

ПРООН/ГЭФ
Проект №00077154

«Повышение энергетической эффективности жилых зданий в
Республике Беларусь»

Отчет

**Брошюра для профессионалов о передовой практике,
касающейся энергетического аудита и энергетического менеджмента
в жилых зданиях**

(ПРОЕКТ)

Исполнитель,
Эксперт по вопросам
энергетического аудита в зданиях

А.Ф.Молочко

Минск
май 2014

Введение

В представленной брошюре собраны основные вопросы и ответы на них, возникающие при энергетическом аудите зданий, определении энергетических характеристик, а также основные понятия, используемые в мировой практике.

Как определить класс энергоэффективности здания в соответствии с нормативами ЕС?

Энергетическую эффективность зданий в ЕС оценивают по EN 15217:2007 с учетом энергопотребления как системы отопления в отопительный период, так и системы кондиционирования воздуха в период охлаждения здания. Кроме того, учитывается энергопотребление систем: горячего водоснабжения, вентиляции, освещения, а также оценка степени автоматизации инженерных систем и оценка защиты от инсоляции.

В стандарте описаны методы для определения энергетической эффективности зданий. Он определяет: общие показатели для энергетического представления здания в целом, включая отопление, вентиляцию, кондиционирование, горячее водоснабжение и системы освещения; пути определения энергетических требований для конструкций новостроек или реконструкции существующих зданий; процедуры определения справочных значений; пути разработки процедуры энергетической сертификации зданий.

Общий принцип построения шкалы эффективности потребления энергии зданиями **EP** базируется на использовании нормативных и фактических данных об энергопотреблении типичных зданий.

Определение класса энергоэффективности зданий:

Класс А, если:	$EP < 0,5R_r$
Класс В, если:	$0,5R_r \leq EP < R_r$
Класс С, если:	$R_r \leq EP < 0,5(R_r + R_s)$
Класс D, если:	$0,5(R_r + R_s) \leq EP < R_s$
Класс E, если:	$R_s \leq EP < 1,25R_s$
Класс F, если:	$1,25R_s \leq EP < 1,5R_s$
Класс G, если:	$1,5R_s \leq EP$

*Примечание: норма расхода энергии R_r соответствует требованиям современных норм для данного типа зданий, R_s - соответствует среднестатистическому фактическому показателю данного типа зданий.

Какие существуют подходы к сертификации зданий в ЕС ?

Согласно EN 15603 выделяют два основных подхода к определению энергоэффективности здания: первый - компьютерное моделирование и расчетное определение энергопотребления на потребности отопления, вентиляции, освещения и т.д. – так называемый расчетный подход, и второй – использование фактических данных об энергопотреблении, зафиксированных счетчиками – инструментальный подход.

Расчетный подход или рейтинг, в свою очередь, делится на стандартный и приспособленный. Стандартный рейтинг использует процедуру расчета в пределах использования стандартных моделей и климатических условий не зависимо от поведения жителей, фактических погодных и внутренних условий. Он может быть сформирован для зданий на протяжении процесса проектирования, новых зданий или существующих. В последнем случае в расчете используются реальные условия, и такой рейтинг называют приспособленным.

При построении шкал энергоэффективности в ЕС рекомендуют использовать показатели энергоиспользования зданием, представленные в первичной энергии. Однако построение шкалы по первичной энергии требует более детального учета ряда факторов (экономичность систем теплоснабжения, вид сжигаемого топлива, эффективность использования топлива при его преобразовании, транспортировке и распределении), которые вместе со структурой энергобаланса могут существенно влиять на конечный результат, то есть класс энергетической эффективности здания. Но в то же время энергетические расчеты на основании первичной энергии имеют преимущество, поскольку являются надежной основой для оценки затрат и объемов выбросов CO₂.

В мировой практике чаще всего инструментальный рейтинг используется для оценки существующих общественных и коммерческих зданий, а расчетный – для небольших, индивидуальных жилых зданий и всех типов новых зданий. Такой выбор вызван слишком высокими затратами на проведение сертификации с использованием расчетного рейтинга по сравнению с потенциальным эффектом. При этом последний, целесообразно использовать для новых зданий на передпроектной и конечных стадиях строительства в связи с наличием всей необходимой информации для расчета и отсутствием фактических данных об энергопотреблении и режиме эксплуатации здания.

Что такое международный протокол по контролю и верификации IPMVP ?

International Performance Measurement & Verification Protocol (IPMVP) – международный протокол по контролю и верификации экономии финансовых средств – это методика оценки сбережения энергии.

В настоящее время как никогда проявляется интерес к технологиям энергосбережения как в производственной, так и в бытовой сферах. Самым большим препятствием к широкому внедрению энергосберегающих технологий является невозможность оценки материальной выгоды. Чем большие вложения требует проект, тем большую отдачу он должен обеспечить. По этой причине были разработаны методики расчета экономического эффекта от внедрения современных энергосберегающих технологий.

Именно по этой причине организация по оценке эффективности (EVO) выпустила справочник IMPV – международный протокол по контролю и верификации экономии финансовых средств – методику, описывающую общую практику измерения, расчета и анализа сбережения материальных средств для конечных пользователей.

Первое издание IPMVP было выпущено в марте 1996 г., а второе – в 2004 г. К настоящему времени EVO выпустила уже 3 тома IPMVP:

Том 1: Принципы определения сбережения энергии и воды

Том 2: Задачи создания комфорта внутри помещений

Том 3: Прикладные задачи

Первый том IPMVP используется для оценки эффективности энергосберегающих мероприятий. Этот справочник предлагает методы с различными уровнями стоимости и точности для расчета экономического эффекта при внедрении энергосберегающих технологий как для отдельного проекта, так и целого комплекса.

Также в справочнике IPMVP определяется методика энергетического аудита (M&V Plan), определяющая действия, необходимые для определения экономического эффекта от модернизации производства.

Основные принципы оценки энергосбережения по IPMVP

1. Принцип определения исходного периода приведен на рисунке:



2. Принцип расчета экономии:

Экономия = Потребление в базовый период – потребление в отчетный период ± поправка на изменение условий производства

3. Принцип проведения аудита по методике IPMVP

Когда проводится энергетический аудит согласно методике IPMVP, должны быть выполнены шесть условий:

Точность: данные измерений должны быть настолько точны, насколько позволяет бюджет аудита. Стоимость аудита должна быть незначительной по сравнению с выгодой от экономии.

Законченность: отчет об энергосбережении должен включать в себя все выгоды от модернизации.

Консервативность: если какие-либо параметры сложно измерить или оценить, необходимо использовать наиболее невыгодное значение.

Единообразие: отчеты по энергосбережению должны быть единообразными:

- для различных мероприятий по энергосбережению;
- независимо от выполнившего их специалиста для аудита одного объекта;
- для различных периодов времени аудита одного объекта;
- для аудита энергоэффективности и анализа новых источников питания.

Существенность: при определении экономии необходимо измерять наиболее существенные параметры, влияющие на производственный цикл, в то время как менее важные параметры могут быть оценены с допущениями.

Прозрачность: все произведенные измерения и расчеты должны быть подробно описаны.

Какие существуют этапы и элементы при проведении энергетического аудита зданий?

- 1) подготовительный этап включает в себя оценку объема работ, согласование технического задания и сроков исполнения работ, заключение договора;
- 2) сбор исходных данных – заключается в сборе проектной, технической и финансовой документации, проведении инструментальных измерений;
- 3) обработка и анализ информации – должен предусматривать выполнение анализа полученных результатов, составление энергетических балансов, определение интегральных энергетических характеристик здания, оценка потенциала энергосбережения;
- 4) разработка рекомендаций по энергосбережению – основной задачей данного этапа является технико-экономическая оценка эффективности энергосберегающих мероприятий, составление перечня приоритетных направлений энергосбережения;
- 5) оформление полученных результатов – данный этап должен предусматривать составление отчета и энергетического паспорта по результатам проведения энергетического обследования;
- б) мониторинг удельных энергетических характеристик зданий предусматривает проведение повторного энергетического обследования и анализ хода внедрения энергосберегающих мероприятий предусмотренных программой в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Элементы энергоаудита различных уровней

Элементы энергоаудита	Уровень энергоаудита		
	1	2	3
Расход энергии и удельные характеристики	X ¹	X ¹	X
Предварительная оценка инженерных систем и ограждающих конструкций, опрос обслуживающего персонала ²	X	X	X
Проектная документация	X	X	X
Опрос жителей дома, служащих, рабочих		X	X
Измерения, минимальный уровень		X	
Измерения, требуемый уровень			X
Баланс тепла		X ¹	X ¹
Потенциал экономии	X	X	X
Общие соображения по инвестиционным предложениям		X	
Инвестиционные предложения			X

¹ Возможно при наличии счетчиков тепла, воды и электроэнергии.

² Оценка состояния ограждающих конструкций - см. раздел 3.6.

Какие исходные данные необходимо запросить для его проведения?

Исходные данные собираются с использованием проектной документации на здание, паспортов БТИ, энергетического паспорта здания, сведений эксплуатирующих организаций и непосредственного обследования здания при проведении энергоаудита.

Общие сведения о здании:

- год постройки здания и год проведения капитального ремонта;
- серия проекта здания;
- этажность здания;
- количество секций;
- количество квартир;
- геометрические размеры здания по наружной поверхности, включающие в себя длину, ширину и высоту (если здание имеет более сложную конфигурацию, то необходимо составить план периметра здания с указанием всех необходимых размеров);
 - отапливаемый объем и отапливаемая площадь здания;
 - общая площадь жилых помещений;
 - наличие отапливаемого подвала, т. е. наличие в подвале помещений с установленными отопительными приборами;
 - наличие теплого чердака, представляющего собой чердачное пространство, где собирается удаляемый из квартир воздух;
 - площадь ограждающих конструкций здания (площадь стен указывается без оконных проемов, балконных и входных дверей; при наличии отапливаемого подвала указывается площадь пола по грунту, включая площадь стен, контактирующих с грунтом; если в здании имеется неотапливаемое техподполье, то наружным ограждением является перекрытие техподполья);
 - количество зарегистрированных жителей в доме;
 - конструкция лестнично-лифтового узла (тип Н1 с поэтажными наружными переходами, тип Н2 – внутренняя лестница с окнами);
 - информация о встроенных нежилых помещениях.

Система теплоснабжения:

- источник (ЦТП или тепловая станция) в систему отопления;
- температурный график системы отопления здания;
- схема системы отопления одно- или двухтрубная;

- схема подключения системы отопления к тепловой сети: независимая с теплообменником в ИТП, зависимая с непосредственным подключением, через элеваторный узел или с насосом смешения;
- тип отопительных приборов;
- характеристика систем вентиляции и кондиционирования (при наличии);
- тип системы горячего водоснабжения (ГВС): с изолированными стояками без полотенцесушителей; то же с полотенцесушителями; с неизолированными стояками и полотенцесушителями;
- проектные нагрузки здания (эти данные собираются отдельно для жилой части и для встроенных нежилых помещений; при отсутствии такого разделения нагрузки приводятся для всего здания).

Система электроснабжения:

В систему электроснабжения и электропотребления жилых зданий входят вводно-распределительные устройства (ВРУ), питающие, групповые и распределительные сети и электропотребляющее оборудование. Электропотребляющее оборудование можно разделить на 3 группы:

- электроприемники в жилых помещениях (освещение в квартирах и бытовые электроприборы);
- наружное освещение и освещение мест общего пользования;
- силовое оборудование (лифтовое оборудование, насосы и др.).

Последние 2 группы относятся к общедомовому электропотребляющему оборудованию.

При обследовании системы электроснабжения жилого здания необходимо проверить наличие однолинейной схемы электроснабжения и получить следующую информацию:

- границы раздела балансовой принадлежности;
- основные характеристики общедомового электропотребляющего оборудования (лифты, насосы, освещение и т. д.);
- данные фактического электропотребления по видам электропотребляющего оборудования согласно показаниям счетчиков коммерческого учета, а также счетчиков технического учета (при наличии).

Приборы учета электроэнергии, тепла и воды:

- тип (марка) и номер установленного оборудования;
- наличие технических возможностей для использования измерительного оборудования в системах учета, контроля и регулирования;
- места установки приборов учета.

Какие основные нормируемые характеристики зданий ?

Нормативные значения удельного расхода тепловой энергии за отопительный период на отопление и вентиляцию жилых зданий, МДж/м² (кВт·ч/м²)

Этажность здания	Витебск		Минск		Гроно		Могилев		Брест		Гомель	
	МДж/м ²	кВт·ч/м ²	МДж/м ²	кВт·ч/м ²	МДж/м ²	кВт·ч/м ²	МДж/м ²	кВт·ч/м ²	МДж/м ²	кВт·ч/м ²	МДж/м ²	кВт·ч/м ²
От 1 до 3 включ.	108	389	96	346	88	317	101	364	79	284	92	331
4	65	234	55	198	50	180	58	209	44	158	52	187
5	63	227	53	191	49	176	57	205	43	155	51	184
6	62	220	51	184	47	169	55	198	42	151	50	180
7	59	212	50	180	45	162	53	191	10	144	48	173
9	58	209	49	176	44	158	52	187	39	140	41	169
12 и более	57	205	48	173	43	155	51	184	38	137	46	166

Нормальная влажность некоторых материалов наружных ограждающих конструкций

№ п.п.	Материал	Плотность, кг/м ³	Влажность материала, %	
			массовая	объемная
1	Красный кирпич в сплошных стенах	1800	1,5	2,7
2	Кирпич красный в стенах с воздушной прослойкой	1800	0,5	0,9
3	Кирпич силикатный	1900	2,5	4,8
4	Бетон тяжелый	2000	1,5	3,0
5	Шлакобетон	1300	3,0	3,9
6	Керамзитобетон	1000	6,0	6,0
7	Пенобетон в наружных стенах	700	10,0	7,0
8	Пеностекло	350	3,0	1,1
9	Штукатурка известково-песчаная	1600	1,0	1,6
10	Шлак топливный в засыпке	750	3,5	2,6
11	Минераловатные плиты	200	2,0	0,4
12	Дерево (сосна)	500	15	7,5
13	Фибролит цементный	350	15	5,2
14	Торфоплиты	225	20	4,5
15	Пенополистирол	25	5	0,12

Нормативная воздухопроницаемость G ограждающих конструкций зданий и сооружений (СНиП II-3)

Вид ограждающей конструкции	G , кг/(м ² -ч), не более
Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных зданий и сооружений	0,5
Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
Стыки между панелями наружных стен: жилых зданий	0,5
производственных зданий	1,0
Входные двери в квартиры	2,5
Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий, окна производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
Зенитные фонари производственных зданий	10,0

Какие основные мероприятия можно рекомендовать для повышения энергоэффективности зданий?

Энергосбережение в системе освещения:

- Исполнение освещения в соответствии с действующими нормами, недопущение избытка или недостатка освещенности;
- Замена ламп накаливания на энергосберегающие (компактные люминесцентные, светодиодные лампы), экономия электроэнергии составит до 70%, от ранее потребляемой ими;
- Замена люминесцентных ламп, на люминесцентные лампы повышенной энергетической эффективности, экономия до 5%;
- Замена пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) низкого класса энергоэффективности, на более энергоэффективную ПРА, экономия до 10%;
- Сегментация контуров освещения, с возможностью выключения как отдельного сегмента, так всего освещения, экономия до 10%.

Энергосбережение в системе отопления:

- Оснащение системы отопления прибором учета тепловой энергии. Позволяет осуществлять качественный и количественный мониторинг энергозатрат, производить расчеты с теплоснабжающей организацией, в соответствии с действительным потреблением тепловой энергии;
- Проведение своевременной промывки, химической очистки системы отопления, экономия до 10%;
- Гидравлическая наладка, регулировка, организация регулярного технического обслуживания системы отопления, экономия до 10%;
- Автоматизация управления системой отопления, установка (оборудование) индивидуального теплового пункта (ИТП), экономия до 25%;
- Проведение работ по снижению теплопроводности ограждающих конструкций - своевременная оклейка окон, замена оконных рам на менее теплопроводные, утепление стен, чердачных и подвальных перекрытий. Экономия 20-40%;
- Замена неисправных радиаторов отопления, применение индивидуальных терморегуляторов, установка отражающих экранов. Снижение энергозатрат до 15%.

Энергосбережение в системе водоснабжения (холодного, горячего):

- С целью получения возможности мониторинга потребления холодной

и горячей воды, а также возможности оплаты по факту, произвести установку счетчиков для системы холодного и горячего водоснабжения;

– Сокращение потерь, путем устранения всех утечек и точной организации своевременного обслуживания и ремонта системы водоснабжения;

– Применение экономичной водоразборной арматуры;

– Установка системы автоматической регулировки температуры горячей воды.

Энергосбережение в системе вентиляции и кондиционирования:

– Применение систем подогрева поступающего воздуха, за счет отводимого, возможная экономия тепловой энергии 30-40%;

– Модернизация, замена устаревшего вентиляционного оборудования.

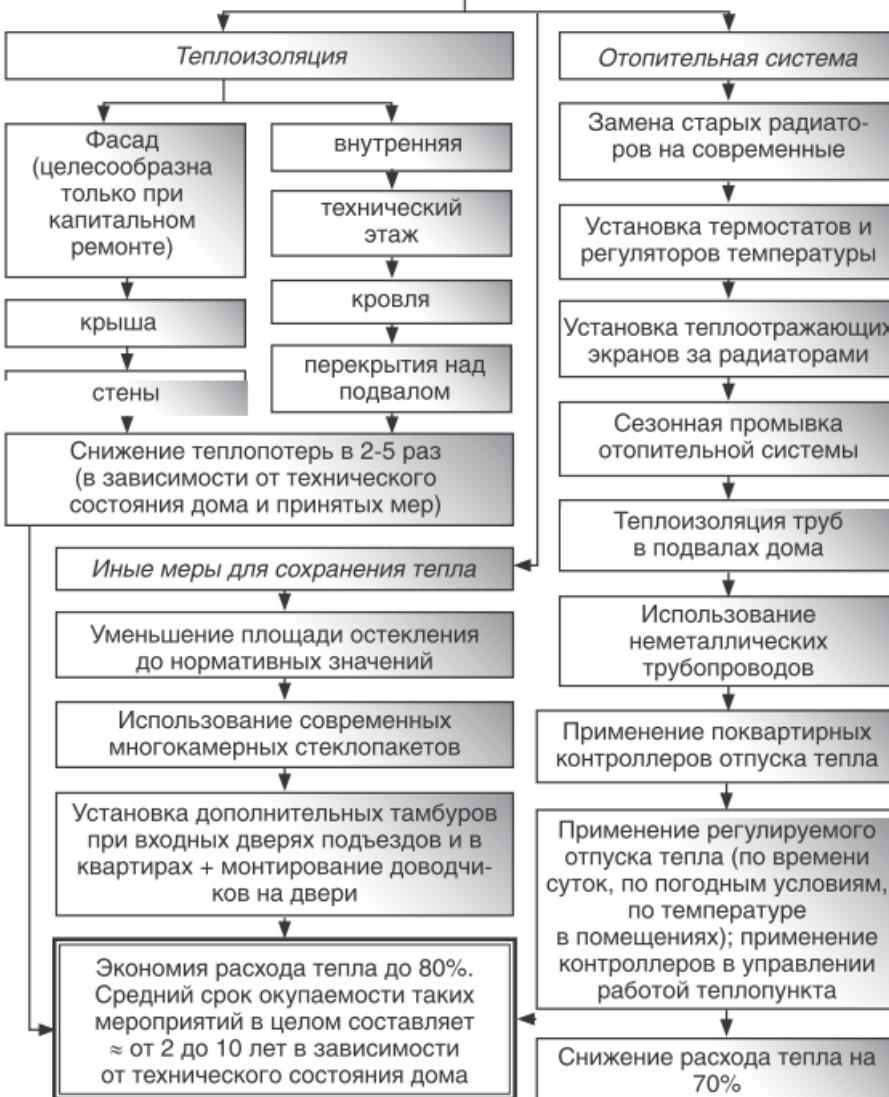
– Исключение нерационального использования систем кондиционирования;

– Применение оборудования высокого класса энергетической эффективности;

– Своевременное обслуживание установок кондиционирования.

Как экономить энергоресурсы... и деньги (общие помещения)

Экономия тепловой энергии





Как утеплить многоквартирный дом?

Если невозможно
утеплить весь дом
сразу, с чего начать?

кровля

коммуникации

фасад

фундамент

Какова доля теплопотерь на каждый из объектов,
подлежащих утеплению?

кровля

фасад

коммуникации

фундамент

50%

20%

15%

15%

Какой способ теплоизоляции лучше применять:
внешний или внутренний?

Внешняя теплоизоляция

Внутренняя теплоизоляция

Покрывает почти всю площадь
объектов, подлежащих утеплению

Утепление с учетом конструкции
внутренних помещений

Хорошая вентиляция исключает
возникновение плесени

Риск возникновения плесени и
грибков

Некоторые виды внешней тепло-
изоляции больше подвергаются
механическим воздействиям

Практически не подвергается
механическим воздействиям
и воздействию УФ-лучей

Эффективнее чем внутренняя
теплоизоляция

Менее эффективна, чем внешняя
теплоизоляция

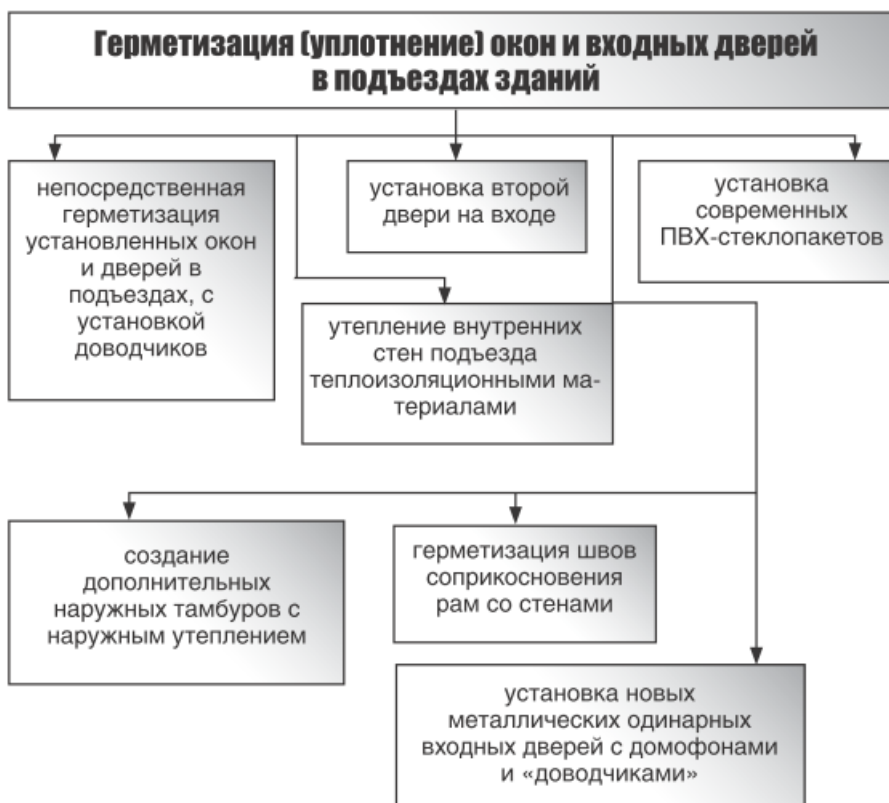
Срок окупаемости в 4-5 раз
дольше, чем у внутренней
теплоизоляции

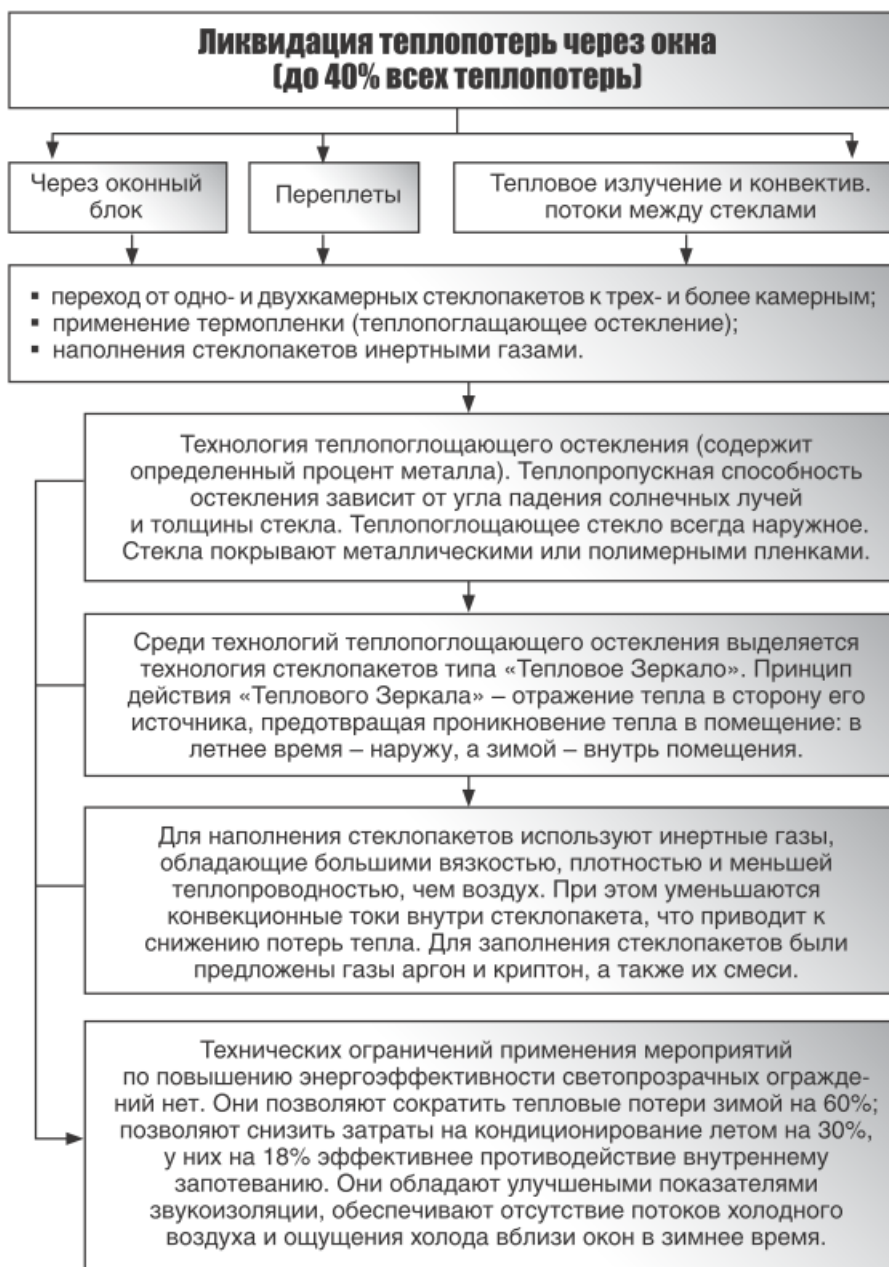
Срок окупаемости меньше, но
и потеря тепла больше чем у
внешней

Характеристики основных теплоизоляционных материалов

Какие самые распространенные теплоизоляционные материалы существуют на сегодняшний день?







Применение автоматических датчиков для световых приборов

Где и какие датчики целесообразно применять для автоматического включения/отключения световых приборов?

Лифты, коридоры, пожарные лестницы

Датчики движения

Датчики присутствия

С функцией диммирования

Без диммиров

При отсутствии человека лампа постоянно включена на 15-20% мощности

Постоянно выключена, включается только при появлении человека

Дежурный свет

Дискомфорт при входе в темное помещение

Затраты на диммеры

Можно подключить параллельно лампы дежурного света с сумеречным реле или астрономическим таймером

Окупаемость 2-2,5 года

Уличное освещение

Датчики движения, присутствия

Датчики с сумеречным реле или астрономическим таймером

При выборе стоит обратить внимание на морозоустойчивость, защиту от влаги и мех. повреждений

Результат:

Снижение энергопотребления в среднем на 40 – 50%, а в отдельных случаях на 80%

Основные источники света

Лампы накаливания	Галогенные лампы	Люминисцентные лампы	Разрядные высокого давления	Светодиоды
Лампы накаливания	<p>Вольфрамовая спираль, помещенная в колбу, из которой откачан воздух, разогревается под действием электрического тока. Типичная для ЛН световая отдача 10-15 Лм/Вт. Срок службы ЛН, не превышает 1 000 часов, крайне низкая начальная цена, что совершенно не означает, что применение ЛН экономически эффективно.</p>			
Галогенные лампы	<p>Современный вариант ламп накаливания. Добавление галогенидов в колбу лампы, использование особых сортов кварцевого стекла, «останавливающего» ультрафиолет, «возвращение» теплового излучения на спираль лампы с помощью специальных отражателей. Однако такие отрицательные моменты, как нагрев, значительно снижают область их применения. Недостатки ГЛН: недостаточная световая отдача и относительно короткий срок службы (в среднем 2 000-4 000 часов).</p>			
Люминисцентные лампы	<p>Разрядные лампы низкого давления представляют собой цилиндрическую трубку с электродами, в которую закачаны пары ртути. Для работы необходима специальная пускорегулирующая аппаратура. Долговечные (срок службы до 20 000 часов). Благодаря экономичности и долговечности ЛЛ стали самыми распространенными источниками света в офисах предприятий.</p>			
Разрядные высокого давления	<p>Два типа – два основных разряда высокого давления – ртутный и натриевый. Широкий спектр излучения, средний срок службы около 15 000 часов. Невысокая стабильность параметров в течение срока службы. Применяются в архитектурном, ландшафтном, техническом и спортивном освещении. На сегодняшний день это один самых экономичных источников света, прежде всего при уличном освещении.</p>			
Светодиоды	<p>Источники света будущего. Срок службы 100 000 часов, высокая стоимость. Служат для уличного освещения, например, придомовой территории. Высокая экономичность энергопотребления. Контрастность света светодиодов в 400 раз превышает контрастность разрядных ламп. Отсутствие вредного эффекта низкочастотных пульсаций (стробоскопического эффекта).</p>			

Энергосберегающие лампы – недостатки и преимущества

Недостатки

Цена в 10-50 раз дороже ламп накаливания (в зависимости от производителя и количества часов работы)

Содержит ртуть. Возникает опасность при нарушении целостности лампочки

Большое количество подделок низкого качества

Окупают свою высокую стоимость только при условии надежной работы в течение всего заявленного срока службы

Вывод:

При всех минусах использования таких ламп, все же экономится достаточное количество энергии для окупаемости всех затрат в короткие сроки, кроме того энергосберегающие лампы гораздо надежнее ламп накаливания

Преимущества

Меньшее потребление энергии. Расход на 80% меньше чем у лампы накаливания

Незначительное тепловыделение. Позволяет использовать лампы большой мощности в хрупких бра, нежных люстрах

Разнообразие цветовой температуры свечения от «холодного» до «теплого» света

Срок службы от 8 тысяч до 10 тысяч часов (в 8-10 раз больше чем у лампы накаливания)

Выгодно применять в местах с постоянно включённым светом (подъезд, тамбур и т. п.)

Лампочка зажигается без мерцания и работает без мигания

Устойчива к перепадам напряжения

В отличии от ламп накаливания, имеется гарантия производителя

Кроме того, Вы еще сэкономите время, т. к. на такой же срок службы Вам понадобятся примерно 10 обычных ламп, а это значит, что вам придется 10 раз ставить стремянку, выкручивать лампу, вкручивать новую, идти выкидывать «стеклянный трупик» и убирать все на место. В лучшем случае минуты за три вы справитесь. Умножьте на 10, и получится, что одна энергосберегающая лампа экономит вам полчаса полезного времени. А если учесть поход в магазин, чтобы докупить необходимое количество и количество световых приборов в доме...

