Живое партнерство

Förderprogramm Belarus

Дмитрий Бурёнкин, Владимир Рак

Рекомендации по энергоменеджменту

В помощь органам местного управления

Минск – 2018

Дмитрий Бурёнкин, Владимир Рак

Рекомендации по энергоменеджменту

В помощь органам местного управления

Минск – 2018

Пособие издано в рамках проекта «Через энергосбережение к развитию регионов», реализованного РСЭОО «Живое партнёрство» в сотрудничестве с ОО «Лебен нах Чернобыль», г. Франкфурт-на-Майне, Ветковским, Вилейским и Чаусским районными исполнительными комитетами и местными НГО.

Förderprogramm Belarus

Этот проект осуществлён при содействии Программы поддержки Беларуси (ППБ). Программа поддержки Беларуси реализуется Дортмундским международным образовательным центром (IBB Dortmund) по поручению Министерства экономического сотрудничества и развития (BMZ) и Германского общества по международному сотрудничеству (GIZ).

Содержание публикации не является отображением официальной позиции ППБ.

Дмитрий Бурёнкин, Владимир Рак.
Рекомендации по энергоменеджменту. *В помощь органам местного управления*.
Мн.2018.

Публикация будет полезна специалистам-энергетикам и местным органам управления городов/районов Беларуси, присоединившихся к инициативе «Соглашение мэров», для решения задач повышения энергоэффективности и снижения выбросов CO_2, а также администрациям городов/районов, заинтересованным во внедрении лучших европейских практик в области мониторинга и управления потреблением энергоресурсов, разработке долгосрочных энергетических и климатических планов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

Используемые сокращения 7

1. Системы управления: система экологического менеджмента и система энергетического менеджмента 8

2. Внедрение системы энергетического менеджмента на муниципальном уровне . . . 12

2.1. Зачем районам Беларуси энергетический менеджмент 12

2.2. Барьеры для внедрения системы энергетического менеджмента 13

2.3. Создание структуры энергетического менеджмента 15

3. Обязанности энергоменеджера (на основе немецкого опыта) 17

3.1. Учёт и контроль 18

3.2. Оптимизация 18

3.3. Анализ 19

3.4. Планирование. 19

3.5. Инвестирование и получаемая выгода 20

3.6. Энергоменеджер должен быть в администрации 20

4. Мониторинг энергопотребления как основа энергоменеджмента. Программа «Энергобаланс» – пример инструмента для мониторинга энергопотребления на местном уровне 22

5. Экономика энергосбережения 26

5.1. Основы энергосбережения 26

5.2. Показатели целесообразности реализации проекта 26

5.2.1. Простой и дисконтированный денежный поток 26

5.2.2. Чистый доход 27

5.2.3. Чистый дисконтированный доход 28

5.2.4. Простой период окупаемости 29

5.2.5. Дисконтированный период окупаемости 29

5.2.6. Простой и дисконтированный индекс доходности инвестиций 29

5.2.7. Внутренняя норма доходности 29

5.2.8. Ануитет 30

6. Основные мероприятия по энергосбережению 32

6.1. Мероприятия, рекомендуемые Департаментом 32

6.2. Мероприятия в рамках эксплуатационных затрат на обслуживание зданий и оборудования без привлечения дополнительных инвестиций 33

6.2.1. Ликвидация декоративных ограждений отопительных приборов 33

6.2.2. Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами . 35

6.2.3. Установка однорычажных смесителей 37

6.2.4. Установка регуляторов расхода воды (аэраторов) 38

6.2.5. Установка энергоэффективного кухонного оборудования (замена электроплит на индкуционные) 39

6.2.6. Установка энергоэффективного посудомоечного оборудования 40

6.2.7. Установка гелиоколлекторов для нужд горячего водоснабжения 41

6.2.8. Смазка и протяжка контактных соединений во вводно-распределительном устройстве здания 45

7. Литература 47

8. Контакты 48

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая публикация подготовлена в рамках проекта «Через энергосбережение к развитию регионов», реализованного в период 2016-2018 г.г. общественным объединением «Живое партнёрство» при финансовом содействии Программы поддержки Беларуси Федерального правительства Германии.

С 2008 г. объединение «Живое партнёрство» работает с непромышленными организациями: учреждениями образования, социальными организациями и церковными приходами по внедрению системы экологического менеджмента «Белый аист»[1]. Организации и учреждения, внедрившие и поддерживающие у себя данную систему, постоянно улучшают показатели по энергосбережению, обращению с отходами, повышению экологической ответственности персонала. Замечено, что лучшие результаты экологического управления среди организаций сети[2] «Белый аист» имеют учреждения образования, особенно, когда эта работа поддерживается местной администрацией.

Следующим этапом в продвижении идеи экологического менеджмента стал переход от работы с отдельными учреждениями к работе с администрациями местных органов управления Беларуси. Так проект «Через энергосбережение к развитию регионов» реализовывался в сотрудничестве с исполнительными комитетами и общественными организациями трёх белорусских районов: Ветковским районом Гомельской области, Вилейским районом Минской области и Чаусским районом Могилёвской области. Все три района являются небольшими административными единицами, в разное время присоединившимися к международной инициативе «Соглашение мэров по энергии и климату». Участие в инициативе предполагает принятие районами обязательств по сокращению выбросов парниковых газов минимум на 30% к 2030 году, что требует разработки и реализации планов устойчивого энергетического и климатического развития. Так как большая часть выбросов парниковых газов сосредоточена в энергетическом секторе, именно тема энергоэффективности и снижения уровня потребления энергоресурсов за счет внедрения эффективных управленческих подходов и стала основой для сотрудничества.

Пилотным районам проекта была оказана помощь по внедрению отдельных элементов системы энергетического менеджмента. Главный акцент при этом был сделан на организацию ежедневного мониторинга энергопотребления учреждениями образования районов и организацию работы отдельных учреждений в соответствии с принципами экологического управления.

В настоящей публикации представлены основные принцпы и задачи системы энергетического менеджмента *(далее – СЭнМ)*, а также рекомендации по внедрению данной системы на районном (муниципальном) уровне. Задача публикации – показать преимущества системной работы по управлению процессами энергопотребления и энергосбережения и заинтересовать местные органы управления в применении практик энергетического менеджмента.

[1]Система экологического менеджмента «Белый аист» основана на национальном стандарте СТБ ИСО 14001 и распространяется на непромышленные объекты: школы, дет.сады, санаторно-курортные учреждения и другие социальные объекты, а также церковные приходы и общественные организации.

[2]Сеть «Белый аист» объединяет учреждения, успешно внедрившие систему экологического менеджмента и получившие сертификат экологического соответствия «Белый аист».

В публикации приведены примеры энергоэффективных мероприятий, не включенные в методические рекомендации Департамента по энергоэффективности государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, которые возможно реализовать на территории районов Беларуси, а также подробно рассмотрены технические и экономические аспекты данных мероприятий.

При подготовке публикации учитывался опыт, полученный в результате реализации проекта в Беларуси, а также использованы материалы, полученные от немецкого эксперта проекта – доктора Вернера Ноймана, имеющего большой стаж работы энергоменеджером в г. Франкфурт-на-Майне (Германия), расчеты и материалы, подготовленные экспертами из Беларуси, в рамках реализации инициативы «Соглашение мэров по энергии и климату».

Данная публикация предназначена в первую очередь для специалистов местных органов управления и лиц, принимающих решения в области реализации мероприятий, направленных на снижение энергопотребления и развитие возобновляемых источников энергии в городах и районах Беларуси, как на уровне всего района (председатели и заместители председателей районных исполнительных комитетов, директора ЖКХ и т.д.), так и на уровне отдельных учреждений (руководители школ, детских садов и т.д.). Публикация также будет полезна представителям общественных организаций и местных инициатив, которые работают с населением и местными властями.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

СЭнМ – Система энергетического менеджмента
СЭМ – Система экологического менеджмента

СТБ – стандарт Беларуси *(Государственный стандарт Республики Беларусь)*

ISO – International Organization for Standardization *(Международная организация по стандартизации)*, в русском языке допускается использование аббревиатуры ИСО

СТБ ИСО 14001 – государственный стандарт Республики Беларусь Системы управления (менеджмента) окружающей среды (или системы экологического менеджмента – СЭМ).

ISO 50001 – стандарт системы энергетического менеджмента (СЭнМ)

ВВП – валовый внутренний продукт

ВИЭ – возобновляемые источники энергии

ЕС – Евросоюз

АСКУЭ – автоматизированная система контроля и учета электроэнергии

КПД – коэффициент полезного действия

МВТ – местные виды топлива

ПВХ – поливинилхлорид (материал для изготовления современных оконных блоков)

ТНУ – теплонасосная установка

1 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ: СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА И СИСТЕМА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

В рамках деятельности конкретного учреждения система экологического менеджмента направлена на последовательное уменьшение отрицательного воздействия на окружающую среду путем сокращения объемов сбросов загрязненных стоков, сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, объемов образования отходов, опасных веществ, благоустройства и озеленения прилегающей территории и многих других мер. В Беларуси система экологического менеджмента получила развитие с конца 90-х гг. и применялась, как правило, на промышленных предприятиях, деятельность которых наносит значительный ущерб окружающей среде.

В 2007–2008 гг. в процессе реализации проекта «Развитие единой системы экологической сертификации для социальных, учебных и церковных учреждений» белорусскими специалистами был изучен опыт акции «Зелёный петух» Евангелической церкви Германии по внедрению системы экологического менеджмента в церковных и социальных учреждениях. Принимая идею ответственности церкви за сохранение творения, церковные общины Германии внедряют систему экологического управления, тем самым подчёркивая важность контроля за воздействием на окружающую среду непромышленных объектов: церквей, школ, больниц и т.п.

Изучив и адаптировав опыт акции «Зелёный петух», в Беларуси были разработаны основные положения общественной экологической сертификации «Белый аист», основанные на национальном стандарте СТБ ИСО 14001. Система экологического менеджмента «Белый аист» распространяется на непромышленные учреждения: социальные организации, учреждения образования, гостиницы, церковные общины и общественные организации. Органом общественной экологической сертификации является консультационно-методический центр при РСЭОО[3] «Живое партнёрство». Сертификат соответствия «Белый аист» выдаётся сроком на 4 года непромышленным организациям, внедрившим систему экологического менеджмента и успешно прошедшим сертификационный аудит. С 2008 по 2018 г.г. такой сертификат получили 37 организаций.

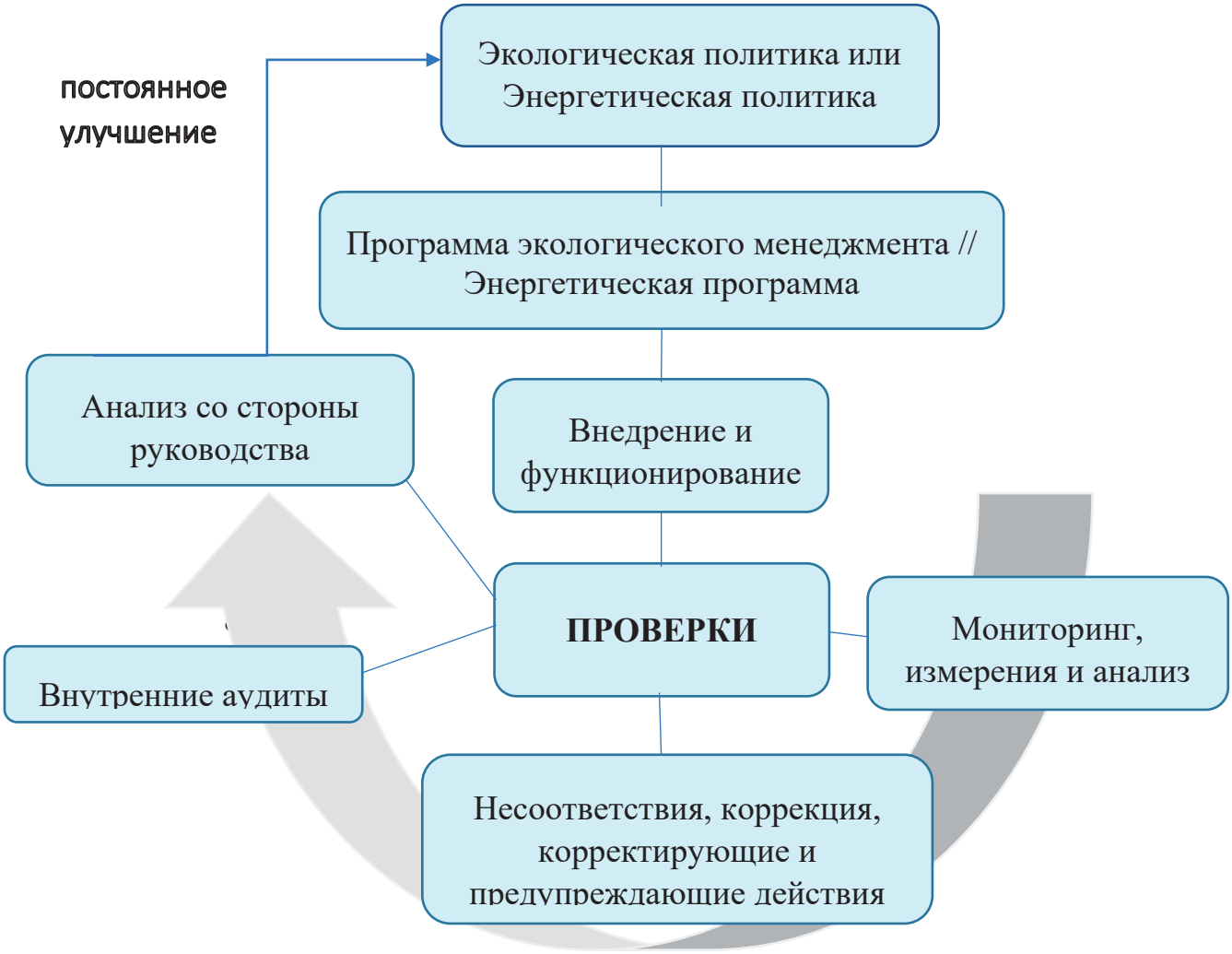
Наиболее успешными во внедрении и функционировании системы экологического менеджмента являются Детский реабилитационно-оздоровительный центр «Надежда» в Вилейском районе и гимназия № 19 г. Минска.

ISO 50001 – это новый глобальный стандарт энергетического менеджмента. Цель стандарта ISO 50001 – дать возможность организациям разработать системы и процессы, необходимые для улучшения энергетической результативности, включая энергетическую продуктивность (КПД по энергии), использование и потребление энергии. Успешное внедрение требований ISO 50001 ведет к уменьшению выбросов в атмосферу парниковых газов и других воздействий на окружающую среду, а также уменьшает затраты на энергоносители посредством систематического управления энергетическими ресурсами.

[3]РСЭОО «Живое партнёрство» - Республиканское социально-экологическое общественное объединение «Живое партнёрство»

В основу обеих систем управления: системы энергетического менеджмента (СЭнМ) и системы экологического менеджмента (СЭМ) – положен цикл Деминга «Планирование – Внедрение – Контроль – Усовершенствование», позволяющий достичь непрерывного совершенствования любой системы.

Модель системы энергетического менеджмента, как и системы экологического менеджмента, выглядит следующим образом:



В перечень экологических аспектов учреждений непромышленного сектора наряду с образованием отходов, загрязнением стоков, использованием химических веществ (бытовой химии), как правило, включаются вопросы потребления электрической и тепловой энергии, воды.

Таким образом, в учреждениях сети «Белый аист» энергетические аспекты оказываются уже интегрированными в систему экологического менеджмента.

В данной публикации речь идёт о возможности управления процессами энергопользования в общественных (муниципальных) зданиях, находящихся на балансе местной администрации. Тем самым осуществляется переход от управления отдельным учреждением (например, школой) до обеспечения эффективного процесса энергопотребления всеми учреждениями, входящими в состав какой-либо административной территории. Другими словами, мы переходим к необходимости создания системы энергетического менеджмента на местном уровне.

Естественно, наличие системы управления хотя бы в нескольких учреждениях района облегчает работу по созданию системы управления более высокого уровня.

Ниже приведены несколько примеров успешных решений по ресурсо- и энергосбережению в учреждениях образования сети «Белый аист».

Школа № 16 г. Орши построена так, что окна всех учебных аудиторий выходят на юг, в них светит солнце и здесь всегда теплее, чем на северной стороне здания. Но система отопления одна, и в то время, когда греет солнце, в классах жарко и приходится открывать окна, чтобы поддерживать рабочую температуру в аудиториях. Так и грели улицу, пока не задумались о том, что реально можно сделать для экономии топлива. Выполнили соответствующие расчёты и внесли предложение в отдел образования. Установили задвижки в теплопункте чтобы можно было отдельно регулировать подачу тепла на южную и северную стороны здания. В результате получили существенную экономию тепловой энергии. В выигрыше школа (в классах нормальная для работы температура воздуха) и городской бюджет.

Ещё одно неординарное решение было принято и реализовано в этой школе. По территории школьного двора (под землёй) проходит теплотрасса. Зимой на этом месте снег никогда не задерживался, земля не промерзала. Ремонт теплотрассы не под силу учреждению образования, да и не его это компетенция. Экологически настроенная команда школы решила использовать подземный источник тепла, соорудив на этом участке теплицу. Теперь тепло, уходившее ранее в воздух, используется для выращивания зелени.

Здание Ильянской средней школы (Вилейский район Минской области) строилось в конце 80-х – начале 90-х годов 20 века. Последствия ускоренного и некачественного строительства постоянно дают о себе знать. В отдельных местах здания тепловизор фиксирует потоки тепла, выходящего через кирпичную кладку наружу, словно это не стена, а решётчатая поверхность. Ситуация усугубляется тем, что школа является последним объектом, куда поступает теплоноситель от местной котельной, поэтому температура теплоносителя не так высока, как хотелось бы. Как результат – температура в классах в зимний период едва достигает 15–16^{0}С.

Как и во всех стандартных зданиях советского периода, отопительные батареи установлены в нишах под окнами, т.е. толщина стен за батареями ещё меньше, чем в других местах.

Оптимальным решением является утепление здания, но на это нет финансовых средств. Руководство школы находит способ «местного» бюджетного решения. Начали с установки отражающих экранов за батареями. Но площадь ниши под окном значительно больше, чем площадь батареи, и через тонкую стену тепло продолжает уходить. Тогда приняли решение утеплить всю площадь ниши под окном. Использовали для этого теплоизолирующие материалы и обшивку из гипсокартона, плюс отражающий экран за батареей. Не самое лучшее, но финансово доступное решение. Эффект налицо: в классах, где выполнено такое утепление, температура на 1-2 градуса больше, чем там, где его нет.

Работники Осиновской школы Чаусского района Могилёвской области нашли способ экономии воды. Руководствовались стандартными советами. Во-первых, в рукомойниках, которыми пользуются дети, заменили вентильные смесители на однорычажные. Теперь дети быстрее налаживают оптимальную для них температуру воды и потери воды уменьшились.

Во-вторых, достаточно распространённый источник потерь воды – неисправные сливные бачки в туалете. Старые рычажные системы слива трудно регулируются и вода, как правило, всё время течёт из бачка небольшой струйкой. При проведении предварительной экологической оценки в школе эксперт-аудитор обратил внимание на этот «обычный» для многих общественных мест факт. Поменять всю сантехнику в школе не так просто, поэтому рабочая экологическая группа остановилась на половинчатом решении: заменили старые сливные бачки на новые – кнопочные.

Такие простые решения дали за год эффект экономии воды на 14%.

Ещё одно постое решение по экономии воды внедрили в средней школе № 3 г. Вилейки. Во всех сливных бачках с помощью поплавка отрегулировали, точнее – уменьшили уровень наполнения бочка. Если раньше при нажатии на кнопку смыва сливалось 6–7 литров, теперь это 5–6 литров. Месяц работы туалетов в «новом» режиме дал экономию воды по школе на 9 %.

Это самые простые решения, которые может применить любое учреждение. Но благодаря тому, что в поиске решений участвует не один человек, а группа заинтересованных работников, новый опыт получают все участники группы. Эти же простые решения можно использовать и для совершенствования энергосбережения в домашних условиях. Поэтому важно, чтобы информация передавалась коллегам, ученикам. В выигрыше все: и само учреждение, и работники школы, и учащиеся, и, что немаловажно – местный бюджет!

2 Внедрение системы энергетического менеджмента на муниципальном уровне

2.1. Зачем районам Беларуси энергетический менеджмент

В типичных для Беларуси условиях, когда ресурсы на увеличение уровня энергоэффективности ограничены, важнейшую роль обретает правильное их распределение. Соответственно перед каждым районным исполнительным комитетом стоит важнейшая задача: определить необходимость и очередность выполнения мероприятий по энергоэффективности на своей территории. Важно в первую очередь реализовать мероприятия, которые будут давать наибольший эффект при наименьших сроках окупаемости. С годами выбор таких мероприятий становится все сложнее, ведь если на начальных этапах работы в области снижения потребления энергоресурсов они были очевидны, то сейчас для их определения требуется проведение более сложных расчетов, а также мониторинговые данные за предыдущие годы и четкое видение будущего.

В настоящий момент годовая программа по энергосбережению отдельных городов и районов строится на основании доведенного целевого показателя по энергосбережению. Для достижения целевого показателя собираются возможные мероприятия с различных учреждений, находящихся на территории района, эффективность каждого из мероприятий рассчитывается по методике Департамента по энергоэффективности. Данная система работает в Беларуси достаточно эффективно, что подтверждают данные по снижению энергоемкости ВВП и повышению уровня энергоэффективности.

Однако уже сейчас очевидно, что на районном уровне необходима более системная работа в области энергоэффективности. Во-первых, как показывает опыт городов из ЕС и Восточной Европы, на районном уровне должно проводиться долгосрочное энергетическое планирование. Города и районы, имеющие долгосрочные энергетические планы, легче привлекают инвестиции и достигают больших успехов во внедрении энергосберегающих технологий и ВИЭ, что, в свою очередь, сокращает отток населения, создает новые рабочие места, снижает экологическую нагрузку, способствует развитию туризма и улучшает уровень жизни людей в целом. Во-вторых, на сегодняшний день на районном уровне необходимо организовать более серьезную аналитическую и мониторинговую работу в области потребления ресурсов, особенно учреждениями социального назначения (школы, больницы, детские сады, здания и т.д.). Для примера, специалисты отдела образования, как правило, знают потребление ресурсов по каждой из школ в районе, однако практически никто не сравнивает школы между собой по удельным показателям, кроме того, мало кто может ответить, почему это потребление является таковым. В районах не отслеживаются тренды потребления, а также практически никогда не происходит мониторинг после установки того или иного энергосберегающего оборудования. В зданиях социальной сферы практически никогда не проводится даже упрощенный энергетический аудит, отсутствуют данные тепловизионной съемки. Схожа и ситуация с

многоэтажными жилыми домами. Зачастую решение о проведении модернизации принимается на основе количества жалоб от населения, а не на основе данных тепловизионной съемки, анализа потребления и экономических расчетов. Для изменения ситуации в лучшую сторону необходим более дифференцированный и индивидуальный подход, который и предлагает **система энергетического менеджмента**. Очевидно, что лишь совокупность различных мер – как управленческих, так и следующих за ними технических, индивидуально подобранная для каждого конкретного случая,- может дать оптимальный результат.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующий вывод о том, что система энергетического менеджмента или даже некоторые ее элементы, внедренные в районах Беларуси, позволяют:

- Организовать процесс мониторинга потребления энергоресурсов учреждениями района;
- Анализировать данные, полученные в результате мониторинга, выявлять существующие проблемы;
- Оперативно искать наиболее эффективные решения, готовить технико-экономические обоснования для различных мероприятий в области повышения уровня энергоэффективности;
- Приоритизировать мероприятия в соответствии с их эффектом и стоимостью;
- Привлекать инвестиции для реализации наиболее эффективных и выгодных мероприятий;
- Готовить долгосрочные энергетические и климатические планы;
- Повышать уровень осведомленности специалистов учреждений района, а также населения в вопросах энергоэффективности.

2.2. Барьеры для внедрения системы энергетического менеджмента

Внедрение системы энергетического менеджмента начинается с создания для этого благоприятных условий на различных уровнях: начиная с органов местного самоуправления и заканчивая широкими слоями общественности. Для того чтобы система работала максимально эффективно, такие темы, как увеличение уровня энергоэфективности, экономия, снижение оплаты за коммунальные услуги, внедрение новых технологий и возобновляемых источников энергии, должны быть интересны местной власти, руководителям и сотрудникам различных учреждений в районе, местному бизнесу, общественным организациям и инициативам, а также населению в целом.

Среди основных барьеров для развития системы энергетического менеджмента можно выделить следующие:

- Недостаточное понимание ситуации со стороны высшего руководства, отсутствие политической воли;
- Отсутствие в структуре районных исполнительных комитетов отдельной должности энергоменеджера/отдела энергоменеджмента и должного взаимодействия между всеми участниками энергетического функционирования района;
- Отсутствие стимулов для сбережения энергии. Зачастую, важнейшим стимулом для экономии энергоресурсов как на уровне всего района, так и на уровне отдельного учреждения является доведенный показатель по энергосбережению;
- Отсутствие подробных и надежных баз данных относительно потребления энергии городскими объектами, соответствующей системы учета и контроля, а также унифицированного программного обеспечения для этого;
- Низкий общий уровень культуры потребления энергии и осведомленности жителей по энергетическим вопросам.

Что необходимо предпринять, чтобы преодолеть эти барьеры? В первую очередь, заручиться поддержкой высшего руководства района. Затем создать в структуре райисполкома отдельное подразделение по вопросам энергии (в зависимости от размеров и потребностей района в его составе может быть один или несколько сотрудников), а также сформировать рабочую группу по разработке районной энергетической политики. Рабочая группа разрабатывает базовый политический документ, определяющий будущее развитие городского энергетического хозяйства, в то время как энергоменеджер формирует базу данных о потреблении энергии в районе (сначала в зданиях бюджетной сферы) и налаживает компьютеризированную систему учета и контроля за энергопотреблением. Параллельно с этим энергоменеджер устанавливает конструктивные рабочие отношения с подразделениями райисполкома, имеющими отношение к энергии, Советом депутатов и заинтересованными сторонами извне. Разворачивается постоянная работа по информированию населения относительно пагубных экономических, социальных и экологических последствий чрезмерного потребления энергии, усилий мирового сообщества, центральной и местной властей, направленных на повышение энергосбережения и энергоэффективности, а также имеющихся каждодневных возможностях для жителей самим присоединиться к столь важной инициативе.

В целом, средства, необходимые для создания районной системы энергоменеджмента, составляют менее 1% всех расходов из районного бюджета на оплату энергоресурсов. Это достаточно небольшая сумма, которая, к тому же, имеет достаточно короткий период окупаемости. Как показывает опыт, эффективная работа системы позволяет сократить общий уровень потребления энергоресурсов на несколько процентов в течение первых двух лет, а также помогает привлекать дополнительные инвестиции. Внедрение районной системы энергоменеджмента делает возможным переход от разрозненных и нередко случайных технических проектов к системной и систематической перестройке районного энергетического хозяйства на основе принципов устойчивого энергетического развития.

2.3. Создание структуры энергетического менеджмента

В большинстве европейских городов с начала 1990-х функционируют городские системы энергоменеджмента.

Термин «городской энергоменеджмент» обозначает стратегии и практические действия, направленные на достижение устойчивого и эффективного потребления энергии во всех сферах жизнедеятельности города, и включает как организационные, так и технические мероприятия на объектах городской собственности, в том числе энергоэффективные закупки и городскую мобильность. В Европе в основу городского энергоменеджмента положен непрерывный анализ данных по потреблению тепла, электроэнергии и воды городскими зданиями. Его задача – максимально возможное сокращение потребления энергии без дополнительной нагрузки на городской бюджет и снижения комфорта.

В Беларуси в настоящий момент нет успешных примеров внедрения системы энергетического менеджмента на уровне городов или районов, однако в отдельных районах успешно внедрены некоторые элементы данной системы. Вместе с тем необходимость выполнения планов по сокращению потребления энергоресурсов, а также реализация обязательств в рамках «Соглашения мэров» формирует среди районов Беларуси запрос на внедрение новых управленческих механизмов для сокращения потребления энергоресурсов и развития возобновляемых источников энергии. Именно таким механизмом и является энергетический менеджмент, а значит в следующие пять лет можно ожидать увеличения количества районов, внедривших данную систему.

Обобщая Европейский опыт и принимая во внимание национальную специфику Беларуси, можно предложить следующие **пошаговые рекомендации по внедрению системы на муниципальном уровне:**

1. Примите политическое решение о внедрении в районе системы энергетического менеджмента. Такое решение должно быть принято на сессии районного Совета с обязательным выделением средств из бюджета.

2. Назначьте специалиста(ов), на которого будут возложены обязанности энергоменеджера (как минимум - организация мониторинга и анализ данных энергопотребления бюджетными учреждениями с целью выявления мест нерационального использования энергоресурсов и поиска путей снижения потребления, как максимум – проведение энергетических обследований, подготовка технико-экономических документов, подготовка инвестиционных предложений и др.);

3. Улучшайте системы учета потребления энергоресурсов. Для повышения оперативности анализа энергопотребления и соответствующих действий службам энергетического менеджмента идеально подходят автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ).

   Чтобы процесс организации мониторинга был удобнее, используйте специализированные программы (например, «Энергобаланс»), либо регулярно ведите таблицы с данными энергопотребления. Пусть таблицы располагаются в облачных хранилищах, чтобы администрация района в любой момент могла иметь к ним доступ.

4. Организуйте рабочую группу из представителей местной власти, бюджетных учреждений, бизнеса, ЖКХ и общественных организаций. Расскажите людям, какие

цели ставит перед собой район в области снижения потребления энергоресурсов, почему эти цели важны (на районном, национальном и международном уровнях), что будет происходить в районе, чтобы цели были достигнуты, как улучшится жизнь людей при их достижении (опишите экологический, экономический и социальный эффекты).

5. Вместе с энергоменеджером на основе анализа данных мониторинга, а также результатов энергетических обследований, составьте перечень всех мероприятий по энергоэффективности, которые возможно выполнить в районе (удобно разделять мероприятия на группы потребителей, например: муниципальные здания, многоэтажные дома, котельные, уличное освещение и другие).
6. Организуйте процесс подготовки расчетов и технических документов для реализации мероприятий в области сокращения энергопотребления и развития возобновляемых источников энергии (технико-экономические обоснования, бизнес планы и т.д.).
7. На основе подготовленных технико-экономических документов приоритизируйте мероприятия в списке в соответствии с их эффектом и стоимостью реализации.
8. Используйте потенциал энергоменеджера и технико-экономические данные для поиска инвестиций посредством участия в инвестиционных форумах, переговорах с инвесторами, банками, а также разработке проектных заявок на получение грантовых средств для увеличения уровня энергоэффективности и расширения использования ВИЭ.
9. Старайтесь создавать дополнительные условия для мотивации учреждений района рационально использовать энергоресурсы. Например, учреждение может получить часть средств, сэкономленных на оплате энергоносителей, для дальнейшей модернизации устаревшего оборудования или на другие цели.
10. Организуйте сотрудничество с общественными организациями и местными инициативами с целью разработки проектных заявок, расширения возможностей обмена опытом, в том числе, на международном уровне, проведения информационных и популяризационных кампаний, привлечения общественности для принятия решений на местном уровне.
11. Организуйте эффективную работу с населением по энергетическому консультированию, исследованию частных домов и квартир на предмет утечек тепла и эффективного использования энергоресурсов.
12. Создавайте дополнительные экономические стимулы для населения и организаций по реализации энергоэффективных мероприятий (рассрочка на энергоэффективные приборы, частичное возмещение средств на тепловую модернизацию при достижении определенных параметров и т.д.).
13. Обеспечьте непрерывность функционирования цикла энергоменеджмента. Ежегодно готовьте отчёт для районного исполнительного комитета о реализации мероприятий и полученных эффектах. Местная администрация должна регулярно (не менее одного раза в год) на основании представленного отчёта проводить анализ эффективности работы системы энергетического менеджмента, при необходимости корректировать цели и план мероприятий.

3 Обязанности энергоменеджера (на основе немецкого опыта)[4]

Понять, что такое энергетический менеджмент, легче, если уяснить задачи энергоменеджера. Следующее описание подходит практически для всех энергоменеджеров: в жилищном секторе, городской администрации, муниципальных зданиях, а также на производственных и промышленных объектах, отличия только в размерах зданий, источниках энергии и количестве инженерных систем. Мы сосредоточимся на муниципалитетах.

Первоначально уполномоченный орган исполнительной власти должен поставить перед энергоменеджером определенную цель, например, снижение потребления энергии на 1-3% в год – в среднем за 10 лет уменьшение на 25%, снизить на 30% выбросы CO_2 в течение 10 лет.

Задачи, которые ставятся перед энергоменеджером:

- экономия энергоресурсов (снижение потребности в энергии),
- повышение доли возобновляемых источников энергии,
- снижение затрат на энергоресурсы,
- снижение выбросов CO_2 и других парниковых газов, пыли,
- снижение расхода воды [5].

Энергоменеджер должен иметь соответствующее образование и обладать техническими навыками в различных сферах: электрика и электроснабжение, отопление и т.д. Этот человек должен быть открытым к новой информации и предложениям от других людей, направлять и мотивировать коллег для эффективной работы по энергосбережению. Следует отметить, что должность энергоменеджера одинаково подходит как для женщин, так и для мужчин. Наиболее важной чертой этого специалиста является мотивация.

Роль энергоменеджера заключается не только в решении технических вопросов. Здания и оборудование используются и обслуживаются людьми: учителями, детьми, административными служащими, рабочими и специалистами, обеспечивающими производственные процессы. Энергоменеджер должен работать с этими людьми, вовлекать их в процессы экономии и эффективного использования ресурсов, информировать и обучать их, чтобы все участники процесса взаимодействовали и сообща работали на достижение общих целей.

Местная администрация отвечает за определение достижимых целей и финансирование, обеспечивает инвестиции в мероприятия по энергосбережению или в возобновляемые источники энергии. Энергоменеджер должен регулярно взаимодействовать с районной администрацией и отчитываться перед ней, в том числе перед отделами строительства, экономики.

[4] Раздел подготовлен немецким специалистом доктором Вернером Нойманом, имеющим большой опыт работы в качестве энергоменеджера муниципалитета г.Франкфурта-на-Майне.

[5] Обычно, говоря об энергетическом менеджменте, подразумевается только энергия, однако всегда необходимо добавлять и воду, так как 30-50% потребности в воде составляет горячая вода, а для подогрева воды затрачивается много энергии.

3.1. Учёт и контроль

Первым шагом энергоменеджмера является сбор данных о потреблении всех видов энергии. Желательно в разных подразделениях здания, например: на кухне, в мастерских- установить отдельные счетчики, чтобы понимать, в каких частях здания потребляется больше энергии.

Для того чтобы контролировать и анализировать потребление различных видов энергоресурсов в муниципальных зданиях, энергоменеджер должен иметь доступ к данным ежедневного энергопотребления по каждому зданию. Для этого должен быть обеспечен ежедневный учёт показаний всех счётчиков энергопотребления во всех зданиях. Снятие показаний счетчиков может быть автоматизировано в случае, если счетчики (электричества, воды, тепла) имеют возможность беспроводной передачи данных (показаний счётчика) на общий сервер через Интернет. Собранные данные представляются в табличном и графическом виде, что значительно упрощает их анализ.

Важной частью контроля является подготовка отчета на основании данных всех потребителей электроэнергии, тепла и воды. Данные контроля ложатся в основу стратегического планирования по модернизации зданий. Такой отчет составляется ежегодно, так как является важным источником для последующих шагов по анализу и планированию. Этот отчет должен быть представлен директорам, мэру, городскому совету и – в Германии это нормально - общественности. Затраты на энергию в муниципальных зданиях оплачиваются из налогов, таким образом местная администрация может показать, что они экономно расходуют деньги на энергообеспечение.

В директиве Евросоюза по энергоэффективности говорится, что потребление энергии общественными зданиями “должно быть доступным” для пользователей и общественности. Примером такой доступности является энергетическая сертификация зданий, например, с помощью программы Display www.display-campaign.eu. После внесения в программу всех необходимых данных о здании и потребляемой им энергии, программа генерирует сертификат с указанием класса энергоэффективности данного здания. Сертификат является наглядным документом, характеризующим энергоэффективность здания, и вывешивается на видном месте при входе в это здание.

Через 10 лет после тестирования и запуска display, этот проект стал популярен по всей Европе. Программа Display и сертификаты, являющиеся результатом анализа всех данных, позволяют сравнивать здания и показывать возможности их улучшения в будущем. Такой подход будет мотивировать людей, учителей, учеников экономить энергию и делиться опытом.

3.2. Оптимизация

В зависимости от данных по потреблению и описания используемого оборудования, приборы, в основном бойлеры подогрева, можно настроить и оптимизировать. Грамотная настройка отопительных приборов, температуры теплораспределительной сети, таймеров и иного оборудования, которое можно отрегулировать, приведет к снижению потребления энергоносителей. Температуру в помещениях можно уменьшить, когда ими не пользуются (например, ночью) или когда учеников нет в классе. Такую регулировку могут сделать люди, которые пользуются помещением: учителя, или работники, или ответственный работник по зданию.

3.3. Анализ

На основе данных о потреблении энергии (и воды) нужно сделать анализ спроса на энергию /воду. Начать нужно с самых больших зданий (по используемым помещениям) и зданий со специфическими требованиями. Как правило, такие здания имеют больший потенциал в области снижения затрат.

Основными начальными данными являются общая площадь здания и значения теплопередачи для всех конструкций здания:стен, крыши, пола, окон. Дополнительно нужно добавить потери тепла через вентиляцию. Некоторые внутренние источники тепла и потоки солнечного света дают дополнительный эффект.

Для анализа электроэнергии должен быть перечень приборов, потребляющих электроэнергию с установленной мощностью (кВ): осветительные и бытовые приборы, различное оборудование, насосы. Этот список должен быть дополнен временной оценкой – сколько прибор будет использоваться в течение года, например, свет – 1000 часов/год, тепловой циркуляционный насос – 5000 часов/год и т. д. Сумму всех теоретически рассчитанных расходов можно сравнить с показаниями счетчиков. Разница не должна превышать 10%, в противном случае показания счетчика должны быть проверены и неисправности устранены. В некоторых случаях может быть полезным использование специальных приборов, измеряющих мощность и время пользования, а также ежедневные или почасовые снятия показаний счетчиков.

Основная задача – сравнить теоретически рассчитанные потребности в энергии с реальными показаниями счетчиков. Очевидно, что будет разбежка. Некоторая разбежка может возникнуть в результате неверных предположений: может быть температура выставлена выше или ниже, или свет не выключается сразу. Несовпадение теоретических расчётов и реальных показаний – не значит “плохо”, они помогают понять, где искать причины.

3.4. Планирование

Список реальных значений потребления энергии и описание характеристик зданий являются основными источниками для планирования стратегии модернизации / реконструкции. Здесь энергоменеджеру важно уметь производить экономические расчёты.

Пример. В школе потребление тепла 200 кВт·ч /м^2·год, у внешней стены коэффициент теплопередачи u=1,2 Вт/м^2·К. Если в таблице подсчётов IWU поставить значение u= 0,2 Вт/м^2·К, то удельная потребность в тепле снизится до 150 кВт·ч/м^2·год. Следующий этап определить фактор между улучшениями в зданиях и инвестициями. Площадь стены 2000 м^2, общая площадь школы 6000 м^2. Инвестиционные затраты составляют 100 € /м^2 * 2000 м^2 = 200 000 €. Экономия тепловой энергии составляет (200-150) кВт*ч/м^2 * 6000 м^2 = 300 000 кВт*ч/год – если затраты на тепло 0,05 €/кВт*ч, то экономия составит 15 000 €.

Важно сделать сбор информации (стены, крыша, окна, вентиляция, система отопления, освещение и т.д.) по каждому зданию. На основе полной информации составить список приоритетов для модернизации. Все расчёты с коэффициентом 1.00 экономически

реальны. Чем выше этот коэффициент, тем экономичнее мероприятия и такие улучшения должен быть реализованы как можно быстрее.

В некоторых случаях меры с высокими и низкими коэффициентами можно объединить с интегрированным коэффициентом модернизации. Это имеет смысл, если можно одновременно с утеплением наружных стен заменить старые окна на новые. Такое объединение может быть через 2-3 года, после того, как спрос на энергоносители будет снижен. Например, с установкой котла меньшего размера или уменьшением тепловой мощности от теплосети.

3.5. Инвестирование и получаемая выгода

Анализ возможных мероприятий помогает сформировать перечень мероприятий для инвестирования. Поэтому система энергетического менеджмента является основной для разработки стратегического планирования инвестиций. Ежегодная экономия выше, чем ежегодные инвестиции. Полученная экономия может быть заложена в общий бюджет или составлена в виде специальной заявки, где отражена работа энергоменеджера и инвестиции. Выгода от работы энергоменеджера может быть зафиксирована отдельно и выделена для повторных инвестиций в списке с самым высоким приоритетом. Это показывает, что стратегия энергетического менеджмента действительно помогает найти источники финансирования. Это не "вечный двигатель", но, если вы всегда инвестируете в мероприятия с самым высоким приоритетом, сбережения из года в год дают финансовые ресурсы для новых инвестиций.

Даже с учетом оплаты энегоменеджера (зарплата и офис), экономия затрат, накапливаемая ежегодно, будет выше, чем инвестиционный аннуитет + оплата энергоменеджера. Опыт таких городов как Франкфурт-на-Майне и Штутгарт показывает, что если сравнить данные по затратам на энергоменеджмент и прибыли от него за 1990–1995, то коэффициент будет равен 5.0 – 7.0. Это означает, что ежегодная экономия примерно в 6 раз выше ежегодных платежей. Это хороший аргумент для внедрения энергоменеджмента. Но статистика также показывает, что такой эффект сложно увидеть в первые 3–5 лет, но потом он будет расти и расти. Это означает, что внедрение энергоменеджмента должно быть стратегически запланировано на долгий период.

3.6. Энергоменеджер должен быть в администрации

В Германии энергоменеджер является частью департамента по строительству. В таком случае энергоменеджер может внести свой вклад в процесс строительства, модернизации и реконструкции муниципальных зданий. Город Франкфурт-на-Майне адаптировал руководство по экономичному строительству (av. www.energiemanagement-stadt.frankfurt.de см. информацию на английском языке), которое включает в себя все экологические рекомендации, которые, как правило, также являются экономичными. Дополнительно есть лист с расчётами (он основан на расчётах IWU для зданий), где можно рассчитать общую стоимость содержания зданий и спрос на энергоносители. По результатам анализа зданий и их энергопотребления ежегодно формируется и актуализируется перечень первоочередных мероприятий.

Для небольших городов и сел энергоменеджер часто выполняет дополнительные услуги для населения, которые обычно предлагают и предоставляют инженерные компании. Иногда энергоменеджеру предлагается неполный рабочий день или он работают в нескольких городах.

Как правило, одного энергоменеджера достаточно на 50 000 жителей. Во Франкфурте около 8 энергоменеджеров обслуживают здания с 700 000 человек, но нужно понимать, что у них очень много работы. К тому же им помогают работники и учащиеся школ и детских садов (снятие показаний счетчиков и сбор данных). В этом случае нет необходимости в завхозе, так как один человек отвечает за несколько школ.

В немецких городах административные здания находятся в собственности местной администрации. В таком случае у администрации должен быть свой энергоменеджер, так как администрация может владеть разным количеством зданий, которые отличаются по своему назначению.

4 Мониторинг энергопотребления как основа энергоменеджмента. Программа «Энергобаланс» – пример инструмента для мониторинга энергопотребления на местном уровне

Для повышения уровня энергоэффективности и поиска путей для сбережения энергии крайне важно контролировать и анализировать потребление энергоресурсов организациями, стоящими на балансе района: школы, больницы, детские сады, библиотеки и др.

Сбор данных по потреблению разных видов энергии может быть организован различными способами. Например, при помощи систем АСКУЭ (автоматические системы контроля и учёта электроэнергии). Однако такие системы стоят достаточно дорого, и как следствие, полный охват всех потребителей подобными системами произойдет не ранее чем через 10 лет. Внедрение такой системы требует замены всех приборов учета на те, что позволяют передавать данные в автоматическом режиме посредством беспроводной связи.

Существует также самый простой способ – регулярные записи показаний счетчиков в специальные журналы. Данный способ имеет свои недостатки, так как журнал необходимо заполнять регулярно (лучше всего каждый день), и подразумевает сложности при обработке и анализе данных. Специалисту, который занимается анализом данных, необходимо будет периодически собирать все журналы для того, чтобы сравнивать объекты друг с другом. Для построения графиков и компьютерного анализа также потребуется оцифровка данных.

Большинство учреждений в Беларуси осуществляют мониторинг потребления энергоресурсов посредством ведения записей в тетради (журналы учёта), и собранные данные по большей части используются лишь для определения суммы платежей за энергоресурсы.

Практически нигде данные о потреблении ресурсов одним учреждением не сравниваются с другими, практически никогда при анализе данных не используются удельные показатели (потребление на человека или на квадратный метр и т.д.).

В рамках проекта «Через энергосбережение к развитию регионов» для организации мониторинга энергопотребления использовалась программа «Энергобаланс», разработанная специалистами исполнительного комитета г. Славута Хмельницкой обл.

Программа «Энергобаланс» служит для учета и оперативного контроля за потреблением энергоресурсов, а также для обеспечения доступа к полученным данным с целью произведения расчетов, анализа и выработки эффективной энергосберегающей политики.

Программа максимально проста в использовании, необходимое оборудование для пользования программой – это компьютер с выходом в Интернет.

При регистрации учреждения на веб-ресурсе «Энергобаланс», вносится информация об общей площади здания, количестве персонала и/или посетителей и другие данные, которые позволяют рассчитать удельное потребление энергии и затем проводить сравнение объектов.

Все расчёты программа выполняет автоматически, что исключает возможные арифметические ошибки, которые мог бы допустить человек. Благодаря поступлению информации от всех энергопотребителей на общий сервер, программа позволяет анализировать потребление энергоресурсов и оперативно определять учреждения, где проведение энергоэффективных мероприятий может принести наибольший эффект.

Каждая организация имеет свою персональную страницу на сервере «Энергобаланса», доступ к которой осуществляется через персональный пароль. Ответственный специалист организации (как правило, это завхоз) ежедневно заходит на эту страницу и в соответствующие ячейки вносит показания всех имеющихся в учреждении счётчиков потребления.

После накопления достаточного объёма данных (например, в течение полугода) от всех энергопотребителей программа «Энергобаланс» позволяет проводить анализ энергопотребления на нескольких уровнях:

1. Сравнивать данные энергопотребления внутри одного учреждения: показания по каждому энергоносителю за каждый день, за каждый месяц, за каждый год; показания потребления за один и тот же месяц, но в разные годы. Таким образом можно отслеживать динамику изменения энергопотребления в зависимости от принимаемых административных мер, замены или модернизации энергоёмкого оборудования. Благодаря ежедневному контролю за потреблением можно быстро выявлять аварийные ситуации, например: невидимый прорыв водопровода или нештатное использование энергоёмкого оборудования.

2. Сравнивать потребление энергоресурсов разными организациями за один и тот же временной период для определения учреждений с наибольшим уровнем энергопотребления.

3. Сравнивать различные учреждения по удельным показателям потребления электроэнергии, тепла, воды из расчёта на 1 м.кв или на одного человека.

Зайдя на страницу конкретного учреждения в программе «Энергобаланс» можно отследить потребление всех видов энергоносителей за интересующий нас период. На рисунке 1 ниже в табличной и графической форме представлены данные потребления электроэнергии в одном из учреждений образования за октябрь 2018 г.

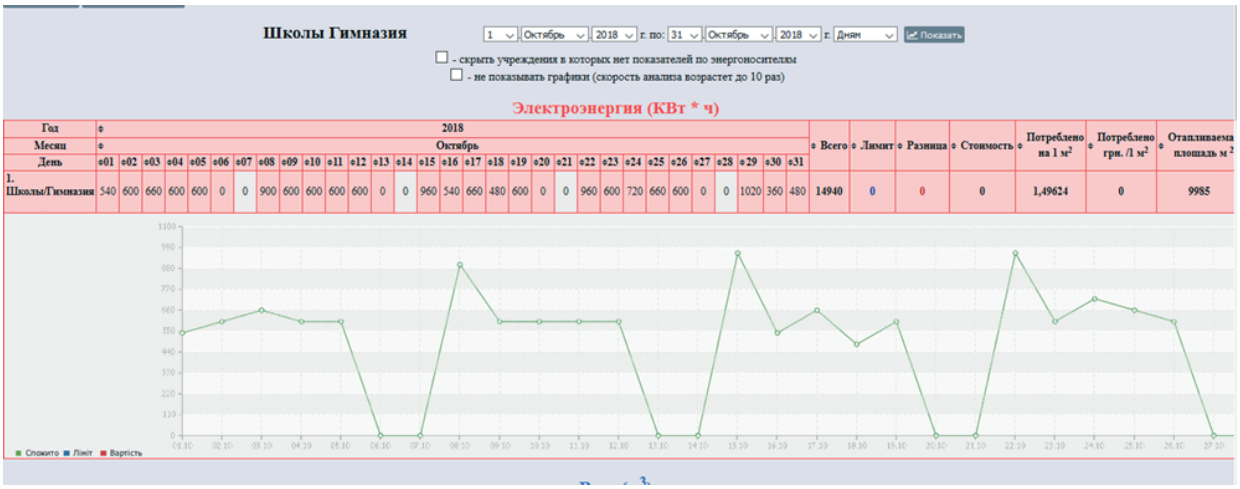
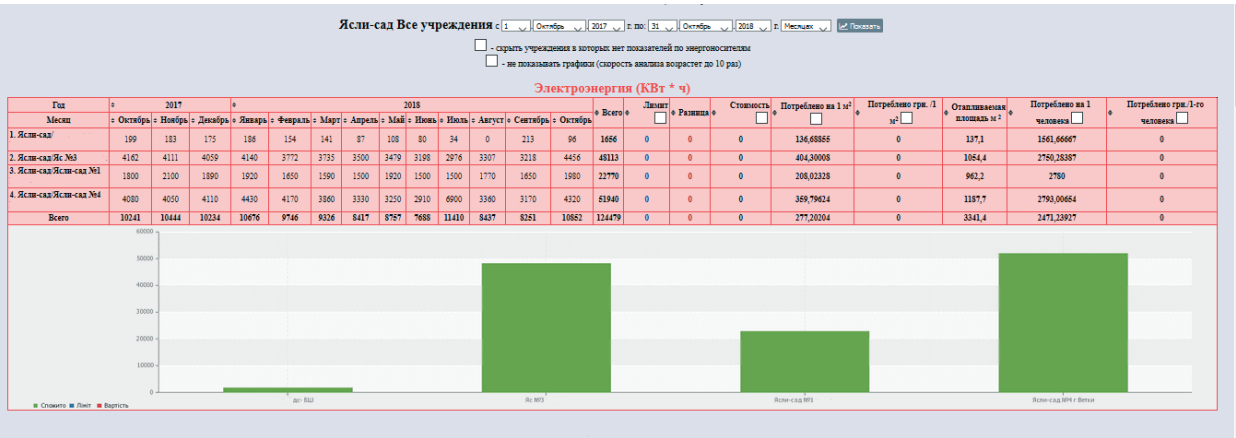


Рисунок 1 – Данные по потреблению электроэнергии в течение одного месяца

В выходные дни (в таблице они выделены белым цветом) показания счётчиков не снимались, соответственно данные в программу не вносились, поэтому на графике в эти дни показаны нулевые значения. Хотя в реальности электроэнергия потреблялась: работали холодильники, аварийное освещение и другие приборы, требующие постоянного подключения к сети. По понедельникам, как правило, наблюдается небольшое увеличение потребления, так как счётчик дополнительно фиксирует энергию, затраченную за два выходных дня.

Программа также позволяет сравнивать данные по потреблению за определённый период между различными учреждениями.



Ясли-сад Все учреждения с 1 Октябрь 2017 г. по 31 Октябрь 2018 г. Месяцы Показать

- скрыть учреждения в которых нет показателей по энергоносителям
- не показывать графики (скорость анализа возрастет до 10 раз)

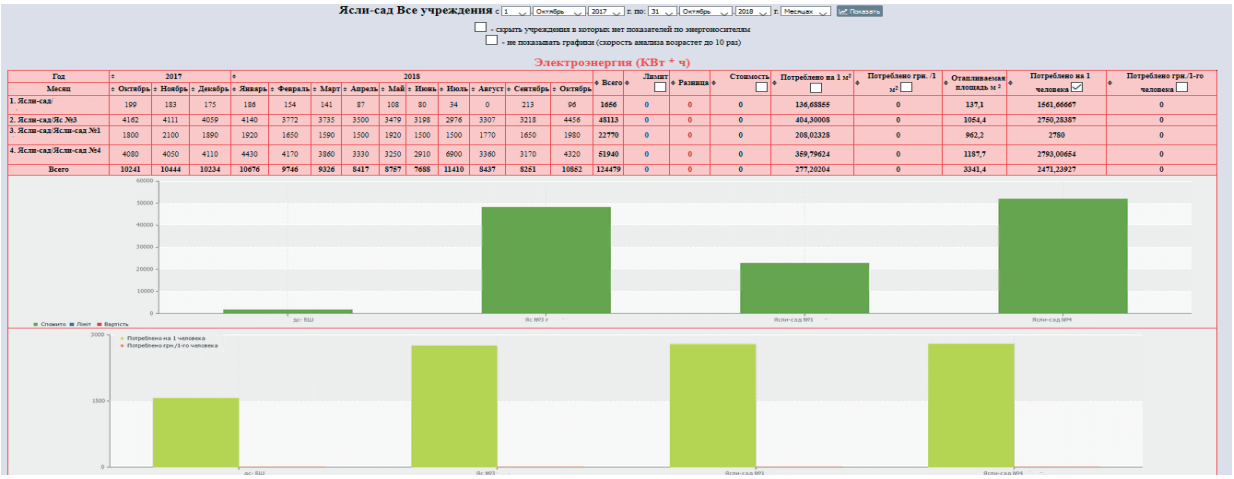
Электроэнергия (КВт * ч)

Год	2017			2018											Лимит	Разница	Стоимость	Потреблено на 1 м²	Потреблено грн. /1 м²	Отапливаемая площадь м²	Потреблено на 1 человека	Потреблено грн./1-го человека
Месяц	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Всего								
1. Ясли-сад	199	183	175	186	154	141	87	108	80	34	0	213	96	1656	0	0	0	136,68865	0	137,1	1561,66667	0
2. Ясли-сад/Яс №3	4162	4111	4059	4140	3772	3735	3500	3479	3198	2976	3307	3218	4456	48113	0	0	0	404,30008	0	1054,4	2750,28387	0
3. Ясли-сад/Ясли-сад №1	1800	2100	1890	1920	1650	1590	1500	1920	1500	1500	1770	1650	1980	22770	0	0	0	208,02328	0	962,2	2780	0
4. Ясли-сад/Ясли-сад №4	4080	4050	4110	4430	4170	3860	3330	3250	2910	6900	3360	3170	4320	51940	0	0	0	369,79624	0	1187,7	2793,00654	0
Всего	10241	10444	10234	10676	9746	9326	8417	8757	7688	11410	8437	8261	10852	124479	0	0	0	277,20204	0	3341,4	2471,23927	0

Рисунок 2 – Данные по потреблению электроэнергии четырьмя учреждениями

На рисунке 2 показаны табличные и графические данные потребления электроэнергии с октября 2017 по октябрь 2018 четырьмя дошкольными учреждениями одного из районов Беларуси. На диаграмме видно, что самое большое годичное потребление имеют второе и четвёртое учреждения. Но это данные абсолютного потребления и, естественно, чем больше учреждение по площади, чем больше детей его посещает, чем больше персонала там работает, тем большие будут у него значения потреблённой энергии.

Но для расчёта эффективности важно сравнивать не только абсолютные значения, но и удельные. Программа сама рассчитывает удельное потребление тепловой и электрической энергии, а также холодной и горячей воды, строит графики на основе внесённых данных. Так, на рисунке 3 представлена картинка с учётом данных удельного потребления электроэнергии этими же четырьмя учреждениями образования.



Ясли-сад Все учреждения с 1 Октябрь 2017 г. по 31 Октябрь 2018 г. Месяцы Показать

- скрыть учреждения в которых нет показателей по энергоносителям
- не показывать графики (скорость анализа возрастет до 10 раз)

Электроэнергия (КВт * ч)

Год	2017			2018											Лимит	Разница	Стоимость	Потреблено на 1 м²	Потреблено грн. /1 м²	Отапливаемая площадь м²	Потреблено на 1 человека	Потреблено грн./1-го человека
Месяц	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Всего								
1. Ясли-сад	199	183	175	186	154	141	87	108	80	34	0	213	96	1656	0	0	0	136,68865	0	137,1	1561,66667	0
2. Ясли-сад/Яс №3	4162	4111	4059	4140	3772	3735	3500	3479	3198	2976	3307	3218	4456	48113	0	0	0	404,30008	0	1054,4	2750,28387	0
3. Ясли-сад/Ясли-сад №1	1800	2100	1890	1920	1650	1590	1500	1920	1500	1500	1770	1650	1980	22770	0	0	0	208,02328	0	962,2	2780	0
4. Ясли-сад/Ясли-сад №4	4080	4050	4110	4430	4170	3860	3330	3250	2910	6900	3360	3170	4320	51940	0	0	0	369,79624	0	1187,7	2793,00654	0
Всего	10241	10444	10234	10676	9746	9326	8417	8757	7688	11410	8437	8261	10852	124479	0	0	0	277,20204	0	3341,4	2471,23927	0

Рисунок 3 - Диаграммы абсолютного (сверху) и снизу - удельного (из расчёта на одного человека) потребления электроэнергии в четырёх учреждениях образования.

Из нижней диаграммы видно, что значения удельного потребления электроэнергии во втором, третьем и четвёртом учреждениях практически одинаковы, хотя абсолютные значения (верхняя диаграмма) в третьем учреждении почти наполовину меньше, чем у второго и четвёртого.

Важная функция, которую позволяет выполнять программа «Энергобаланс» – это мониторинг эффективности установленного оборудования либо управленческих решений в области повышения уровня энергоэффективности.

Например, в рамках реализации проекта одна из школ тщательно проработала возможности экономии воды. Вентильные смесители на умывальниках были заменены на однорычажные, установлены аэраторы на кранах, снижен уровень наполнения сливных бачков унитазов, устранена утечка воды из сливных бачков, кроме того была проведена активная работа с персоналом и учениками. На рисунках 4. и 5. представлено потребление воды в этой школе за два месяца (октябрь и ноябрь) в 2017 и 2018 годах. При сравнении показателей можно увидеть, что реализованные мероприятия позволили сократить потребление воды как в абсолютном выражении: с 496 м^3 в 2017 г. до 445 м^3 в 2018 г. (что составляет 10,2 % от уровня потребления в 2017 г.), так и удельно на каждого учащегося: с 0,63 м^3 в 2017 г. до 0,57 м^3 в 2018 г. (т.е. на 9,5% на одного человека).

Вода (м^3)

Год	2017		Всего	Лимит	Разница	Стоимость	Потреблено на 1 м^2	Потреблено грн. /1 м^2	Отапливаемая	Потреблено на 1 человека	Потреблено грн./1-го человека
Месяц	Октябрь	Ноябрь							2		
10. Школы/школа № 3	233	212	445	0	0	0	0,10238	0	4346,5	0,56833	0

Рисунок 4 - Потребление воды в 2017 году

Вода (м^3)

Год	2017		Всего	Лимит	Разница	Стоимость	Потреблено на 1 м^2	Потреблено грн. /1 м^2	Отапливаемая	Потреблено на 1 человека	Потреблено грн./1-го человека
Месяц	Октябрь	Ноябрь							2		
10. Школы/школа № 3	239	257	496	0	0	0	0,11411	0	4346,5	0,63346	0

Рисунок 5 - Потребление воды в 2018 году

Так, используя программу, можно отследить эффективность реализованных мероприятий. Далее на основе полученных данных возможно продвигать использование подобных решений в других учреждениях.

5 Экономика энергосбережения

5.1. Основы энергосбережения

Инвестиции в энергосбережение являются лишь одним из разновидностей инвестиций и должны быть экономически целесообразными. Экономическая целесообразность определяется объемом финансовых средств, которые можно будет сэкономить в результате вложения инвестиций. Инвесторы выдвигают различные требования к получению дохода от инвестиций. Объемы дохода и темпов возврата инвестиций будут рассмотрены ниже.

В части энергосберегающих мероприятий инвестиции возвращаются за счет снижения потребления энергии и соответственно платы за их приобретение. Следовательно, возврат инвестиций будет происходить за счет снижения затрат на приобретение энергоресурсов, а само снижение потребления ТЭР является побочным продуктом.

Существуют инвесторы. Как правило, это международные инвестиционные организации, которые инвестируют именно в снижение энергопотребления. Для таких организаций экономический эффект от инвестиций может быть нулевым, а это значит, что общее снижение затрат может быть равно инвестициям. Инвестор в этом случае не получает доходов.

Есть организации/фонды, предлагающие финансовые ресурсы на грантовой (безвозвратной основе). Как правило, такие инвесторы также требуют возврата инвестиций, однако во многих случаях деньги могут быть вложены и без наличия условий для возврата.

Для определения соответствия инвестиционного проекта желаниям инвестора существуют набор показателей.

5.2. Показатели целесообразности реализации проекта

- Чистый доход
- Чистый дисконтированный доход
- Простой период окупаемости
- Дисконтированный период окупаемости
- Простой и дисконтированный индекс доходности инвестиций
- Внутренняя норма доходности
- Ануитет

5.2.1. Простой и дисконтированный денежный поток

При инвестировании и последующем возврате финансовых средств возникает движение денег, которое называют финансовым потоком. В сложных инвестиционных проектах процесс инвестирования и возврата может проходить одновременно, например, при поэтапном вводе оборудования в эксплуатацию. В данной работе такие случае рассматриваться не будут.

Для подавляющего большинства энергосберегающих мероприятий характерно инвестирование в пределах одного календарного года, с последующим возвратом средств. Таким образом инвестиции вкладываются в нулевой год проекта, а начиная с первого года наблюдается экономический и энергетический эффект и происходит возврат вложенных средств.

При этом, если тарифы на энергию и объем потребления не изменяются, то ежегодный финансовый поток остается постоянным. Денежная экономия остается неизменной из года в год.

Однако, исходя из общей экономической ситуации, деньги, выплаченные в первые годы реализации проекта, имеют большую ценность, чем деньги, полученные в последние годы реализации проекта. Это связано с тем, что полученные ранее деньги можно реинвестировать в другие проекты и их объем будет увеличен в будущем. Так, например, если в первый год проекта экономия составила 1000 рублей, то положив их в банк под 1% годовой, через 10 лет мы получим 1 104,63 рублей, а это значит, что 1000 рублей в первый год имеют на 104,63 рубля большую ценность, чем 1000 рублей в десятый год.

Однако пересчитывать таким образом стоимость не удобно. Для удобства пересчитывают стоимость денег не на какой-то год реализации проекта (десятый год в нашем случае), а на нулевой год реализации проекта, т.е. на год вложения инвестиций. При этом получается, что ценность 1000 рублей в десятом году проекта меньше, чем в нулевом. На десятый год проекта 1000 рублей нулевого года будет представлять около 904 рублей.

Описанное явление называется дисконтированием.

Дисконтирование — это определение стоимости денежного потока путём приведения стоимости всех выплат к определённому моменту времени. Дисконтирование является базой для расчётов стоимости денег с учётом фактора времени.

Таким образом, при оплате раньше времени плательщик должен как бы заплатить меньше. Можно рассматривать данные процесс как скидку за досрочную оплату долга.

Для расчета приведенной суммы платежа на нулевой год проекта следует использовать формулу

$$CD = \frac{YP}{(1+r)^y}$$

где

YP – ежегодный доход
r – ставка дисконта
y – рассматриваемый год

5.2.2. Чистый доход

Чистый доход – это сумма всей финансовой экономии за вычетом инвестиций.

$$CR = \sum_{i=1}^{n} YP_i$$

Где

YP – ежегодный доход
n – количество лет работы оборудования

5.2.3. Чистый дисконтированный доход

С учетом эффекта дисконтирования чистый доход должен учитывать эффект снижения стоимости денег со временем (дисконтирование). После учета дисконтирования данный параметр называют чистый дисконтированный доход. Рассчитывается он по формуле

$$CRD = \sum_{i=1}^{n} \frac{YP_i}{(1+r)^i}$$

Если отобразить финансовые потоки на графике, то они будут выглядеть подобно кривым, показанным на рисунке 4.

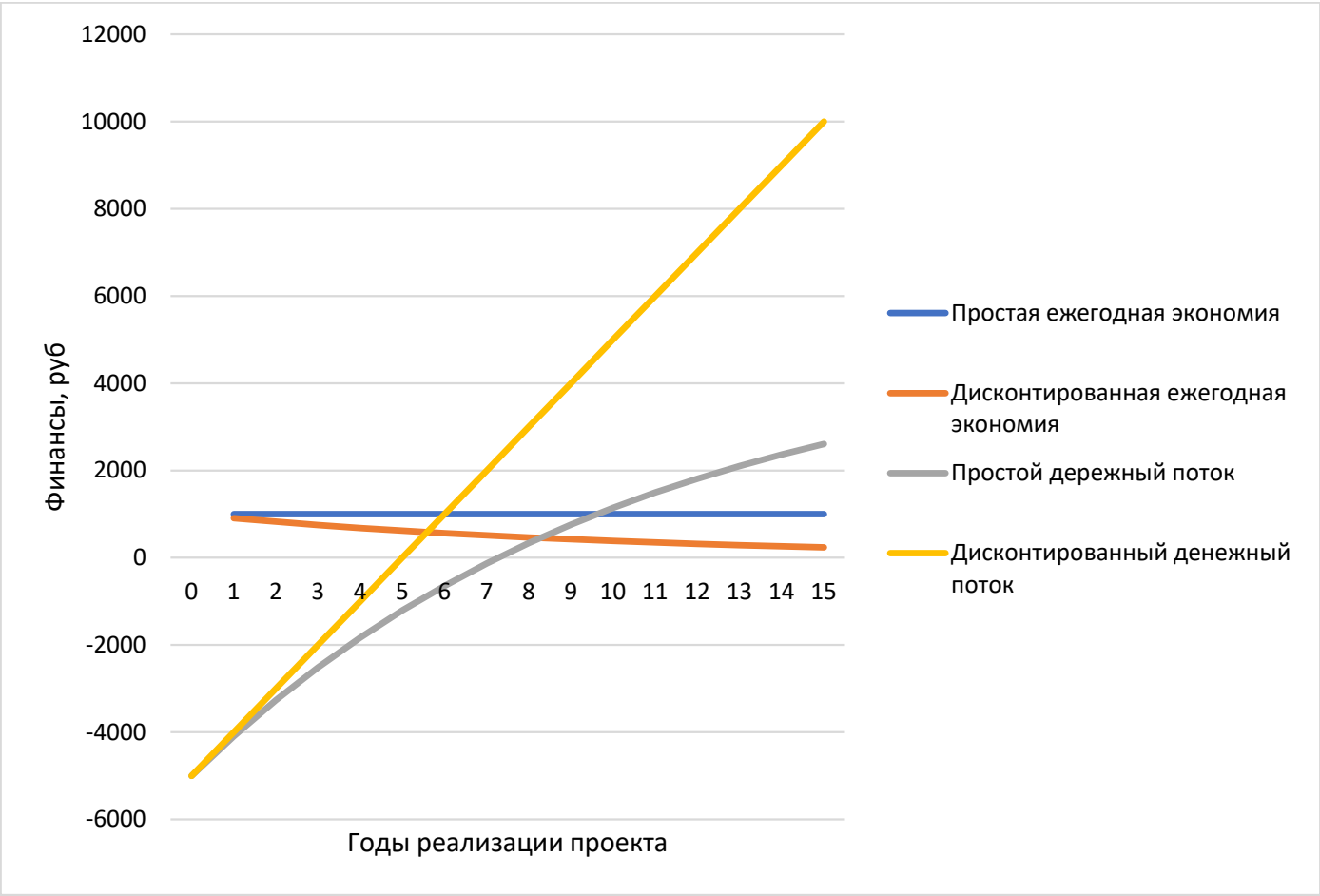


Рисунок 4 - Денежные потоки возврата инвестиций

Данный поток рассчитан для условий вложения 5000 рублей с ежегодной экономией в 1000 рублей и при ставке дисконта в 10%.

На графике видны объемы ежегодной экономии и процесс возврата инвестиций. Значение кривых простого и дисконтированного денежного потока в последний (15-й) год проекта отображает значение простого и дисконтированного дохода.

Точки пересечения кривых с осью абсцисс показывает простой и дисконтированный период окупаемости, расчет которого показано ниже.

5.2.4. Простой период окупаемости

Простым периодом окупаемости называют период времени, за который объем сэкономленных средств будет равен вложенным инвестициям. Данный показатель относительно просто рассчитывается и потом применяется довольно часто при экспресс-анализе проекта.

$$PP = \frac{I}{FE}$$

Где I – объем инвестиций, евро;

FE – финансовая экономия от внедрения мероприятий, евро.

5.2.5. Дисконтированный период окупаемости

$$DPP = \sum_{i=1}^{n} \frac{YP_i}{(1+r)^i} > I$$

Данная формула показывает, что дисконтированным периодом окупаемости является первый год, для которого дисконтированный доход больше, чем первоначальные инвестиции.

5.2.6. Простой и дисконтированный индекс доходности инвестиций

В общем индекс доходности инвестиций показывает, сколько денег может заработать инвестор на вложенный 1 рубль инвестиций. Простой индекс доходности инвестиций рассчитывается по формуле

$$R_i = \frac{CR}{I}$$

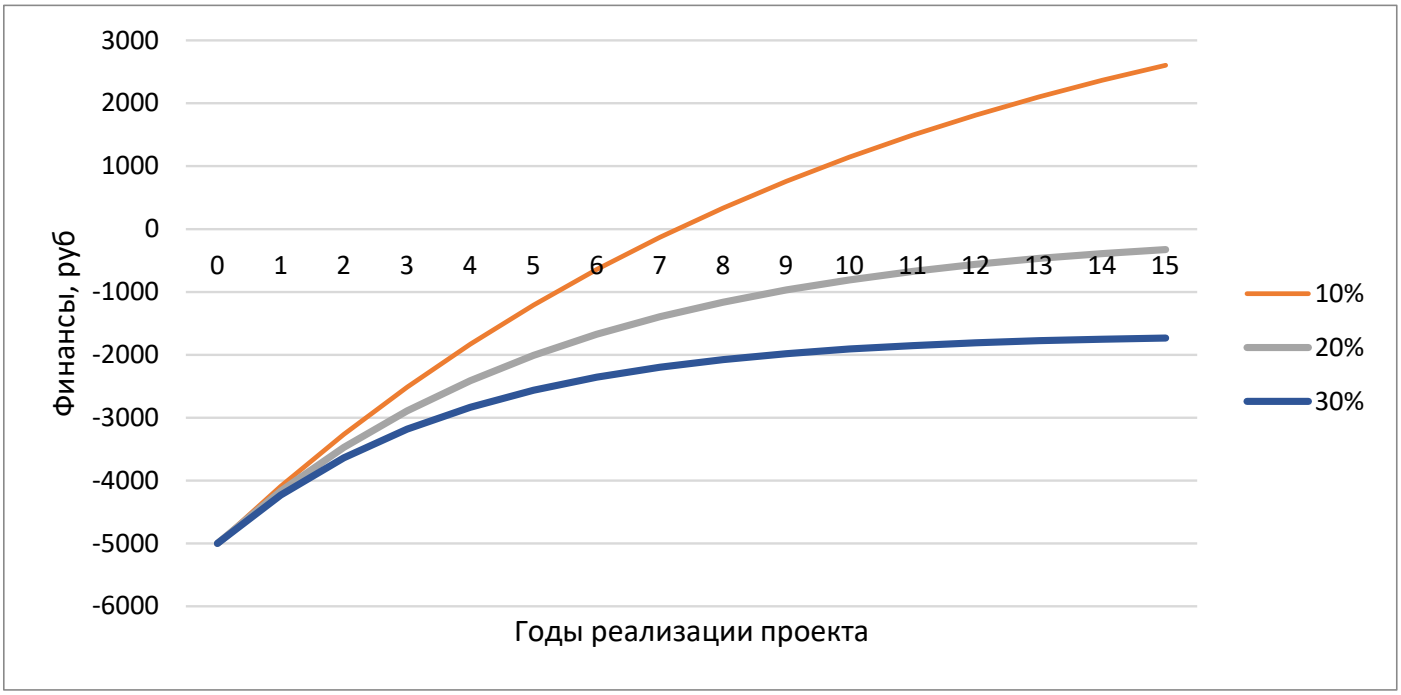
Дисконтированный индекс доходности рассчитывается по формуле

$$R_i = \frac{CRD}{I}$$

5.2.7. Внутренняя норма доходности

Денежный поток различен при различных ставках дисконтирования. Ставка дисконтирования зависит от многих факторов, но обычно она находится на уровне среднего банковского процента на момент внедрения мероприятия. Тем не менее, различные инвесторы могут требовать расчета бизнес-плана при различных ставках дисконтирования.

Дисконтированный денежный поток для одинаковых инвестиций, но при различных ставках дисконта приведен на рисунке



Из графика видно, что при ставке дисконтирования в 10% проект имеет достаточную доходность, при ставке дисконтирования в 20% проект находится рядом с зоной безубыточности и значительной экономии не принесет, а при ставке дисконтирования в 30% проект не окупается.

Ставка дисконта, при которой проект не принесет доходов, но и не приведет к убыткам называется внутренней нормой доходности. Если ставка дисконтирования равна внутренней норме доходности, это значит, что чистый дисконтированный доход проекта равен нулю.

$$\mathrm{IRR} = -I + \sum_{i=1}^{n} \frac{YP_i}{(1+r)^i} = 0$$

Данная формула означает что внутренняя норма доходности будет равна значению ставки дисконтирования r при которой IRR будет равно 0.

5.2.8. Ануитет

Как было показано выше, реализация мероприятий за счет кредитных ресурсов потребует в будущем выплачивать не только инвестированные средства, но также и проценты по кредиту. Это создает некоторые проблемы при платежах, так как в общем объем возврата денег или объем выплат по кредиту изменяются для каждого периода.

Однако платежи можно пересчитать таким образом, чтобы плата за каждый период была постоянной. Такой вид выплат называется аннуитетный.

Для расчета выплат используют следующую формулу

$$A = K \cdot I$$

Где k – коэффициент аннуитета, который рассчитывается

$$K = \frac{r \cdot (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

Показатель аннуитета удобен тем, что если экономия от внедрения мероприятия больше, чем аннуитетные выплаты, то мероприятие окупится.

6 Основные мероприятия по энергосбережению

6.1. Мероприятия, рекомендуемые Департаментом

Для расчета энергетического и экономического эффекта Департаментом по энергоэффективности государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь разработаны методические рекомендации по большинству энергосберегающих мероприятий, которые могут быть внедрены в различных сферах экономики Республики Беларусь.

Ниже приведен перечень мероприятий, которые могут быть актуальными для организаций муниципальной сферы:

- Технико-экономическое обоснование перевода парового котла в водогрейный режим
- Технико-экономическое обоснование замены котлов с низким КПД на высокоэкономичные котлы
- Технико-экономическое обоснование перевода котлов на сжигание природного газа
- Технико-экономическое обоснование перевода котлов на сжигание местных видов топлива (дрова, опилки, торф, щепа и др.)
- Технико-экономическое обоснование замены электрокотла на отопительный котел на местных видах топлива (МВТ)
- Технико-экономическое обоснование внедрения котлов малой мощности вместо незагруженных котлов большой мощности
- Технико-экономическое обоснование ликвидации длинных теплотрасс и паропроводов
- Технико-экономическое обоснование применения предизолированных труб
- Технико-экономическое обоснование термореновации ограждающих конструкций зданий
- Технико-экономическое обоснование применения газовых инфракрасных излучателей
- Технико-экономическое обоснование применения энергоэкономичных осветительных устройств
- Технико-экономическое обоснование внедрения регуляторов расхода тепловой энергии
- Технико-экономическое обоснование замены аммиачных холодильных агрегатов на автономные фреоновые холодильные агрегаты (сплит-системы)
- Технико-экономическое обоснование внедрения энергоэффективных оконных блоков из ПВХ
- Технико-экономическое обоснование применения энергоэкономичных осветительных приборов с автоматической регулировкой

- Технико-экономическое обоснование использования тепловых насосных установок (ТНУ) в системах теплоснабжения
- Технико-экономическое обоснование внедрения теплоутилизаторов в системах механической приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха
- Технико-экономическое обоснование внедрения конденсационных теплоутилизаторов на котлы

6.2. Мероприятия в рамках эксплуатационных затрат на обслуживание зданий и оборудования без привлечения дополнительных инвестиций

Однако в указанных методических рекомендациях приведены не все мероприятия. Существует ряд мероприятий, которые могут быть внедрены в рамках эксплуатационных затрат на обслуживание зданий и оборудования без привлечения дополнительных инвестиций. Как правило, такие мероприятия не включены в методичку, так как для их реализации не требуется привлечение средств из Программы энергосбережения Республики Беларусь.

В качестве таких мероприятий можно привести:

- Ликвидация декоративных ограждений отопительных приборов;
- Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами;
- Установка однорычажных смесителей;
- Установка регуляторов расхода воды (аэраторов);

6.2.1. Ликвидация декоративных ограждений отопительных приборов

Если в здании отопительные приборы закрыты плотными декоративными решетками, это значительно снижает теплоотдачу.

Рисунок 5 - Декоративное ограждение отопительных приборов

Декоративные решетки, особенно из сплошного материала, являются причиной сокращения поступления тепла в помещение на 10-20%, а иногда и более. Рекомендуется произвести замену плотных декоративных панелей на металлические сетки (Рисунок 6). В среднем предлагаем принимать минимальный уровень экономии в 10%

Рисунок 6 - Защитная сетка для отопительного прибора

Таблица 1 - Пример расчета экономической эффективности ликвидации декоративных ограждений отопительных приборов

№	Наименование	Ед. изм.	
1	Расход тепловой энергии на отопление	МВт·ч	Исходные данные
2	Количество отопительных приборов с демонтируемыми ограждениями	шт.	Исходные данные
3	Общее количество отопительных приборов	шт.	Исходные данные
4	Сокращение потребления тепловой энергии на нужды отопления	%	Исходные данные
		МВт·ч	$\frac{[1] \cdot [3] \cdot [2]}{100\% \cdot [3]}$
5	Тариф на тепловую энергию	EUR/МВтч	Исходные данные
6	Сокращение затрат на отопление	EUR	[4] · [5]
7	Стоимость одной защитная решетки	EUR	Исходные данные
8	Инвестиции в мероприятие	EUR	[2] · [7]
9	Срок окупаемости	лет	$\frac{[8]}{[6]}$
10	Коэффициент выбросов для тепловой энергии или используемого топлива		Исходные данные
11	Сокращение выбросов CO_2	т	[6] · [10]

6.2.2. Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами

Если отопительные приборы установлены у наружных стен, то температура внутренней поверхности стены за прибором выше, чем в остальной части, что является причиной увеличенных тепловых потерь. В случае установки отопительных приборов в нише, стена за прибором тоньше, и ее сопротивление теплопередаче меньше сопротивления полной стены. Это еще больше увеличивает тепловые потери.

Снизить поток тепла через стены позволит установка за радиаторами теплоотражающих панелей. Панель легко монтируется за радиатором на липкую ленту, панели может быть придана любая форма.

Наилучший эффект имеет место в случае, если расстояние между радиатором и стеной составляет 20–50 мм.

Теплоотражающая панель представляет собой мягкий рулонный материал, состоящий из теплоизолирующего слоя из газонаполненного пенополиэтилена толщиной 4-8 мм, покрытого с одной стороны алюминиевой фольгой (Рисунок 7).

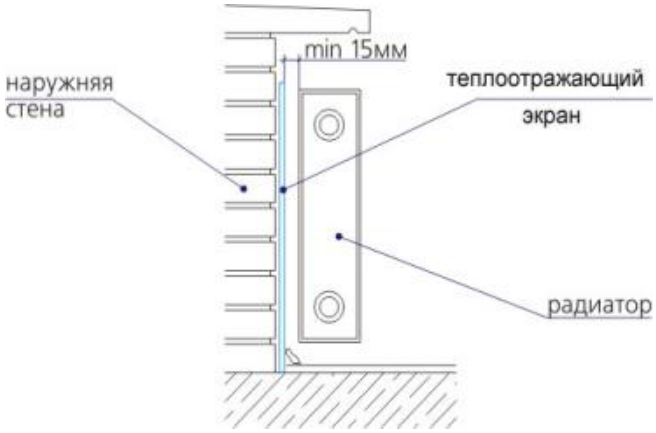


Рисунок 7 – Схема монтажа теплоотражающего экрана

Средняя плотность потока тепловых потерь через стену помещения в окружающую среду составят:

– для радиатора при установке теплоотражающего экрана

$$q_1 = \frac{t_{cm1} - t_{cm2}}{\frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{\delta_{эк}}{\lambda_{эк}}} \quad \frac{Вт}{м^2}$$

- для радиатора без теплоотражающего экрана:

$$q_2 = \frac{t_{cm1} - t_{cm2}}{\frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}}} \quad \frac{Вт}{м^2}$$

где $t_{ст1}$ – температура внутренней поверхности ограждающей конструкции °С,

$t_{ст2}$ – температура наружной поверхности ограждающей конструкции °С,

$\delta_{ст}$, $\delta_{эн}$ – толщина наружной ограждающей конструкции и теплоотражающего экрана соответственно, м;

$\lambda_{ст}$, $\lambda_{эн}$ – коэффициент теплопроводности ограждающей конструкции и теплоотражающего экрана соответственно, Вт/м·К.

Расчет экономического эффекта от внедрения мероприятия приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Результат расчета экономического эффекта от установки теплоотражающих экранов за отопительными приборами

№	Наименование	Ед. изм.	Значение
1	Средняя температура внутренней поверхности стены при установленном экране	°С	24 (измените значение при проведении измерений)
2	Средняя температура внутренней поверхности стены без экрана	°С	29(измените значение при проведении измерений)
3	Средняя температура наружной поверхности стены	°С	-0,1(средняя для условий Беларуси)
4	Продолжительность отопительного периода	сут.	222 (для условий Беларуси)
5	Количество устанавливаемых экранов	шт.	Исходные данные
6	Площадь устанавливаемых экранов	$м^2$	Исходные данные
7	Коэффициент теплопроводности экрана	Вт/м·К	0,163
8	Толщина стены за радиатором		
9	Толщина экрана	м	0,004 (измените при другой толщине экрана)
10	Коэффициент теплопроводности стены	$Вт/м^2 \cdot °С$	Исходные данные
11	Удельный тепловой поток при установленном экране	$Вт/м^2$	$\frac{[1]-[3]}{\frac{[8]}{[10]}+\frac{[9]}{[7]}}$
12	Потери тепловой энергии в окружающую среду при установленном экране	МВтч/год	$[11] \cdot [6] \cdot [4] \cdot 24 \cdot 3{,}6/1000$
13	Удельный тепловой поток без экрана	$Вт/м^2$	$\frac{[1]-[3]}{\frac{[8]}{[10]}}$
14	Потери тепловой энергии в окружающую среду без экрана	МВтч/год	$[13] \cdot [6] \cdot [4] \cdot 24 \cdot 3{,}6/1000$
15	Снижение потребления тепловой энергии	МВтч	[14] – [13]
16	Тариф на тепловую энергию	EUR/МВтч	82,1
17	Снижение расходов на тепловую энергию	EUR	$[15] \cdot [16]$
18	Затраты на отражающие экраны с учетом установки	EUR	Исходные данные
19	Срок окупаемости	лет	$\frac{[18]}{[17]}$
20	Коэффициент выбросов для тепловой энергии или используемого топлива		Исходные данные
21	Сокращение выбросов CO_2	т	$[20] \cdot [15]$

6.2.3. Установка однорычажных смесителей

Рисунок 8 – Однорычажный смеситель

Особенностью однорычажного смесителя (Рисунок 8, Рисунок 1) является возможность практически моментально настроить струю воды нужного расхода и температуры во время гигиенических процедур. При этом экономится значительное количество времени, а, следовательно, и воды.

Годовая экономия тепловой энергии от внедрения мероприятия может достигать уровня 10–15% от существующего потребления по данным ГБО СО «Институт энергосбережения» ООО НПП «Элеком») за счет сокращения времени регулирования температуры воды.

Ниже представлены результаты расчета экономической эффективности установки однорычажных смесителей.

Таблица 3 – Результаты расчета экономического эффекта от замены смесителей на однорычажные

№	Наименование	Ед. изм.	
1	Расход энергии на горячее водоснабжение	МВт·ч	Исходные данные
2	Сокращение потребления энергии на ГВС	%	Исходные данные
3		МВт·ч	$\frac{[1] \cdot [2]}{100\%}$
4	Потребление воды смесителями	куб.м	Исходные данные
5	Сокращение потребления воды смесителями	куб.м	$\frac{[4] \cdot [2]}{100\%}$
6	Тариф на электрическую энергию	EUR/МВтч	Исходные данные
7	Сокращение затрат на энергию энергии на ГВС	EUR	[3] · [6]
8	Тариф на водоснабжение и водоотведение	EUR/м.куб	Исходные данные
9	Сокращение затрат на водоснабжение	EUR	[5] · [8]
10	Количество смесителей	шт.	Исходные данные
11	Цена одного смесителя	EUR	Исходные данные
12	Стоимость смесителей	EUR	[10] · [11]
13	Затраты на строительно-монтажные работы	EUR	[12] · 0,1
14	Затраты на внедрение мероприятия по установке регуляторов расхода воды	EUR	[13] + [12]
15	Срок окупаемости	лет	$\frac{[14]}{[9] + [7]}$
16	Коэффициент выбросов для тепловой энергии или используемого топлива		Исходные данные
17	Сокращение выбросов CO_2	т	[3] · [16]

6.2.4. Установка регуляторов расхода воды (аэраторов)

Одним из способов снижения расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение является сокращение водопотребления на санитарно-гигиенические процедуры с помощью установки регуляторов расхода воды (аэратора) на смесители. После установки данного устройства, автоматически регулирующего напор воды, существенно повышается степень экономии воды, так как снижение напора уменьшает расход, обеспечивая его оптимальный уровень, достаточный для санитарно-гигиенических нужд.

Монтаж регуляторов расхода воды обеспечит уменьшение расхода воды до 6 л/мин для смесителей и до 10 л/мин для душа, при этом напор воды остается комфортным. Для сравнения, средний расход воды стандартными кранами и душевыми лейками составляет 12–18 л/мин (см. Рисунок 9).

Устройство подходит для любых смесителей (импортных, отечественных) и полностью адаптировано к отечественным нормам и условиям эксплуатации.

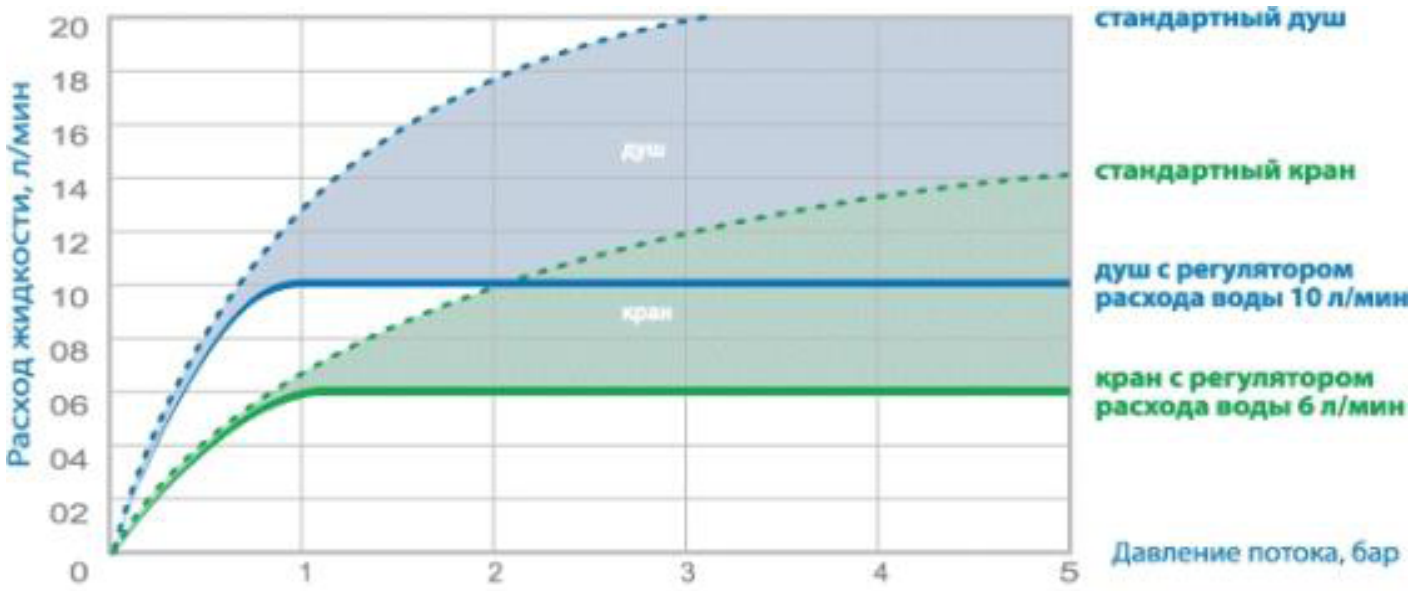


Рисунок 9 - Показатели средних расходов воды санитарно-техническими приборами с установкой регуляторов расхода воды и без нее

Рекомендуется установить регуляторы расхода воды на все смесители.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения мероприятия – 10% (согласно МДС 13-7.2000).

Установка регуляторов может быть выполнена собственными силами с помощью штатного сантехника.

Ниже представлены результаты расчета экономической эффективности установки регуляторов расхода воды с учетом экономического эффекта от замены поворотных смесителей на однорычажные (Таблица 4).

Таблица 4 – Результаты расчета экономической эффективности установки регуляторов расхода воды с учетом установки однорычажных смесителей

№	Наименование	Ед. изм.	Значение
1	Расход энергии на горячее водоснабжение	МВт·ч	Исходные данные
2	Сокращение потребления тепловой энергии	%	10
3		МВт·ч	$\frac{[1] \cdot [2]}{100\%}$
4	Потребление воды смесителями	куб.м	Исходные данные
5	Сокращение потребления воды смесителями	куб.м	$\frac{[4] \cdot [2]}{100\%}$
6	Тариф на электрическую энергию	EUR/МВтч	Исходные данные
7	Сокращение затрат на энергию для ГВС	EUR	[4] · [2]
8	Тариф на водоснабжение и водоотведение	EUR/м.куб	Исходные данные
9	Сокращение затрат на водоснабжение	EUR	[7] · [8]
10	Количество регуляторов	шт.	Исходные данные
11	Цена одного регулятора	EUR	Исходные данные
12	Стоимость регуляторов расхода воды	EUR	[10] · [11]
13	Затраты на строительно-монтажные работы	EUR	[12] · 0,2
14	Затраты на внедрение мероприятия по установке регуляторов расхода воды	EUR	[12] + [13]
15	Срок окупаемости	лет	$\frac{[14]}{[9] + [7]}$
16	Коэффициент выбросов для тепловой энергии или используемого топлива		Исходные данные
17	Сокращение выбросов CO_2	т	[3] · [16]

6.2.5. Установка энергоэффективного кухонного оборудования (замена электроплит на индкуционные)

На пищеблоках объектов часто эксплуатируются устаревшие электрические плиты. Они характеризуются высокой инерционностью разогрева и, как следствие, высоким уровнем нерациональных потерь.

Предлагается заменить эти плиты на современные индукционные, с низким уровнем инерционности и высокой скоростью разогрева конфорок и шкафа.

При расчете учтено, что установленная мощность электроплит остается на прежнем уровне, а коэффициент использования значительно сокращается за счет снижения времени горячих простоев.

Результат расчета экономической эффективности замены устаревших электроплит на стеклокерамические представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Результат расчета экономической эффективности замены устаревших электроплит на индукционные

№	Наименование	Ед. изм.	Значение
1	Установленная мощность существующего прибора	кВт	Исходные данные
2	Количество	шт.	Исходные данные
3	Годовой фонд рабочего времени	ч	Исходные данные (число часов работы учреждения)
4	Коэффициент использования	-	Исходные данные (доля времени на протяжении которого работает оборудование)
5	Расход электрической энергии существующими приборами	кВт·ч	[1] · [2] · [3] · [4]
6	Количество энергоэффективных приборов	шт.	Исходные данные
7	Мощность энергоэффективного прибора	кВт	Исходные данные
8	Коэффициент использования энергоэффективного прибора	-	Исходные данные (с учетом сокращения продолжительности работы из-за уменьшения время нагрева)
9	Расход электрической энергии энергоэффективными приборами	кВт·ч	[6] · [7] · [3] · [8]
10	Сокращение потребления электроэнергии	МВт·ч	([5] – [9])/1000
11	Тариф на электрическую энергию	EUR/МВт·ч	Исходные данные
12	Сокращение затрат на электроэнергию	EUR	[11] · [10]
13	Затраты на внедрение мероприятия	EUR	Исходные данные
15	Срок окупаемости	лет	$\frac{[13]}{[12]}$
16	Коэффициент выбросов для тепловой энергии или используемого топлива		Исходные данные
17	Сокращение выбросов CO_2	т	[3] · [16]

6.2.6. Установка энергоэффективного посудомоечного оборудования

В соответствии с требованиями Санитарных норм и правил в настоящее время посуда моется в буфетных в двухгнездных мойках горячей водой в первой ванне с добавлением моющих средств, а затем ополаскивается горячей проточной водой во второй ванне и просушивается на полках-решетках.

Установка на кухне посудомоечной машины позволит снизить потребление воды и расходов энергоресурсов на горячее водоснабжение, так как посудомоечная машина потребляет холодную воду, и нагревает только оптимальный необходимый объем до требуемой температуры, при этом снижается объем потребления горячей воды и энергии, необходимой на ее нагрев.

Алгоритм расчета экономической эффективности установки посудомоечных машин представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет экономической эффективности установки посудомоечной машины

№	Наименование	Ед. изм.	Централизованная промышленная машина
1	Ежедневный объем вымываемой посуды	шт	Исходные данные
2	Число дней работы учреждения в году	дней	Исходные данные
3	Количество загружаемой посуды	шт	Исходные данные
4	Расход воды на ручную мойку посуды	куб.м	Исходные данные
5	Температура воды при мойке посуды	°C	Исходные данные
6	Потребление энергии на нагрев воды	МВт·ч	$\frac{[4] \cdot 4{,}2 \cdot ([5] - 5)}{3600}$
7	Загрузка посуды на цикл	шт	Данные из техпаспорта оборудования
8	Расход электроэнергии за цикл	кВт·ч	Данные из техпаспорта оборудования
9	Расход воды за цикл	л	Данные из техпаспорта оборудования
10	Количество циклов в год	цикл/год	$\frac{[1] \cdot [2]}{[3]}$
11	Расход энергии	МВт·ч	$\frac{[10] \cdot [8]}{1000}$.
12	Расход холодной воды	куб.м	$\frac{[10] \cdot [9]}{1000}$.
13	Сокращение потребления воды	куб.м	$[4] - [12]$
14	Сокращение потребления энергии на горячее водоснабжение	МВт·ч	$[6] - [11]$
15	Тариф на воду	EUR/м.куб.	Исходные данные
16	Тариф на энергию на ГВС	EUR/МВтч	Исходные данные
17	Сокращение затрат на водоснабжение	EUR	$[13] \cdot [15]$
18	Сокращение затрат на электрическую энергию	EUR	$[14] \cdot [16]$
19	Количество посудомоечных машин	шт.	Исходные данные
20	Цена одной посудомоечной машины	EUR	Исходные данные
21	Стоимость посудомоечных машин	EUR	$[19] \cdot [20]$
22	Затраты на установку посудомоечных машин	EUR	$[20] \cdot 0{,}1$
23	Затраты на внедрение мероприятия по установке посудомоечных машин	EUR	$[21] + [22]$
24	Срок окупаемости	лет	$\frac{[23]}{[17] + [18]}$
25	Коэффициент выбросов для тепловой энергии или используемого топлива		Исходные данные
26	Сокращение выбросов CO_2	т	$[14] \cdot [25]$

*В расчете не учитывается стоимость бытовой химии

6.2.7. Установка гелиоколлекторов для нужд горячего водоснабжения

Гелиоколлектор — оборудование, главное назначение которого преобразование энергии инфракрасного и светового излучения в тепловую энергию. Накопленная экологически чистая энергия используется для горячего водоснабжения и отопления.

Конструктивно гелиоколлектор представляет собой поглощающий энергию теплообменник, прозрачный элемент, который улавливает солнечные лучи, и разделяющий их термоизоляционный слой.

Вакуумный солнечный коллектор (он же гелиоколлектор) состоит из тепловых трубок, наполненных жидкостью с низкой температурой кипения, которая испаряется под воздействием солнечного излучения, а при конденсации передает тепло теплоносителю основного контура системы водоснабжения. Коллектор имеет надежную структуру, удобен для замены, легок в обращении, характеризуется высоким уровнем эффективности (КПД 62–72%), хорошо сочетается с существующими системами водоснабжения. Повреждение одной из трубок не влияет на работу всей системы. Как правило, гелиоколлектор размещается вне помещения, а всё оборудование внутри здания, что минимизирует потери энергии.

Гелиоколлектор представляет собой систему стеклянных колб, внутри которых находится вакуум. Трубки (колбы) изготовлены из прочного неорганического стекла, устойчивого к воздействию дождя и града. Вакуумные гелиоколлекторы продолжают эффективно работать даже при условии отрицательных температур. Попадающее на гелиоколлектор солнечное излучение преобразуется в тепловую энергию, которая передаётся циркулирующему с помощью насоса теплоносителю (пропиленгликоль, вода). Работа всей системы регулируется автоматикой.

В среднем 1 кв.м. гелиоколлектора нагревает примерно 10 литров воды в час, что соответствует 1 кВт·ч, т.е. около 1500 кВт·ч в год (эти показатели меняются в зависимости от климатических особенностей местности, количества солнечных дней в году и интенсивности солнечного излучения).

Схема работы гелиоколлектора представлена на рисунке 10

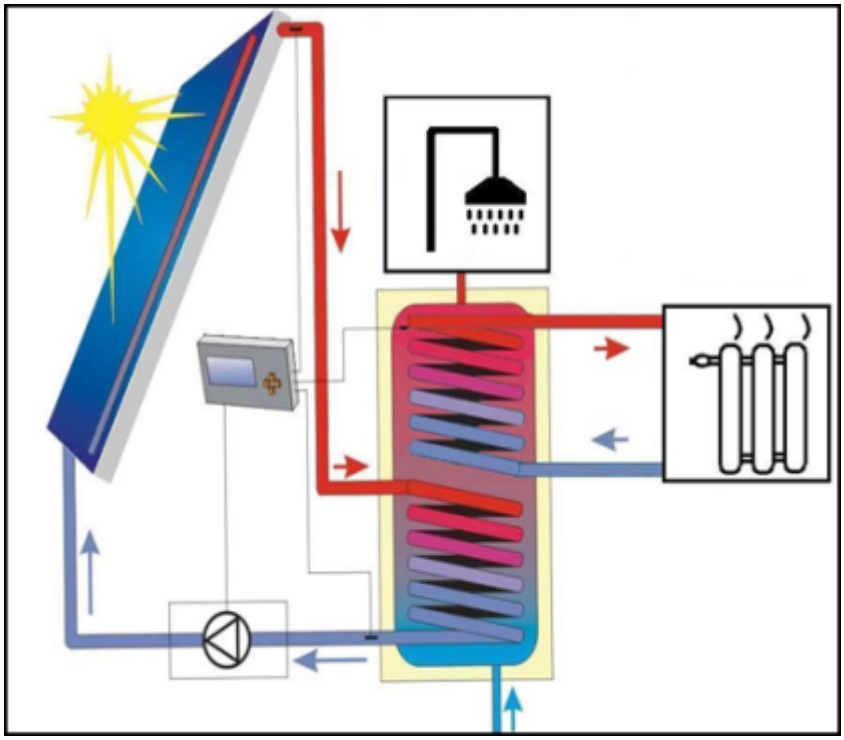


Рисунок 10 - Схема работы гелиоколлектора

Для расчета коллектора необходимо определить количество вакуумных трубок, необходимых для нагрева воды до нужной температуры. Это количество определяется по каждому месяцу года, исходя из величины солнечной радиации:

$$n = q_{гв} / S_0, \text{ шт}$$

где $q_{гв}$ *– суточная потребность в горячей воде согласно СНиП 2.04.01-85,*

S_0 *– суточная солнечная радиация (прямая и рассеянная) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе согласно СНБ 2.04.02–2000.*

Также определяется площадь, необходимая для размещения нужного количества трубок. Стандартный комплект из 10 трубок занимает 1,4 м^2 площади. То есть требуемая площадь составит:

$$S_{ск} = n_{тр} / (10 \cdot 1,4), \text{ м}^2$$

Конечный результат выбора оборудования определяется наименьшим числом вакуумных трубок по году. Далее на основании этого количества рассчитывается суточный объем нагреваемой воды:

$$V_{гв} = (q_{гв} \cdot n_{тр}^{мин}) / n_{тр}, \text{ л}$$

А также количество тепловой энергии, замещаемое солнечной:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \cdot 1,162 \cdot 22, \text{ МВт·ч}$$

Поскольку солнечной радиации недостаточно для нагрева воды круглый год, в схеме предусмотрен электрический догрев воды до заданных параметров.

Также в схеме присутствует накопительный бак, который устанавливается в помещении. Получая тепло от солнечного коллектора, он греет воду, идущую на горячее водоснабжение. Объем бака выбирается в соответствии с суточной потребностью в горячей воде с небольшим запасом.

В настоящее время рынок производителей и продавцов гелиоколлекторов в связи с растущим спросом значительно расширился.

В стоимость оборудования входит стоимость солнечного вакуумного коллектора, монтажной рамы для плоской кровли, бака аккумулятора, насосной станции, расширительного бака, теплоносителя (пропиленгликоля).

Результаты расчета представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Результат расчета экономической эффективности установки гелиоколлектора на нужды ГВС

№	Наименование	Ед. изм.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
1	Суточная солнечная радиация (прямая и рассеянная) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе	кВт·ч/ (кв.м*сут)	0,71	1,46	2,66	3,91	5,25	5,33	5,16	4,43	2,81	1,54	0,78	0,54	Исходные данные
2	Температура нагрева	°С													Исходные данные
3	Суточная потребность в горячей воде	л/сутки													Исходные данные
4	Объем накопительного бака	л/сутки													Исходные данные
5	Энергия, необходимая для нагрева	кВт·ч/сутки													$[3] \cdot 4{,}2 \cdot ([2] - 5)/3600$
6	Площадь	кв.м													$\frac{[5]}{[1]}$
7	Требуемое количество вакуумных трубок	шт.													$\frac{10 \cdot [6]}{1{,}4}$
8	Принимаемое количество вакуумных трубок	шт.													Выбирается минимальное значение из строки [7] и округляем до 10
9	Принимаемая площадь	кв.м													$\frac{1{,}4 \cdot [7]}{10}$
10	Количество дней в месяце	дней	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
11	Производство тепловой энергии на коллекторе	кВт·ч/сутки													$[9] \cdot [1]$
12		МВт·ч/месяц													$\frac{[11] \cdot [10]}{1000}$
13	Потребление тепловой энергии кроме коллектора	кВт·ч/сутки													$[5] - [11]$
14		МВт·ч/месяц													$\frac{[13] \cdot [10]}{1000}$

Таблица 8 - Расчет технико-экономических показателей

№	Наименование	Ед. изм.	Результат
15	Количество тепловой энергии, замещаемое солнечной	МВт·ч	$\sum$[14]
16	Расход электроэнергии на собственные нужды системы	МВт·ч	Технические данные системы
17	Тариф на энергию на нужды ГВС	EUR/МВтч	Исходные данные
18	Сокращение затрат на энергию	EUR	[15] · [17]
19	Стоимость гелиоколлекторов	EUR	Исходные данные
20	Строительно-монтажные работы	EUR	[19] · 0,15
21	Проектные работы	EUR	[19] · 0,1
22	Инвестиции в мероприятие	EUR	[19] + [20] + [21]
23	Срок окупаемости	лет	$\frac{[22]}{[18]}$
24	Коэффициент выбросов для тепловой энергии или используемого топлива		Исходные данные
25	Сокращение выбросов CO_2	т	[15] · [25]

6.2.8. Смазка и протяжка контактных соединений во вводно-распределительном устройстве здания

Работа электрических сетей и электротехнического оборудования во многом зависит от надежности и экономичности многочисленных разборных контактных устройств, соединяющих отдельные участки электрической цепи. Переходное электрическое сопротивление в этих устройствах является причиной значительных потерь электроэнергии, недопустимого перегрева контакт-деталей, а его тенденция к росту в процессе эксплуатации приводит к нестабильности электрических параметров и необходимости частых отключений для ремонта и ревизии контактных соединений, то есть к увеличению трудоемкости и стоимости эксплуатационных расходов.

В контактных соединениях вследствие естественной шероховатости поверхности фактическая площадь контакта меньше площади перекрытия контактных поверхностей. При больших токах влияние шероховатостей становится ощутимым – зона контакта нагревается, что приводит к пригоранию контактных поверхностей и возрастанию сопротивления в зоне соприкосновения. Эти процессы приводят к потерям электричества и сокращению срока службы болтового соединения.

Статистика по отечественным предприятиям позволяет говорить о потерях электроэнергии в контактных соединениях, которые составляют от 1% до 10% всей потребляемой энергии в зависимости от вида предприятия и степени изношенности его оборудования.

С целью снижения потерь электроэнергии рекомендуется регулярно производить смазку и протяжку соединений во вводно-распределительном устройстве здания. Ожидаемое сокращения потребления электроэнергии – 0,5%.

Результат расчета экономической эффективности представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Результаты расчета экономической эффективности смазки и протяжка контактных соединений во вводно-распределительном устройстве здания

№	Наименование	Ед. изм.	Значение
1	Расход электроэнергии	МВт·ч	Исходные данные
2	Сокращение потребления электроэнергии	%	0,5
3		МВт·ч	$\frac{[1] \cdot [2]}{100\%}$
4	Тариф на электрическую энергию	EUR/МВт·ч	Исходные данные
5	Сокращение затрат на электроэнергию	EUR	[3] · [4]
6	Затраты на внедрение мероприятия	EUR	Исходные данные
7	Срок окупаемости	лет	$\frac{[6]}{[5]}$
8	Коэффициент выбросов для тепловой энергии или используемого топлива		Исходные данные
9	Сокращение выбросов CO_2	т	[3] · [8]

Предложенные мероприятия и алгоритмы расчета могут быть использованы для оценки целесообразности внедрения энергосберегающих мероприятий, определения наиболее перспективных и эффективных мероприятий, а также для разработки технико-экономического обоснования для поиска финансирования на реализацию данных мероприятий.

7 Литература

При подготовке данной публикации использовались материалы следующих источников:

1. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий (ред. от июня 2018) (Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь).

2. Стандарт ISO 14000 – Экологический менеджмент

3. Стандарт ISO 50001 – Системы энергетического менеджмента

4. Описание программы «Энергобаланс» http://www.energobalans.com/

5. Соглашение мэров по климату и энергии
http://www.soglasheniemerov.eu/index_ru.html

6. «Что должен сделать город, чтобы стать успешным участником соглашения мэров»
http://www.soglasheniemerov.eu/IMG/pdf/poradnyk_2013_RU_net.pdf

8 Контакты

Живое партнерство

РСЭОО «Живое партнерство»
www.partnership.by
e-mail: office@partnership.by
Тел./факс 8(017)210-56-36,
Тел.моб. +375 29 3355708 (Viber)

Рак Владимир Александрович, технический эксперт
e-mail: uladzimir.rak@gmail.com
Тел. +375 33 334 20 73 (Viber)

Бурёнкин Дмитрий Сергеевич, технический эксперт
e-mail: burenkin05@gmail.com
Тел. +375 29 355 00 24 (Viber)

Д-р Вернер Нойман (**Dr. Werner Neumann**), специалист-энергоменеджер, Германия
e-mail: werner.neumann@bund.net
тел. 0172 6 67 38 15

Сакалюк Дмитрий Сергеевич, разработчик программы «Энергобаланс»
e-mail: sakaliyk@ecoclubrivne.org
тел. +380 67 363 41 10 (Viber)