</p> <p>NOTE: Это количество энергии включает в себя вспомогательную энергию, расходуемую на собственные нужды для эксплуатации инженерно-технического оборудования. Конечная энергия передается в "интерфейсные" ограждающие конструкции здания и, следовательно, представляет собой то количество энергии, которое необходимо потребителю для целевого использования нормативных ограничений. В этом контексте конечная энергия поступает от используемых энергоисточников.</p>
Потребность в первичной энергии	<p>Расчетное количество энергии в дополнение к энергосодержанию топлива и необходимой вспомогательной энергии для технических систем также включает количество энергии, выработанное в процессе предыдущих вышерасположенных цепочек технологических операций вне здания при производстве, преобразовании и распределении топлива или материалов, используемых в каждом случае</p>
Энергоэффективность	<p>Оценка энергетической эффективности зданий путем сравнения показателей энергопотребления с эталонными значениями (то есть, сопоставимыми с показателями энергопотребления в экономически реализуемых новых или отремонтированных зданиях) или путем сравнения показателей энергопотребления с сопоставимыми значениями (то есть, со средними значениями показателей энергопотребления в сопоставимых зданиях)</p>
Граница энергетического баланса	<p>Граница зоны или зоны обслуживания, для которой рассчитывается энергетический баланс</p>
Балансовый период	<p>Период для учета соответствующих энергетических потоков в здании</p>



Термин	Описание ¹
Поверхность ограждающих конструкций или поверхность теплообмена	<p>Внешняя граница кондиционируемой зоны</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 Поверхность ограждающих конструкций или поверхность теплообмена, граница между кондиционируемым помещением и наружным воздухом, землей или некондиционируемым помещением. На этих участках происходит потеря или поступление тепла в охлаждаемые / отапливаемые помещения, и потому она называется «поверхность теплообмена». Для упрощения термины «ограждающие конструкции» и «поверхность теплообмена» используются параллельно.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 Поверхность ограждающих конструкций или поверхность теплообмена формируется материальными границами, как правило, внешним фасадом здания, внутренним пространством, надподвальным перекрытием, потолочным перекрытием верхнего этажа или крышей.</p>
Базовая поверхность Чистая площадь пола	Полезная площадь в пределах кондиционируемого объема здания
Общий объем Внешний объем	Объем здания или зоны здания, определенный на основании его наружных размеров, который включает, по меньшей мере, все помещения в здании или зоне, которые непосредственно или косвенным образом кондиционируются в соответствии со своим целевым назначением.
Полезный объем Объем воздуха (полезный объем, внутренний объем)	<p>Объем кондиционируемой зоны или всего здания, в котором осуществляется воздухообмен.</p> <p>Полезный объем определяется на основании внутренних размеров и, таким образом, не включает объем строительных конструкций. Он определяется путем умножения соответствующей чистой площади пола на внутренний габарит по высоте.</p>
Потери в инженерных системах	Потери (теплопередача) на этапах технологических операций в процессе преобразования конечной энергии в полезную, то есть, при передаче, распределении, аккумулировании и выработке энергии.



Термин	Описание ¹
Возобновляемая энергия	<p>Энергия от источника, запасы которого не уменьшаются в процессе получения энергии, например, солнечная энергия (термическая и фотоэлектрическая), ветровая, гидроэнергия, энергия биомассы.</p> <p>Энергия из источников, которые по человеческим масштабам являются неисчерпаемыми, то есть, которые доступны в неограниченном количестве, представляет собой энергию из окружающей среды. Энергия биомассы (в твердом, газообразном и жидком виде), будучи возобновляемым ресурсом, также относится к возобновляемым источникам энергии ограниченной доступности.</p>
Вспомогательная энергия	Энергия, дополнительно используемая для работы насосов, вентиляторов, электронного оборудования систем отопления, охлаждения, горячего водоснабжения, вентиляции для целей подачи полезной энергии.

4 Стандарты энергоэффективности

В целом, определенный стандарт энергопотребления достигается за счет использования конструктивных мер, а также соответствующих инженерных систем. Поведение пользователя не оказывает влияния на стандарт, но влияет на фактический уровень энергопотребления. В рамках требований можно провести различие между правовыми нормами и добровольными стандартами.

Страны различаются главным образом в части сферы применения правовых норм, а также важность механизмов контроля за их соблюдением. В Австрии, к примеру, используются региональные стандарты, подобно тому, как это делается в Швейцарии, с проведением обязательных инспекций. В связи с этим австрийская структура стандартов весьма сходна со швейцарской. В Германии, однако, общепринятый установленный стандарт является обязательным к исполнению. В Бельгии стандарты применяются в региональном масштабе и контролируются исключительно на добровольных основах. Сфера действия стандарта может распространяться на всю страну (как, например, в Германии). Встречается также дифференциация по регионам (например, в Австрии).²

Стандарты могут применяться в качестве «элементных стандартов» и устанавливать индивидуальные предельные нормы для конструктивных элементов зданий. С другой стороны, стандарты «энергопотребления» рассматривают все функции здания в комплексе, включая потребителей электроэнергии и возобновляемые источники энергии в идеальном случае.

² ср. [8]

Таблица 1 Определение максимальных показателей энергопотребления зданий в различных европейских странах³ (по состоянию на 2003 г.)

страна	метод			единица измерения				параметры													
	q _{max}	q _{Ref}	компоненты	CO ₂	q _P	q _f	q _n	размер	форма	местный климат	температура помещения	заселенность	внутреннее тепловыделение	топливо	размер окон	ориентация	Выключение в ночное время	освещение	ГВС	механическая вентиляция	
Австрия								X													
Чехия								X	X												
Бельгия								X	X	X								X			X
Дания								X	X												X
Финляндия								X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Франция								X	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X	X		
Германия								X	X											X	
Греция								(X)	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Ирландия								X	X												
Италия								X	X	X	X		X								X
Литва								X	X	X	X										X
Норвегия								X	X	X											
Португалия								X	X	X	X		X		(X)	X	X				(X)
Россия								X	X	X	X	X	X		X	X	X				X
Швеция								X	X	X	X	(X)	(X)	(X)	X	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
Швейцария								X	X	X	(X)	(X)	(X)								(X)
Нидерланды								X	X			X									X
Англия								X													

В первые годы после Второй мировой войны были определены первые параметры для описания термофизических требований к зданиям. В 1950-х годах эти требования ограничивались максимальными коэффициентами теплопередачи (общий коэффициент теплопроводности U-value или коэффициент теплопроводности k-value) и, соответственно, минимальными коэффициентами сопротивления теплопередаче (R-value) из соображений гигиены. В связи со случившимся в 1970-х годах нефтяным шоком, требования по ограничению отопительной нагрузки ужесточились, и обязательным стал расчет теплопотерь в результате теплопередачи через ограждения для всех ограждающих конструкций здания. В 1980-х годах требование по ограничению отопительной нагрузки в очередной раз ужесточились, и была разработана методология для расчета отопительной нагрузки с учетом потерь в результате теплопередачи через ограждения и вентиляции, а также внутреннего тепловыделения и солнечных теплопоступлений. Дальнейшее ужесточение требований произошло в 1990-х годах, а с наступлением нового тысячелетия требования стали распространяться на ограничение

³ см. [8], стр. 27



потребления конечной или первичной энергии и потерь в результате теплопередачи через ограждения, а также была разработана методология для расчета энергетической эффективности зданий с учетом различных параметров.

В Беларуси стандарт энергоэффективности определяется исходя из чистых затрат энергии на отопление, то есть, удельного потребления тепловой энергии на цели отопления и вентиляции во время отопительного сезона. Стандартные значения приведены в Таблице 2. В части удельных чистых затрат энергии на отопление определены классы энергоэффективности, которые приведены в Таблице 3. Новые здания должны соответствовать как минимум классу А. Классы А+ ... С присваиваются существующим зданиям при капитальном ремонте, в то время как классы D ... G присваиваются эксплуатируемым зданиям, для того чтобы определить приоритетность мер по реконструкции и тепловой модернизации этих зданий для административных органов Республики Беларусь..⁴

Таблица 2 Стандартные значения удельного потребления тепловой энергии на цели отопление и вентиляции во время отопительного сезона для жилых зданий q_h^{req} , кВт·ч/м² (МДж/м²)⁴

№ этажей в здании	Витебск	Минск	Гродно	Могилев	Брест	Гомель
1..3	108 (388)	96 (346)	88 (315)	101 (364)	79 (283)	92 (329)
4	65 (232)	55 (198)	50 (179)	58 (210)	44 (158)	52 (189)
5	63 (226)	53 (191)	49 (175)	57 (205)	43 (154)	51 (185)
6	62 (220)	51 (184)	47 (168)	55 (198)	42 (150)	50 (178)
7	59 (213)	50 (180)	45 (162)	53 (191)	40 (144)	48 (171)
9	58 (210)	49 (176)	44 (158)	52 (187)	39 (140)	47 (168)
12	57 (206)	48 (173)	43 (155)	51 (183)	38 (137)	46 (165)»

⁴ см. [5] цитата из: ТКП 45-2.04-196-2010 (02250) «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения»



Таблица 3 Классы жилых и муниципальных зданий по показателям потребления тепловой энергии на цели отопления и вентиляции ⁴

Класс	Класс здания по показателям удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию	Отклонение ('+' или '-') номинальных (фактических) значений удельного потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания q_h^{des} от стандартных значений, приведенных в Таблице 2, %	Рекомендованные меры для административных органов
A+	Очень высокий*	от - 30 до -100	Экономические стимулы
A		от - 20 до -30 включительно	
B		от - 10 до -20 включительно	
C	Нормальный	от + 10 до 10 включительно	-
D	Пониженная	от + 10 до + 50 включительно	Организационные меры по сокращению утечки тепла из здания
E	Низкий	от + 50 до + 125 включительно	Модернизация установок в здании
G	Очень низкий	Свыше 125	Модернизация установок и тепловая модернизация здания

5 Методологический подход к расчету энергоэффективности

При проектировании энергоэффективных зданий необходимо свести к минимуму их потребность в полезной (чистой), поставленной (конечной) и первичной энергии (см. определения выше). **Планирование осуществляется на основе следующего принципа: Минимизация энергетических потребностей пассивными средствами имеет приоритет перед оптимизацией обеспечения энергетических потребностей.** То есть, прежде всего, необходимо обеспечить максимально низкий расход энергии, насколько это возможно при помощи пассивных средств. Обеспечение потребностей в полезной энергии должно осуществляться с использованием технических систем с минимальными потерями, причем в каждом случае необходимо проводить проверку на предмет использования возобновляемых источников энергии.

5.1 Тепловой комфорт

Основой для общего благосостояния человека является тепловой комфорт. Кроме того, способ обеспечения теплового комфорта влияет на потребление энергии и связанные с этим операционные издержки. Степень приемлемости микроклимата с учетом таких факторов, как тепловой комфорт, качество воздуха, шум и освещения, как правило, оценивается на очень разных уровнях, причем тепловые качества характеризуются сильной корреляцию со степенью удовлетворенности пользователя.

Компактный дизайн является одним из важнейших базовых компонентов в планировании низкоэнергетических зданий. Он характеризуется отношением площади тепловой оболочки здания к его объему (так называемое соотношение A/V). Чем меньше этот коэффициент, тем более компактной является строение и тем ниже значение удельных тепловых потерь при теплопередаче. Выступы, углубления и вертикальные смещения увеличивают площадь теплопередающей поверхности ограждающих конструкций, в то время как объем здания, как правило, остается практически неизменным, результатом чего является высокое неблагоприятное значение соотношения A/V. Кроме того, в результате этого увеличиваются затраты на строительство и становится сложнее контролировать воздухопроницаемость соединений, а также мостики холода при планировании и реализации.



Однако, для того чтобы уменьшить потребность в энергии на цели освещения и снизить уровень технической сложности для организации механической вентиляции, а также, что особо важно, повысить уровень комфорта для пользователей, техническое решение должно обеспечивать высокие показатели естественного освещения, а также возможность естественной вентиляции, что в некоторой степени может противоречить принципу компактного дизайна.

Техническая концепция должна учитывать взаимодействие между инженерными системами и их эксплуатацию оператором/пользователем.

5.2 Тепловая защита конструктивных элементов

Уровень тепловой защиты конструктивных элементов должен превосходить существующие требования. Рекомендуемые коэффициенты теплопередачи: для непрозрачных элементов $U_{\text{непрозр}} \leq 0,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ и для прозрачных элементов $U_{\text{прозр}} \leq 0,80 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ в качестве среднего значения. Качество окон, а также коэффициент площади остекления оказывает немалое влияние на выполнимость требований к тепловому комфорту с минимальными энергозатратами. Высокие требования к теплоизоляции конструктивных элементов требуют, соответственно, большей толщины изоляции или применения инновационных материалов с минимальными показателями теплопроводности для непрозрачных элементов. Для прозрачных элементов рекомендуется использовать трехслойное остекление. С учетом высоких стандартов тепловой защиты непрозрачных элементов, как правило, около половины теплопотерь при теплопередаче приходится на окна. По этой причине, коэффициент площади остекления необходимо оптимизировать в плане обеспечения естественного освещения.

Коэффициент энергопроницаемости (g-value) остекления является ведущим фактором в определении степени уменьшения количества проникающего в помещение солнечного света и, следовательно, в предотвращении чрезмерного нагревания воздуха в помещении в летнее время. Солнцезащитное остекление обеспечивает этот эффект за счет поглощения или отражения солнечного света. Однако при использовании солнцезащитного остекления рекомендуется обратить внимание на обусловленное им уменьшение теплопоступлений, которые могут быть важны для теплового баланса в отопительный сезон.

Для достижения наилучшего соотношения положительных и отрицательных аспектов теплозащита в летнее время может быть обеспечена при помощи солнцезащитных систем требуемого уровня, которые не оказывают отрицательного влияния на тепловой баланс в зимний период. «Умные» солнцезащитные системы функционируют в зависимости от положения солнца: так, например, существуют системы с интегрированной функцией управления освещенностью на базе светоотражающих элементов, которые не пропускают прямое солнечное излучение в здание, но создают приятную яркость за счет отражения, без слепящего света в помещении. Существуют еще более простые системы, которые просто не пропускают излучение от более высоко стоящего солнца в летнее время, но при этом используют зимнее солнце, стоящее намного ниже, в качестве внешнего источника тепла, что в свою очередь означает, что даже за счет таких минимальных усилий зимой снижается тепловая нагрузка здания, а летом можно снизить нагрузку по охлаждению.

Пассивное использование солнечной энергии может способствовать снижению отопительной нагрузки. Здания с высокой плотностью заселения и высококачественным техническим оборудованием также характеризуются высоким уровнем внутреннего тепловыделения, что в совокупности с солнечными теплопоступлениями может привести к перегреву здания в зимний период. Таким образом, необходимо оптимизировать прозрачные участки, как в части использования естественного света для освещения помещений, так и в части использования элементов, пропускающих солнечный свет, для пассивного использования теплопоступлений во время отопительного сезона. В то же время, солнечные теплопоступления необходимо ограничивать в летний период, с тем чтобы свести к минимуму необходимость активного



охлаждения. Это следует принимать во внимание при определении расположения и размеров прозрачных поверхностей, а также солнцезащитных устройств. Это также относится к фасадам, выходящим на северную сторону.

Важными компонентами тепловой защиты конструктивных элементов является проектирование воздухонепроницаемых ограждающих конструкций здания без тепловых мостов. Высокая степень воздухонепроницаемости оболочки здания позволяет свести к минимуму неконтролируемые потери тепла за счет вентиляции и избежать дискомфорта, связанного со сквозняками, и повреждений конструктивных элементов, вызываемых выпадением вредного конденсата. Поверхность теплообмена в большинстве случаев не должна иметь тепловых мостов. Геометрическими тепловыми мостами можно пренебречь, если термоизоляционная оболочка на этих участках может быть проложена без ослабления. Конструктивные тепловые мосты требуют концептуального изучения на предмет оптимизации соединений между элементами.

5.3 Вентиляция

Тема гигиены в помещениях основном акцентирует внимание на качестве воздуха и связанным с ним воздухообменом в помещениях. Естественная вентиляция, контролируемая пользователем вручную, лишь частично может гарантировать достаточный уровень вентиляции, так как поведение пользователей сложно спрогнозировать. Отрицательное воздействие на человека из-за плохого качества воздуха часто вызвано снижением содержания кислорода и увеличением содержания CO₂ в воздухе. При значениях концентрации CO₂ ниже 1000 промилле качество воздуха в помещениях можно считать удовлетворительным. Поэтому всегда важно удостовериться, что показатели кратности воздухообмена не опускаются ниже требуемых минимальных гигиенических нормативов.

Качество воздуха в здании определяется отношением между воздухообменом и нагрузкой по загрязняющим примесям. Следовательно, одно из базовых требований к энергоэффективному зданию с хорошим качеством воздуха всегда заключается в использовании строительных и отделочных материалов с низким уровнем выбросов загрязняющих веществ.

В принципе, окна должны открываться, чтобы обеспечить возможность естественной вентиляции, а также доступность для мытья. Преимущества очевидны: не требуется никаких активных приводных систем, пользователь может отрегулировать вентиляцию в соответствии со своими потребностями, низкие инвестиционные затраты и эксплуатационные расходы. Однако, поскольку естественная вентиляция работает только при наличии ветрового напора и термической плавучести, ее эффект зависит от преобладающих климатических условий. Защита от внешних помех и загрязненного наружного воздуха уменьшается, и рекуперация энергии из отработанного воздуха едва ли возможна. Для односторонней вентиляции требуется адаптация глубины помещения и, по возможности, расположение отверстий с максимально возможной разницей по высоте, чтобы обеспечить необходимые перепады давления. Между соседними жилыми и санитарно-бытовыми помещениями не должно быть сквозной вентиляции, в противном случае на подветренную сторону в качестве приточного воздуха может поступать отработанный воздух с наветренной стороны.

На очень высоком энергетическом уровне при наличии тепловой защиты конструктивных элементов, описанной в пункте 5.2, доля теплотерь за счет вентиляции является определяющей для энергоэффективности в целом. Таким образом, всегда предпочтительнее, при наличии возможности, использовать механические системы вентиляции с рекуперацией тепла. В этом случае следует использовать системы со степенью рекуперации тепла WRG



$\eta_{WRG} \geq 80\%$, общим КПД $\eta_{gesamt} \geq 70\%$ и удельной мощностью вентилятора $SFP^5 \leq 0,45$ Вт-ч/м³. Управление системы должно зависеть от внешнего климата и заселенности таким образом, чтобы обеспечивать возможность уменьшения объемного расхода воздуха вплоть до автоматического отключения систем.

5.4 Освещение

Довольно важным аспектом для благосостояния и удовлетворенности пользователя является визуальный комфорт; а также, с учетом экономических и экологических аспектов, важное значение имеет использование естественного освещения. Проектировщик должен обратить внимание на оптимизацию глубины помещения, внутреннюю высоту оконных перемычек и соответствующих оконных проемов, а также на благоприятную для пользователя ориентацию или конфигурацию помещения.

Несмотря на то, что полезная энергия для целей освещения в жилых зданиях до сих пор играла незначительную роль, необходимо обеспечить высокое качество освещения путем индивидуализированного проектирования естественного освещения и использования искусственного освещения только там, где оно необходимо.

Эффективное использование дневного света, даже во внутренних помещениях, позволяют обеспечить атриумы, что особенно актуально для нежилых зданий или зданий с помещениями большой глубины. Тем не менее, следует помнить, что с увеличением расстояния от светопроводящих поверхностей до освещаемых помещений фактический световой поток значительно уменьшается. Кроме того, естественное освещение может значительно уменьшиться из-за загрязнения горизонтальных стеклянных поверхностей.

В жилых зданиях, по крайней мере, проходные помещения (входные зоны, лестничные клетки) должны быть оснащены энергосберегающими лампами с высокой светоотдачей (>75лм/Вт) и длительным сроком службы. Освещение должно регулироваться в зависимости от присутствия людей.

5.5 Потребность в энергии

В случае реализации активных энергосберегающих мер внимание уделяется соответствующим групповым потребителям в зданиях. После снижения отопительной нагрузки и нагрузки по охлаждению до минимума за счет ограждающих конструкций здания предстоит решить задачу эффективного обеспечения этих энергетических потребностей. Для эффективной работы необходимо следовать нижеприведенным общим рекомендациям по проектированию систем отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и охлаждения.

5.5.1 Отопление

Температура воздуха в помещениях должна обеспечивать для пользователей термически комфортный микроклимат в помещении. Для эффективного достижения этой цели важна не столько используемая технология, сколько ограничение потребностей в тепловой энергии.

Условием для достижения желаемого уровня энергоэффективности является оболочка здания с минимальными показателями тепловых потерь за счет теплопередачи и вентиляции. Для зданий, соответствующих стандарту пассивного дома, можно предположить, что требуемую

⁵ SFP: удельная мощность вентилятора



тепловую мощность можно обеспечить только посредством необходимого гигиенического воздухообмена при помощи систем приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла. В целях лучшей адаптации теплового режима к индивидуальным потребностям рекомендуется организовать отдельные системы для вентиляции и отопления. Это позволяет избежать необходимости увеличения расхода воздуха в системе отопления сверх реальных потребностей вентиляции, что привело бы к неприятной сухости воздуха в зимний период и большему потреблению электроэнергии.

Для эффективного использования возобновляемой энергии, в первую очередь, желательно использовать низкотемпературные системы отопления. Это системы поверхностного отопления (теплый пол, потолочные нагреватели) и системы, встроенные в безбалочные бетонные перекрытия. В массивном здании с очень низким энергопотреблением эти системы характеризуются очень медленной реакцией на сигналы управления. По этой причине мы не рекомендуем устанавливать устройства контроля температуры в отдельных помещениях. В качестве единственной опорной переменной для регулирования температуры в системе следует использовать температуру наружного воздуха. По причине более высокой удельной теплоемкости предпочтительнее использовать системы водяного отопления, для которых также требуется меньшее количество удельной вспомогательной энергии, чем для воздушных систем. Кроме того, такие системы также могут использоваться для целей охлаждения.

Все компоненты систем должны быть расположены в пределах тепловой оболочки здания во избежание замерзания и для обеспечения возможности использования воды без добавок.

5.5.2 Горячее водоснабжение

Для обеспечения теплой воды в качестве предпочтительного варианта необходимо проверить возможность использования тепловой энергии солнца. При подключении к ТЭЦ, однако, это правило не действует.

Централизованного нагрева воды с аккумулярованием горячей воды следует избегать из соображений гигиены и из-за высоких потерь при циркуляции. Следует стремиться организовать децентрализованный нагрев воды по проточному принципу с содержанием в трубах между водонагревателем и краном не более 3 литров воды. Это позволяет снизить температуру подаваемой воды и сводит к минимуму потери при циркуляции. Это также позволяет **поддерживать более глубокую температуру сетевой воды.**

Благодаря использованию водосберегающих кранов дополнительно уменьшается потребность в энергии для нагрева воды.

5.5.3 Охлаждение

Во время неотапительного сезона также устанавливаются требования к микроклимату общих помещений. В этом плане, они аналогичны требованиям к энергопотреблению для целей отопления: изначально необходимо минимизировать солнечное излучение пассивными средствами и - если это все еще необходимо - обеспечить оставшиеся потребности в охлаждении спроса активным способом с использованием эффективных методов.

В принципе, все отопительные системы также могут использоваться для целей охлаждения. Цель, однако, состоит в том, чтобы обеспечить как можно более низкий расход энергии на активное охлаждение. Для этого требуется минимизировать внешние нагрузки по охлаждению при помощи эффективной теплоизоляции в летнее время и спроектировать максимальные показатели по теплоемкости, которые обеспечивают возможность естественного охлаждения в ночное время или активации компонентов с использованием естественного охлаждения или холода земли.



Стены и потолки не должны быть термически отделены дополнительными слоями окружающего воздуха со стороны помещения.

Контроль охлаждения необходимо спроектировать таким образом, чтобы желаемая температура в помещении могла плавно повышаться в зависимости от наружной температуры. Для этого необходимо установить датчики температуры как внутри охлаждаемой зоне, так и снаружи.

5.5.4 Рациональное использование электроэнергии

Экономное использование электрической энергии имеет особое значение в связи с относительно высокими затратами первичной энергии и сопутствующим высоким уровнем выбросов CO₂ в процессе производства и подачи электроэнергии. Таким образом, необходимо уделить особое внимание зонам освещения, вентиляции, отопления, горячего водоснабжения. Необходимо провести отдельное исследование для уменьшения расхода электроэнергии в лифтах. И в этом случае, потребности в минимизации текущего потребления электроэнергии вероятно можно было бы удовлетворить даже за счет собственных источников здания или возобновляемых источников энергии (фотоэлектрические элементы, ТЭЦ).

Также необходимо применять требования к энергоэффективности бытовой техники; по крайней мере, пользователям следует порекомендовать получить информацию по этой теме.

5.5.5 Технологии измерения, контроля и регулирования

В обеспечении достижения запланированных показателей энергоэффективности при эксплуатации новых зданий важную роль играют интеллектуальные методы измерений, в особенности, в части измерения энергопотребления. Необходим также контрольный этап, на протяжении которого при помощи системы управления энергопотреблением осуществляется мониторинг работы системы и достижения требуемого КПД системы. Для этого системы отопления на базе сжигания твердого или жидкого топлива, а также на базе солнечных установках, тепловых насосов и когенерационных устройств необходимо оснастить приборами учета тепла, установив их непосредственно за теплоисточником,

Цель состоит в том, чтобы проверить, действительно ли разработанные меры для экономии конечной энергии и минимизации выбросов CO₂ оказывают заметный эффект на практике. Для этой цели необходимо разработать план мониторинга, определить точки измерений и методы расчета, которые все время оставались бы прозрачными, так чтобы в случае необходимости можно было принять конкретные меры для дальнейшей оптимизации, поскольку поведение пользователей зачастую невозможно спрогнозировать, и в любом здании, в зданиях любого типа и, прежде всего, в каждой зоне в пределах одного здания можно наблюдать различное поведение.

5.5.6 Планирование и возведение новых зданий

Курс на обеспечение энергоэффективности здания устанавливается уже в начале процесса планирования. Наибольшее влияние на него и исправления возможны на первых этапах планирования. Возможность внесения изменений уменьшается по продвижению общего процесса планирования и реализации. Имеет смысл разделить процесс планирования на различные фазы. На каждом этапе планирования результаты должны соответствовать целям. Иногда возникает необходимость пересмотра потребностей планирования.

Этапы планирования могут быть следующими:⁶

Этап	Содержание
Базовое исследование	<ul style="list-style-type: none"> - Уточнение задачи на основании требований или потребностей заказчика - Консультации по всем требованиям к планированию - Формулирование аргументов в поддержку решения о выборе других планировщиков - Подведение итогов и документирование результатов
Предварительное планирование	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ основных результатов первого этапа - Уточнение целей, указание на противоречия - Изучение и оценка вариантов в соответствии с теми же требованиями (например, концепции: теплозащиты в летнее / зимнее время; воздухопроницаемость здания, мостики холода, энергоснабжение) - Выявление основных корреляций, требований и условий (например функциональные, технические, экономические, требования строительной физики, государственные требования) - координация и подключение других специалистов - Расчет сметной стоимости в сопоставлении с рамочными финансовыми условиями - График важных планировочно- строительных процессов - Подведение итогов и документирование результатов
Проектирование	<ul style="list-style-type: none"> - Разработка архитектурного проекта, также с учетом основные корреляций, требований и условий (упомянутых выше) на основе предварительной проработки и в качестве основы для дальнейших этапов работы с привлечением других профессиональных участников процесса планирования - Обозначение на чертежах типа и размеров объекта с достаточной степенью детализации с учетом всех конкретных предметных требований - Представление результатов работы в качестве основы для работы других специалистов, занятых в процессе планирования, координация и интеграция их услуг - Расчет энергопотребления с целью удовлетворения требований - Проведение аудита уполномоченными экспертами (принцип двойного контроля) - Калькуляция затрат и сопоставление со сметой - Уточнение графика - Подведение итогов и документирование результатов
Подача заявки на получение разрешения на строительство	<ul style="list-style-type: none"> - Подготовка и комплектование пакета чертежей и подтверждающих документов для получения одобрений или разрешений - Представление документов - Завершение подготовки документов по планированию, описаний и расчетов и оформление их в соответствии с требованиями заказчика

⁶ ср. [29]



Этап	Содержание
Планирование реализации и строительный проект	<ul style="list-style-type: none">- Разработка строительного проекта со всеми данными, необходимыми для строительства (графических и текстовых) на основе предыдущих этапов планирования по выработке внедренческого решения, в качестве основы для дальнейших этапов работы- Подготовка детализированных чертежей с обозначением типа и размеров объекта с достаточной степенью детализации с учетом всех конкретных предметных требований- Представление результатов работы в качестве основы для работы других специалистов, занятых в процессе планирования, координация и интеграция их услуг- Уточнение графика- Уточнение строительного проекта с учетом предстоящих торгов на строительство объекта- Проверка планов сборки запланированных строительных конструкций и монтируемых модулей в соответствии со строительным проектом
Подготовка тендера	<ul style="list-style-type: none">- Разработка спецификаций для торгов- Определение и составление ведомостей объемов работ на основе окончательного проекта с привлечением других специалистов, участвующих в процессе планирования- Контроль за уровнем издержек
Содействие в присуждении контракта	<ul style="list-style-type: none">- Проверка и оценка предложений, в том числе по цене- Сопоставление результатов с ориентировочной ценой тендерного предложения, определенной планировщиком, или с калькуляцией затрат- Помощь в размещении заказа
Надзор за выполнением строительных работ	<ul style="list-style-type: none">- Мониторинг строительных работ на предмет соответствия требованиям разрешения на строительство и проектно-сметной документации - Проверка строительных работ уполномоченными экспертами- Документирование процесса строительства- Проверка выставляемых инвойсов и определение стоимости- Организация приемки работ в сотрудничестве с другими специалистами, выявление дефектов- Систематическое комплектование документации, графических представлений и результаты вычислений по объекту- Сдача здания- Контроль за устранением недостатков
Ввод здания в эксплуатацию	<ul style="list-style-type: none">- Профессиональная поддержка в течение гарантийного срока для обнаружения и устранения дефектов- Выдача сертификата энергоэффективности - Проведение аудита уполномоченными экспертами (принцип двойного контроля)- Энергетический мониторинг – как минимум, в течение трех отопительных сезонов

Как уже упоминалось выше, для обеспечения качества проектирования и строительных работ, а также достоверности сертификата энергоэффективности необходимо привлекать независимых уполномоченных экспертов в области энергоэффективности. В данном случае



«независимость» означает, что эксперты не принадлежат к кругу разработчиков и подрядчиков, участвующих в строительстве здания

5.6 Расчет энергетических характеристик

Следующее описание метода расчета основано на DIN V 18599 [12].

Расчет энергетического баланса всех энергетических потоков в каждом конкретном случае осуществляется по аналогичной процедуре: конечная энергия рассчитывается на основании энергетических потребностей здания и технических потерь при передаче, распределении и аккумулирования энергии, а также потерь энергии для отдельных типов кондиционирования. Потребности в первичной энергии определяются на основании потребностей в конечной энергии, при этом конечная энергия оценивается в зависимости от источника энергии с учетом его воздействия на окружающую среду.

5.6.1 Расчетная модель

До расчета энергетического баланса здание подразделяется на зоны. В каждом случае в одну зону объединяются те площади здания одного и того же назначения, не имеющие существенных различий по типу кондиционирования и другим критериям зонирования.

Жилые здания можно рассматривать как одну зону с одинаковыми параметрами кондиционирования.

Необходимо определить следующие параметры:

- Климатические условия внутри и снаружи помещения
- Обогреваемый объем
- Обогреваемая площадь помещений
- Вентилируемый объем
- Теплопередающая оболочка здания
- Элементы поверхности ограждающих конструкций и энергетические параметры элементов

Что касается базисных габаритных размеров для определения теплопередачи ограждающей поверхности (или оболочки), общий объем (внешний объем) и длина тепловых мостов, то следующие габаритные размеры применяются в горизонтальном направлении:

- Для внешних элементов, наружные габаритные размеры определяются в соответствии с DIN EN ISO 13789, в том числе это относится к любой внешней изоляции и штукатурке, если таковая имеется;
- Для внутренних элементов между кондиционируемой и некондиционируемой зоной, наружные габариты (кондиционируемой зоны);
- Для внутренних элементов между двумя (различными) кондиционируемыми зонами, размеры между осями, то есть, центром конструктивного элемента, независимо от положения любых внутренних слоев изоляции

Нижеследующие габаритные размеры применяются в вертикальном направлении:

- За базисный габаритный размер берется верхняя грань потолка без отделки на всех уровнях здания (всех этажах), независимо от положения любой существующей теплоизоляции; это также относится к нижней грани здания.



- Единственным исключением является верхняя грань здания: в этом случае в качестве наружного габаритного размера используется верхняя грань поверхностного термически активного слоя.

5.6.2 Потребность в чистой энергии

Необходимо определить количество чистой энергии (для целей отопления, охлаждения или кондиционирования воздуха, механической вентиляции, горячего водоснабжения). В случае отопления и охлаждения это делается путем сравнения теплоисточников и теплопоглотителей.

Потребность в чистой энергии для отопления и охлаждения (отопительная нагрузка, нагрузка по охлаждению) определяется итерационным способом. Что касается определения полезной энергии, для этого необходимо рассмотреть все теплоисточники и все теплопоглотители, предварительно выполнив для них полный расчет. Количество теплоисточников и теплопоглотителей зависит, помимо прочего, от конструктивных условий и использования. Большинство элементов теплового баланса можно определить за один прием без итерации (например, источники внутренних теплопоступлений от людей, теплопередача, вентиляция, источники солнечных теплопоступлений и т.д.). Инженерные системы, связанные с теплоисточниками и теплопоглотителями (например, теплопоступления от распределительных труб системы отопления), однако, зависят от самой полезной энергии. Поскольку полезная энергия является, однако, только целью сравнения теплоисточников и теплопоглотителей, используется метод итерации.

5.6.3 Технические потери, конечная и первичная энергия

Если в наличии имеется более одной системы подачи энергии, то расчетная чистая энергия делится между ними. Для расчета потребности в конечной энергии для всех систем энергоснабжения добавляются технические потери при передаче, распределении и аккумулировании. В результате получаем количество энергии, которое поставляется генератором или генераторами. Затем проводится оценка генератора энергии. Она включает в себя определение производственных потерь и, возможно, рассмотрение возможности использования возобновляемых источников энергии.

Последние два шага представляют собой определение конечной энергии, которая поставляется генератору, и показателя расхода первичной энергии на производство этой конечной энергии. При расчете баланса в разрезе конечной и первичной энергии также учитывается вспомогательная электроэнергия.

Учет потребностей в конечной или первичной энергии производится за период продолжительностью в один год. Баланс отдельных составляющих для меньших временных интервалов может рассчитываться, к примеру, на ежедневной или ежемесячной основе.

5.6.4 Расчет баланса полезной энергии

Во-первых, определяется суммарное количество используемой чистой энергии для каждого компонента технических процессов. Под чистой или полезной энергией понимается:

- Полезная энергия для освещения, то есть, количество энергии, затрачиваемое на обеспечение достаточной освещенности здания или зоны здания;
- Полезная тепловая нагрузка (тепловая нагрузка), то есть, количество (расход) регулируемой тепловой энергии, дополнительно поставляемой в здание или зону здания для обеспечения требуемой заданной температуры в помещении;



- Полезная нагрузка по охлаждению (нагрузка по охлаждению), то есть, количество (расход) регулируемого холода, дополнительно поставляемого в здание или зону здания для обеспечения требуемой заданной температуры в помещении;
- Полезная энергия для очистки воздуха, то есть, количество энергии, которое необходимо для нагрева, охлаждения, увлажнения и осушения воздуха в системе вентиляции для достижения заданного состояния приточного воздуха;
- Полезная энергия для ГВС, то есть, количество энергии для нагрева питьевой воды от температуры холодной воды до температуры горячей воды в точке отбора.

В принципе, очистка воздуха включает в себя систему кондиционирования наружного воздуха до заданных показателей приточного воздуха, которое не регулируется в зависимости от текущей нагрузки в зоне здания (вентустановка). Расчетная полезная нагрузка по теплу и охлаждению в зоне здания представляет собой расход энергии для дополнительного нагрева/охлаждения воздуха, увеличения количества воздуха или для целей любой другой системы отопления или охлаждения, обеспечивающей поддержание требуемого температуры в помещении.

В зданиях, оснащенных системами кондиционирования воздуха, расчетная полезная нагрузка по теплу и охлаждению в зоне здания, в зависимости от типа технической системы, распределяется между различными компонентами системы отопления и охлаждения. Полезная нагрузка по теплу и охлаждению делится между несколькими системами энергоснабжения.

5.6.4.1 Полезная энергия для отопления и охлаждения

Полезная тепловая нагрузка (тепловая нагрузка) и полезная нагрузка по охлаждению (нагрузка по охлаждению) в зоне здания зависят от уровня неконтролируемых поступлений энергии и ее оттока в виде источников и поглотителей тепла. Их необходимо определить для каждой зоны в первоочередном порядке.

Источники и поглотители тепла характеризуют потоки энергии (входящие и исходящие), генерируемые в помещении косвенным образом вследствие работы системы отопления и охлаждения с целью регулирования температуры.

Поступления тепла и холода сгруппированы по четырем категориям.

- 1) Трансмиссионные тепловые потоки, учет которых производится по поверхности непрозрачных и прозрачных элементов.
- 2) Вентиляционные тепловые потоки в результате открытия окон (вмешательство пользователя) и комбинированной вентиляции (инфильтрация). Кроме того, необходимо также учитывать потоки энергии от источников / к поглотителям тепла, которые не регулируются (по требованию) механической приточной системой вентиляции в помещении. Учитываются также потоки тепла, поступающего в помещение независимо от потребностей в отоплении или охлаждении.
- 3) В отношении источников/поглотителей тепла от солнечного излучения, необходимо понимать, какое количество энергии поступает в здании или обогреваемую зону в здании через непрозрачные или прозрачные элементы.
- 4) Внутренние источники/поглотители тепла включают все поступления тепла/холода в пределах здания или зоны в здании. К ним относятся потери тепла от освещения, людей в помещении и электрооборудования. В нежилых зданиях также встречаются источники / поглотители тепла, генерируемого потоками товаров или материалов, а также техникой и оборудованием. Кроме того, сама технологическая система является дополнительным



внутренним поглотителем / источником тепла. Следует упомянуть количество энергии, выделяемое системой отопления, системой охлаждения, системой вентиляции и кондиционирования воздуха и распределительными трубопроводами системы ГВС, аккумуляторами горячей воды и т.д.

Уравнение для расчета энергетического баланса решается методом итераций. Некоторые из внутренних источников тепла технологической системы можно рассчитать только в том случае, если известно, каким образом она используется. Это возможно сделать только с помощью выполнения последовательности вычислений, если известно необходимое количество поставляемой полезной энергии для отопления и охлаждения здания или зоны в здании. И в этом случае полезная энергия также определяется путем сопоставления источников и поглотителей тепла в здании или зоне здания.

На первом этапе осуществляется сбор данных о следующих источниках и поглотителях тепла:

- Теплопередача
- Вентиляция
- Пассивные источники солнечного тепла
- Внутренние источники/поглотители тепла (без технических систем)
- Внутренние тепловые источники системы освещения

Основываясь на этих элементах, сначала производится приближенное вычисление баланса полезной энергии, поставляемой в здание, без учета внутренних источников и поглотителей тепла систем отопления/ охлаждения/ вентиляции/ горячего водоснабжения. В результате вычисляется приблизительный коэффициент полезного использования инженерных систем, а также производятся расчеты по остальным внутренним источникам / поглотителям тепла, связанных с технологическими системами:

- Внутренние источники тепла (система ГВС)
- Внутренние источники / поглотители тепла (бытовая вентиляция)
- Внутренние источники тепла системы отопления
- Внутренние источники тепла системы охлаждения

На основе источников и поглотителей тепла для зоны здания или всего здания вычисляется полезная энергия для целей отопления и охлаждения. Необходимо обеспечить регулируемую подачу в здание или обогреваемую / охлаждаемую зону здания расчетного количества полезной энергии (в виде потока энергии или потока материала в качестве источника энергии).

5.6.4.2 Полезная энергия для кондиционирования воздуха и вентиляции

Кондиционирование приточного наружного воздуха с доведением его до определенного состояния по температуре и влажности обеспечивается с использованием нескольких системных компонентов (нагреватель, охладитель и увлажнитель).

По каждому компоненту системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха необходимо иметь данные о

- существующей конфигурации системы кондиционирования воздуха и ее эксплуатации;
- параметрах использования (требования к температуре приточного воздуха, увлажнению и осушению);
- дополнительных потерях при распределении воздуха между зоной здания и месторасположением блока обработки воздуха



для вычисления количества энергии, которое необходимо подать воздушным путем. Для систем с переменным расходом воздуха вычисляется дополнительный объемный расход, необходимый для покрытия полезной отопительной или охлаждающей нагрузки на основании полезной отопительной или охлаждающей нагрузки в зоне здания.

Это позволяет рассчитать для каждого существующего компонента системы обработки воздуха (нагреватель, охладитель, увлажнитель) заранее определенное количество полезной энергии для кондиционирования воздуха.

Полезная энергия для вентиляции характеризует количество энергии, которое регулярно подается в зону здания с приточным воздухом.

Полезная энергия для охлаждения характеризует количество энергии, которое регулярно подается в зону здания через систему охлаждения.

5.6.4.3 Полезная энергия для горячего водоснабжения

Полезная энергия для горячего водоснабжения представляет собой количество энергии, необходимое для нагрева питьевой воды от температуры холодной воды до температуры горячей воды в точке отбора. [одноквартирное здание: 11 кВт/(м²*год); многоквартирное здание: 15 кВт/(м²*год)]

5.6.5 Расчет потерь при передаче, распределении и аккумулировании

После определения количества полезной энергии, которое необходимо подавать в зоны здания (отопительная нагрузка, охлаждающая нагрузка, полезное тепло для горячего водоснабжения, энергия для кондиционирования воздуха и освещения) на следующем этапе расчета энергетического баланса вычисляются технические потери (затраты) при передаче, распределении и аккумулировании энергии. Зная эти затраты наряду с уже известным количеством полезной энергии, можно рассчитать количество полезной энергии, которое генератор энергии должен выдать в сеть.

5.6.5.1 Отопление

При выполнении расчетов для системы отопления суммируются количественные значения тепла, поступившего в здание или отапливаемую зону здания, с одной стороны, поступившего из традиционных систем отопления (радиаторы отопления, электрические обогреватели прямого нагрева, тепловые аккумуляторы и т.д.), и, с другой стороны, от отопительных элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха (один или несколько змеевиков), а также дополнительные технические усилия, необходимых для подачи этого количества тепла.

Полезный отпуск тепловой энергии генератором (тепловая энергия, выдаваемая генератором) вычисляется на основании суммирования потерь при теплопередаче, распределении и аккумулировании тепла (для каждого из этих процессов, если таковые имеются) и потребностей в полезной тепловой энергии (то есть, доля традиционных систем отопления в обогреве зоны здания, без системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха).

В случае наличия нескольких совершенно разных систем теплоснабжения, этот шаг вычислений выполняется отдельно для каждой системы, и для каждого производителя в индивидуальном порядке определяется надлежащий объем отпуска тепла.

Однако, если в рамках одной системы теплоснабжения существует несколько типов передачи и/или распространения и/или аккумулирования тепловой энергии, то в каждом конкретном



случае необходимо рассматривать суммарное количество энергии, [выделяемое/ теряемое] на отдельных стадиях технологического процесса.

На основании потерь в теплораспределительной системе и при аккумулирования тепла определяется соотношение внутренних источников теплоступлений системы отопления.

5.6.5.2 Вентиляция в жилых зданиях

При выполнении расчетов для системы вентиляции в жилых зданиях учитываются количественные значения тепла, которые поставляются в здание или отапливаемую зону здания через системы бытовой вентиляции, оснащенные или не оснащенные функцией отопления, а также дополнительные технические усилия, необходимые для подачи этого количества тепла.

Полезный отпуск тепловой энергии генератором (тепловая энергия, выдаваемая генератором) вычисляется на основании суммирования потерь при теплопередаче, распределении и аккумулировании тепла (для каждого из этих процессов, если таковые имеются) и энергопотребностей домовой системы вентиляции.

На основании потерь в теплораспределительной системе и при аккумулировании тепла определяется соотношение внутренних источников теплоступлений в системе вентиляции жилого дома.

5.6.5.3 Охлаждение в жилых зданиях

При выполнении расчетов для системы охлаждения в жилых зданиях учитываются количественные значения тепла, которые поставляются в здание или охлаждаемую зону здания через домовые системы охлаждения, а также дополнительные технические усилия, необходимые для подачи этого количества тепла.

Необходимый отпуск холода генератором (энергия холода, выдаваемая генератором) вычисляется путем суммирования потерь при передаче, распределении и аккумулировании холода (для каждого из этих процессов, если таковые имеются) и потребностей в полезной энергии системы охлаждения.

На основании потерь в холодопроводящих трубах и аккумуляторах холода определяется соотношение внутренних теплопоглотителей системы охлаждения.

5.6.5.4 Горячее водоснабжение

При выполнении расчетов для системы горячего водоснабжения суммируются количественные значения тепла, поступившего в отапливаемое здание в виде полезной энергии, а также технические усилия, необходимых для подачи этого количества тепла.

Полезный отпуск тепловой энергии (тепловая энергия, выдаваемая генератором) для горячего водоснабжения вычисляется путем суммирования потерь при передаче, распределении и аккумулировании тепла (для каждого из этих процессов, если таковые имеются) и потребностей в полезной энергии системы горячего водоснабжения.

На основании потерь в теплопроводящей распределительной системе и при аккумулировании тепла определяется соотношение внутренних источников теплоступлений системы горячего водоснабжения.



5.6.6 Расчет конечной энергии

Количество конечной энергии складывается из полезной энергии и, возможно, дополнительных технических затрат (потерь при передаче, распределении, аккумулировании и производстве энергии). Проводится различие между конечной энергией для отопления и охлаждения (в том числе, вентиляции и нагрева воды) и вспомогательной энергией.

Учет конечной энергии производится по отдельным источникам энергии.

В случае расчета полезного отпуска тепла / холода генератором определяется количество конечной энергии. К полезному отпуску тепла / холода генератором также добавляются потери при производстве энергии.

Существуют различные комбинации генераторов и систем; в данном разделе рассматриваются примеры систем, поставляющих энергию с использованием одного генератора для одной технической области (отопление).

Конечная энергия $Q_{h,f}$ представляет собой сумму полезного отпуска тепла генератором $Q_{h,outg}$ и потерь производителя $Q_{h,g}$, за вычетом полезно используемой возобновляемой энергии, поставляемой производителем $Q_{h,reg}$.

$$Q_{h,f} = Q_{h,outg} + Q_{h,g} - Q_{h,reg}$$

Если источником тепла, например, является газовый котел, то мы имеем полезный отпуск тепла и потери при выработке энергии, но не используем возобновляемую энергию, что дает нам возможность рассчитать количество конечной энергии для газового энергоносителя для данного случая.

Если источником тепла, например, является электрический тепловой насос, то мы имеем полезный отпуск тепла и используемую возобновляемую энергию. Для этих систем не определяются потери при производстве энергии. В данном случае мы получаем количество конечной энергии для выработки электроэнергии. (Приведенная выше формула не применяется для расчета энергии из окружающей среды (геотермальной, поступлений тепла из окружающей среды)).

Если источником тепла, например, является солнечная тепловая установка, то мы имеем полезный отпуск тепла и используемую возобновляемую энергию. Для этих систем не определяются потери при производстве энергии. Поскольку полезный отпуск тепловой энергии равен количеству используемой возобновляемой энергии, то по формуле получаем, что конечная энергия $Q_{h,f} = 0$ (Приведенная выше формула не применяется для расчета энергии из окружающей среды.)

Если какая-либо техническая область обслуживается несколькими производителями энергии, то расчетный полезный отпуск энергии для отопления/ охлаждения распределяется между производителями. В таком случае, вышеприведенная формула справедлива для каждого производителя, при условии, однако, что для каждого из них определен объем полезного отпуска энергии для отопления/охлаждения.

Наиболее широко распространена схема энергоснабжения, предполагающая использование одного или нескольких генераторов для энергоснабжения множества технических областей. Простейшим примером является котельная система, одновременно обслуживающая систему и горячего водоснабжения. Эта формула применима для каждого производителя, для которого необходимо рассчитать конечную энергию по топливу, электричеству или централизованному теплоснабжению. Энергия из окружающей среды, которая используется производителями в отдельных областях, рассчитывается как количество энергии (отдельно для каждого сектора).

Потери при выработке энергии относятся – в том случае, если генераторы расположены в помещениях с тепловым кондиционированием - к внутренним источникам / поглотителям



тепла. Необходимо определить количественное соотношение внутренних источников / поглотителей тепла.

5.6.6.1 Конечная энергия для вспомогательной энергии

Суммарное энергопотребление здания с системами отопления, охлаждения, горячего водоснабжения и т.д., связано с рядом вспомогательных процессов, на которые дополнительно расходуется электроэнергия (например, электроприводы, средства управления и т.д.). Вспомогательная энергия в каждом случае оцениваются в привязке к тепловой энергии.

Уровни потребления вспомогательной электроэнергии определяются для всех технологических процессов (передача, распределение, аккумулирование, производство) по отдельности и суммируются с показателями энергоснабжения данного процесса. **Затем прибавляются индивидуальные фракции, относящиеся к данной области.**

Если они действительно оказывают эффект и имеют достаточную энергетическую значимость, то элементы вспомогательной энергии оцениваются в качестве внутренних источников тепла. В большинстве случаев, однако, этого не делается.

5.6.6.2 Конечная энергия для выработки тока

Ток, который вырабатывается на территории здания, представляет собой

- Электроэнергию, выработанную с использованием фотогальванических элементов;
- Электроэнергию, выработанную с использованием ветра или гидротурбин;
- Электроэнергию, выработанную с использованием когенерационных установок внутри зданий.

Производится вычисление количества выработки такого тока, и эффективная полезно используемая в здании процентная включаются в энергетический баланс.

5.6.6.3 Конечная энергия в зависимости от энергоносителей

Количества конечной энергии здания необходимо определять по отдельности для каждого источника энергии. Все конечные энергетические потоки, которые используются для покрытия энергопотребностей здания, и все конечные энергетические потоки вырабатываемой энергии указываются по отдельности.

Количества конечной энергии суммируются, чтобы в дальнейшем обеспечить возможность их оценки с использованием коэффициентов первичной энергии. Таким образом, источники энергии включают электроэнергию, различные виды топлива и различные системы централизованного отопления. К источникам энергии относятся также все виды энергии из окружающей среды (геотермальная, поступления тепла/холода из окружающей среды, солнечные тепловые установки), для которых количества конечной энергии учитываются отдельно.



5.6.7 Первичная энергия

Конечная энергия, суммированная по отдельности для каждого источника энергии, дополнительно оценивается с использованием коэффициентов первичной энергии. Поскольку оценка конечной энергии осуществляется на основе показателей теплопроизводительности всех видов топлива, конечная энергия синхронно преобразуется в теплотворную способность.

5.6.8 Способ расчета для жилых зданий

В сжатом виде процедура включает следующие шаги:

- 1) Определение граничных условий использования в соответствии с нормативными определениями
- 2) Комплектование необходимых исходных данных для расчета (геометрические параметры, физические характеристики здания, технические характеристики)
- 3) **по механической вентиляции**
- 4) Определение источников / поглотителей тепла в виде людей, оборудования и т.д. (без технических систем)
- 5) Расчет баланса тепловой нагрузки в первом приближении с учетом уже известных источников / поглотителей тепла;
- 6) Ориентировочная разбивка расчетной полезной энергии по инженерным системам (вентиляция и охлаждение, система отопления)
- 7) Определение источников тепла для отопления в зоне (распределение, аккумулирование, возможно, выработка тепла в зоне) на основе приблизительной полезной тепловой нагрузки;
- 8) Определение источников тепла для горячего водоснабжения (распределения, аккумулирование, возможно, выработка тепла в зоне)
- 9) Расчет полезной тепловой нагрузки. Повторение шагов с 6) до 9) осуществляется так часто, как это необходимо, пока два последовательных результата по тепловой нагрузке не будут отличаться друг от друга не более чем на 0,1%, но не более чем в 10 раз. Итоговая разница между двумя последними итерациями должна быть указана в расчете.
- 10) Окончательное распределение расчетной полезной энергии по инженерным системам (системы вентиляция, отопления)
- 11) Определение потерь при передаче, распределении и аккумулировании энергии для системы отопления (теплопроизводительность генератора)
- 12) Определение потерь при передаче и распределении энергии для систем кондиционирования воздуха
- 13) Определение потерь при передаче, распределении и аккумулировании энергии для системы охлаждения (холодопроизводительность генератора)
- 14) Определение потери передачи, распределения и аккумулирования для горячей воды (теплопроизводительность генератора)
- 15) Распределение необходимого объема отпуска тепловой энергии всеми генераторами между различными системами выработки тепла
- 16) Определение потерь при выработке тепла (генераторы отопительной системы, вентиляция и охлаждение, генераторы системы ГВС, когенерационные установки и т.д.)
- 17) Суммирование показателей по идентифицированным видам вспомогательной энергии
- 18) Суммирование показателей конечной энергии по отдельным источникам энергии

19) Оценка первичной энергии

6 Управление качеством энергии

Цель и задача управления качеством энергии заключается в обеспечении соответствия установленным стандартам и удовлетворении требованиям проекта и заинтересованных сторон (управление энергетическими проектами).

В большинстве случаев, будущие эксплуатационные расходы, такие как затраты на энергию и воду, в дополнение к инвестиционным затратам, имеют решающее значение для разумной эксплуатации здания с экономической точки зрения. Для больших зданий с площадью застройки в несколько тысяч квадратных метров это может быстро привести к увеличению эксплуатационных издержек. На сумму этих последующих расходов можно в значительной степени повлиять на этапе планирования и реализации новых мер, отсутствие которых существенно отразится на инвестиционных расходах. Важен комплексный подход к выполнению расчетов для здания и инженерных систем в тесном сотрудничестве между архитекторами, инженерами-строителями, специалистами в области строительной физики и специалистами по планированию обслуживания зданий.

6.1 Участники/ Обязанности

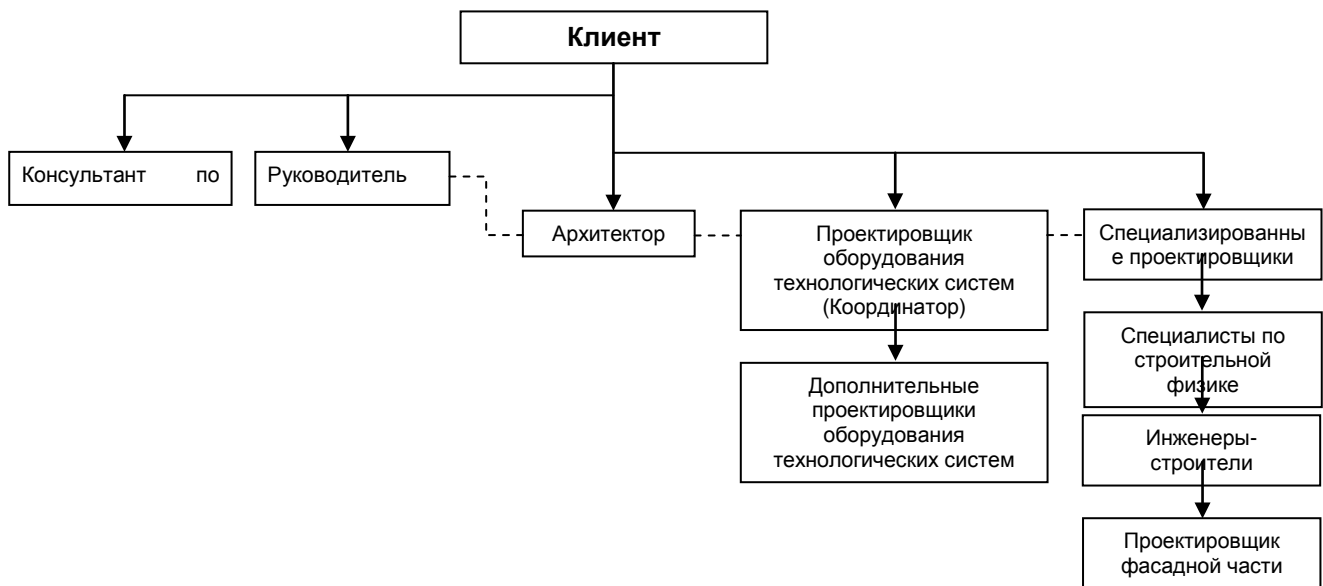
Для планирования мер по повышению энергоэффективности необходимо обеспечить управление процессом верификации. В этих документах необходимо показать, каким образом соблюдение стандартов энергопотребления достигается при помощи методических рекомендаций по планированию.

Расчет энергетического баланса осуществляется в соответствии с действующими национальными или международно принятыми стандартами. В случае необходимости, во внимание принимаются дополнительные требования к обязательствам по подтверждению, вытекающие из законов, нормативных документов или соглашений в соответствии с частным правом в сфере энергетических стандартов.

Общее правило заключается в том, на разных стадиях планирования проекта необходимо актуализировать существующие или создавать новые документы. Эта процедура используется для проверки стратегий и мер, принятых в процессе планирования, а также в обеспечение достижения определенных энергетических стандартов. К изучению документов следует привлекать независимого консультанта по вопросам энергетики.

Ответственность за обеспечение управления качеством энергии распределяется между участниками процесса следующим образом:

Рисунок 1 Основные ответственные исполнители



6.2 Документация

Проектная документация разрабатывается в ходе предварительного планирования и на других этапах планирования (проектирование, утверждение и планирование реализации) и требует непрерывного анализа на дальнейших этапах. В целом, необходимо подготовить следующие документы, подробное описание которых представлено ниже в данном разделе.

- ▶ Расчет потребностей в чистой, конечной и первичной энергии
- ▶ Расчет потребности в электроэнергии с подробными наглядными доказательствами для систем вентиляции и охлаждения (работа, мощности)
- ▶ Расчеты по освещению, имитация естественного освещения
- ▶ Моделирование теплового режима здания
- ▶ Расчет отопительной нагрузки
- ▶ Демонстрация необходимости частичного климат-контроля/кондиционирования воздуха
- ▶ Расчет охлаждающей нагрузки
- ▶ Подтверждение рекуперации энергии (электрической и тепловой)
- ▶ Концепция и расчет тепловых мостов
- ▶ Проектирование и подтверждение воздухонепроницаемости
- ▶ Подтверждение энергетической эффективности и экономичности за счет возможности планирования альтернативных решений для технических установок (вентиляция, отопление, ГВС, охлаждение и т.д.) → рассмотрение вариантов
- ▶ Концепция измерений для оценки энергоэффективности
- ▶ Техническая концепция для запроса данных с участием владельца здания и эксплуатирующей организации
- ▶



В Таблице 4 приведен список документов, которые необходимо разработать в процессе планирования.

Таблица 4 Список документов, которые необходимо будет разработать в процессе планирования

Концепция / Подтверждение	Обязательно	Рекомендовано	Исполнитель	Контроль
Тепловая защита				
Концепция энергетического баланса		x	Специалист по строительной физике	Консультант по энергоэффективности
Моделирование теплового режима здания		x	Специалист по строительной физике Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Доказательство энергоэффективности	x		Специалист по строительной физике	Консультант по энергоэффективности
Доказательство теплозащиты в летнее время	x		Специалист по строительной физике	Консультант по энергоэффективности
Концепция и расчет тепловых мостов	x		Специалист по строительной физике	Консультант по энергоэффективности
Проектное решение и подтверждение воздухопроницаемости	x		Специалист по строительной физике	Консультант по энергоэффективности
Оборудование технологических систем				
Демонстрация необходимости частичного климат-контроля/кондиционирования воздуха		x	Специалист по строительной физике Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Расчет чистой энергии для отопления	x		Специалист по строительной физике Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности

Концепция / Подтверждение	Обязательно	Рекомендовано	Исполнитель	Контроль
Расчет чистой энергии для охлаждения	x		Специалист по строительной физике Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Расчет отопительной нагрузки	x		Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Расчет охладительной нагрузки	x		Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Пользователи и вспомогательная электроэнергия				
Определение мощности фотогальванических элементов / солнечной установки / когенерационной установки / общей электроэнергии из возобновляемых источников	x		Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Расчет освещения		x	Архитектор Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Расчет потребности в электроэнергии с подробными наглядными доказательствами для систем вентиляции и охлаждения (работа, мощности)		x	Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Подтверждение рекуперации энергии (электрической и тепловой)	x		Проектировщик оборудования технологических систем	Консультант по энергоэффективности
Автоматизация / мониторинг здания				
Концепция измерений для оценки энергоэффективности		x	Проектировщик оборудования технологических систем Инженер по автоматике	Консультант по энергоэффективности

Концепция / Подтверждение	Обязательно	Рекомендовано	Исполнитель	Контроль
Техническая концепция для запроса данных с участием владельца здания и эксплуатирующей организации		x	Проектировщик оборудования технологических систем Инженер по автоматике	Консультант по энергоэффективности Владелец/эксплуатирующая организация
Экономика				
Демонстрация экономической целесообразности и экологических выгод энергоснабжения, например, в сравнении с централизованным теплоснабжением от ТЭЦ		x	Проектировщик оборудования технологических систем	
Подтверждение энергетической эффективности и экономичности за счет возможности планирования альтернативных решений для технических установок (вентиляция, отопление, ГВС, охлаждение и т.д.) <input type="checkbox"/> рассмотреть		x	Проектировщик оборудования технологических систем	

6.3 Принцип эффективности затрат

Главным приоритетом для всех строительных работ является экономичность. Расчет экономической эффективности производится в виде динамического расчета полной себестоимости объекта с учетом инвестиционных и эксплуатационных затрат, а также ожидаемой будущей динамики цен и нормативного срока службы различных элементов и системных компонентов.

Проценты на капитал, цены на энергоносители и рост цен, которые включаются в расчеты, сверяются консультантом по энергетике совместно за заказчиком.

7 Мониторинг

Мониторинг энергопотребления ⁷ после ввода здания в эксплуатацию должен дать ответ на вопрос, где энергия тратится нерационально, когда и в связи с чем отмечаются пики энергопотребления. На эти вопросы можно ответить посредством регулярного мониторинга данных об энергопотреблении.

Мониторинг энергопотребления помогает открыть потенциал в следующих областях:

- Прозрачность данных энергетического мониторинга помогает изменить поведение пользователя.
- Для функционирования энергоэффективного здания необходима комбинированная эксплуатация существующих систем производства электроэнергии (ископаемые виды топлива, ВИЭ).
- Управление крупными потребителями, в зависимости от контракта на поставку энергии, дает возможность избежать пиковых нагрузок. Это затратное мероприятие, в связи с чем имеет смысл контролировать их на регулярной основе путем мониторинга энергопотребления.
- Зачастую системы имеют избыточную мощность. Ее постепенное снижение с параллельным мониторингом уровня удовлетворенности пользователей позволяет обнаружить дополнительный потенциал энергетического мониторинга.

Новое здание можно считать только энергоэффективным только в том случае, если его показатели были измерены посредством проведения энергетического мониторинга. Бумага все стерпит.

В настоящее время мониторинг энергопотребления, естественно, осуществляется при помощи веб-инструментов. Для этого необходимо подключение к Интернету, соответствующее программное обеспечение и, конечно же, приборы для измерений и мониторинга.

Необходимо зафиксировать следующие данные:

- Температура снаружи и внутри здания
- Температурные значения системы отопления (с прямым и рециркулирующим потоком)
- Расход
- Энергопотребление (отопление, охлаждение, ГВС)
- Расход топлива

⁷ ср. [27]

- Потребление вспомогательной электроэнергии
- Общий расход электроэнергии
- и т.д.

При разработке плана мониторинга важно различать общую концепцию (стратегический подход) и детализированные концепции. В детализированных концепциях рассматриваются отдельные области, такие как тепловая защита в летнее и зимнее время, вентиляция, потребление энергии для отопления и горячего водоснабжения, силовая нагрузка и т.д. В стратегической концепции должны быть определены общие цели концепции управления энергопотреблением. К ним относятся, как правило, минимизация энергопотребления и связанное с ним ограничение выбросов CO₂.

Последующее обследование и оценка по существу состоит из сбора и анализа данных о потреблении энергии в рассматриваемом здании в виде профилей нагрузки (тепловой и электрической), показателей энергопотребления (например, удельный расход энергии на м² в год), тенденциях, будущих изменениях (расширение юридических и ограничительных условий), и соответствующей оценки и ранжирования результатов.

После этого разрабатывается всеобъемлющая концепция, охватывающая стратегическую концепцию и текущие и будущие потребности в энергии. Для выполнения нескольких вариантов расчетов переменная важно разработать детализированные сценарии. Возможные варианты могут включать различные системы энергоснабжения, режимы работы ТЭЦ (с упором на производство тепла – для покрытия общей отопительной нагрузки с / без повышения мощности пикового котла; с упором на производство электричества – для покрытия затратных периодов межпиковой нагрузки), и степень теплоизоляции здания, а также использование различных источников первичной энергии и т.д.

В заключение, необходимо реализовать разработанную концепцию управления энергией, принимая во внимание общие и детализированные концепции, и провести ее оценку. Обширную технологию MCR (измерение, управление, регулирование) полезно применять для контроля различные компоненты, а также для независимого мониторинга. Процесс энергоменеджмента представляет собой итерационный процессом, который всегда требует проверки. Таким образом, последовательно определяются потенциальные возможности для оптимизации.

«Энергетический менеджмент представляет собой перспективную, организованную и систематическую координацию закупки, преобразования, распределения и использования энергии для обеспечения соответствия требованиям, с учетом экологических и экономических целей».⁸

С понятием «энергоменеджмента» связаны понятия «мониторинг энергопотребления» и «контроль энергопотребления». В «мониторинге энергопотребления» акцент делается в основном на сборе данных, а в «контроль энергопотребления», как правило, больше внимания уделяется оценке.

Для реализации функции энергоменеджмента необходимо четко определить обязанности и взаимодействие лиц, принимающих решения. Их задачи и обязанности должны быть четко определены и подкреплены при помощи **трансграничной** координации.

Наиболее важным показателем в данном контексте является показатель, выраженный в киловатт-часах на квадратный метр в год (кВт/м²). На основе этого ключевого показателя можно осуществлять классификацию зданий в зависимости от их уровня энергопотребления. В Беларуси имеется база для использования такого подхода.

⁸ ср. [27]

Одна из основных функций системы энергоменеджмента включает меры и проекты по повышению энергоэффективности. В этом вопросе особую важность имеет принятие разумных решений по энергосбережению и реализация соответствующих мер. Для первичного обзора возможных мер, связанных с энергопотреблением, и их экономической эффективности, полезно использовать **подход с учетом требований управления**, а также все охватить все соответствующие ведомства и иерархические уровни.

8 Источники

- [1] ПРООН в Беларуси
Проект «Повышение энергоэффективности жилых зданий в Республике Беларусь»
№ 00077154
Техническое задание
получено: 27 мая 2013 г.
- [2] ПРООН / ГЭФ
Страна: Беларусь
Проектный документ
- [3] Молочко А.,
Проект ПРООН/ГЭФ № 00077154
Результаты анализа существующей методологии и практики мониторинга
интегрированных энергетических характеристик здания
Минск, 2013 г.
- [4] Молочко А.,
Проект ПРООН/ГЭФ № 00077154
Анализ существующих международной и местной практики проведения энергоаудита в
жилых зданиях и рекомендации по совершенствованию услуг энергоаудита жилых
зданий в Беларуси
Минск, 2013 г.
- [5] Данилевский Л.
О выполнении Этапов работ 1. и 2.
Минск, май 2013 г.
- [6] ARCEE
(Андреенко Н., Свистунова Н., Шмигоцки Б., Индриксоне Д., Палейки Й.)
Страновое досье: Беларусь
Текущая версия (издание за 2013 г. готовится к печати)
- [7] ARCEE
(Фон Кнорре С., Шарновски П., Шмигоцки Б., Энгевальд Ф.)
Энергоэффективность в жилых зданиях:
Критерии добросовестной практики для объектов реконструкции и нового
строительства
2013 г.
- [8] Institut für Politikstudien Interface GmbH
Internationaler Vergleich von Energiestandards im Baubereich
März 2005
- [9] Директива Европейского парламента и Совета 2010/31/ЕС
от 19 мая 2010 года
об энергосбережении зданий (новая редакция)
Официальный журнал Европейского союза, 18.06.2010
- [10] DIN V 4108-6 Тепловая защита и энергосбережение в зданиях
Часть 6: Расчет годовой потребности в тепловой и электрической энергии
Июнь 2003 г.

- [11] DIN V 4701-10 Энергоэффективность систем отопления и вентиляции в зданиях
Часть 10: Отопление, горячее водоснабжение, вентиляция
Август 2003 г.
- [12] DIN V 18599 Энергоэффективность зданий
Расчет потребностей в чистой, конечной и первичной энергии для отопления, охлаждения, вентиляции, горячего водоснабжения и освещения
Декабрь 2011 г.
- [13] Ingenieuresellschaft BBP Bauconsulting mbH
Проект отчета о начале реализации проекта № 05480/5/01/3 -01
21.06.2013
- [14] Ingenieuresellschaft BBP Bauconsulting mbH
insar consult PartG
Методы и стратегии местной политики в области энергетики и изменения климата в крупных населенных пунктах (Handlungsansätze und Strategien der lokalen Energie- und Klimaschutzpolitik in Großsiedlungen)
29.07.2010
- [15] Fraunhofer Institut
UMSICHT Leitfaden Nahwärme (Руководство по вопросам местного централизованного теплоснабжения)
1998
- [16] Wolff, D., Jagnow, K. (Вольф Д., Ягнов К.)
Исследование местных и централизованных тепловых сетей (Untersuchung von Nah- und Fernwärmenetzen)
Соображения по вопросам ограничений применения и проектирования будущих систем централизованного теплоснабжения (Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung)
Заключительный отчет (Endbericht)
15.05.2011
- [17] Отдел по связям с общественностью Федерального министерства экономики и технологий (BMW) (публикация)
Отдел по связям с общественностью Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и ядерной безопасности (BMU) (публикация)
Первый мониторинговый отчет «Энергия будущего». Резюме
Декабрь 2012 г.
- [18] Amstein + Walthert AG / Intep GmbH
Федеральное управление энергетики (Bundesamt für Energie BFE)
Мониторинг энергопотребления зданий и энергетического паспорта здания
Предварительное исследование
(Energie-Monitoring Gebäude und Gebäude-Energiepass
Vorstudie)
Сентябрь 2004 г.

- [19] А. Гребеньков
Belarus_Clima-East.doc
04.12.2013
- [20] Федеральное агентство по охране окружающей среды: Десятый доклад по охране окружающей среды. Экологическая ситуация в Австрии. Отчеты, т. REP-0410th
Федеральное агентство по охране окружающей среды, Вена
(Umweltbundesamt: Zehnter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich. Reports, Bd. REP-0410. Umweltbundesamt, Wien)
2013 г.
- [21] Adapton Energiesysteme AG
Energiemonitoring
www.adapton.de (accessed: 10.12.2013)
- [22] http://www.aachen.de/de/stadt_buerger/planen_bauen/gebaeudemanagement/ABTEILUNG_EN/3_Technisches_GM/Energie_Monitoring_System.html (accessed: 10.12.2013)
- [23] Углубленный страновой обзор в рамках Пятого национального сообщения Республики Беларусь
6-11 февраля 2012 г.
Предварительные уточняющие вопросы экспертной группы для Республики Беларусь
Ответы на вопросы, предоставленные Департаментом по гидрометеорологии
24 января 2012 г.
- [24] Углубленный страновой обзор в рамках Пятого национального сообщения Республики Беларусь
6-11 февраля 2012 г.
Предварительные уточняющие вопросы экспертной группы для Республики Беларусь
Ответы на вопросы, предоставленные Департаментом по гидрометеорологии
27 января 2012 г.
- [25] Углубленный страновой обзор в рамках Пятого национального сообщения Республики Беларусь
6-11 февраля 2012 г.
Предварительные уточняющие вопросы экспертной группы для Республики Беларусь
Ответы на вопросы, предоставленные Департаментом по гидрометеорологии
11 февраля 2012 г.
- [26] Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 1180
Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь
09 Августа 2010 г.
- [27] <http://www.vika.de/cms.php?nocache=1&id=1428> (accessed 10.12.13)
- [28] VDI 4602 Blatt 1; Energiemanagement – Begriffe, October 2007
VDI 4602 Blatt 2; Energiemanagement – Beispiele, Mai 2013
- [29] Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen
(Honorarordnung für Architekten und Ingenieure - HOAI); Stand 2013