УДК 621

**ЭНЕРГОАУДИТ, КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

**Савин Л.А., Грядунова Е.Н., Усикова И.Г.**

*Россия, г. Орел, ОГУ имени И.С. Тургенева*

*В статье представлен краткий анализ состояния вопроса в области энергоэффективности общественных зданий. Предложена концепция энергоаудита, как средство повышения энергоэффективности общественных зданий. Описана методика проведения энергоаудита, позволяющая сделать предписания по повышению энергоэффективности. Даны рекомендации по снижению энергопотребления старых зданий.*

***Ключевые слова:*** *энергоэффективность; общественные здания; энергоаудит; микроклимат в помещении; тепловые характеристики элементов; рекомендации.*

### Общественные здания потребляют около 40% [1] всей энергии, потребляемой в мире. Таким образом, энергоэффективность таких зданий является приоритетным направлением на ближайшие десятилетия. На данный момент фонд общественных зданий и сооружений, относящийся к старым постройкам составляет более 60% [2], в которых потенциал энергопотребления очень мал. В настоящее время новые постройки относятся к классу «В» энергопотребления, это довольно высокий класс энергоэффективности здания. Тем самым необходимо обратить особое внимание на здания советских времен, провести энергоаудит этих зданий и представить рекомендации по повышению энергоэффективности зданий.

#### Энергоаудит - это разносторонняя оценка текущего состояния здания, оценка полученных результатов с точки зрения энергоэффективности и предложения экономически и экологически эффективных, социально приемлемых, организационных и технических мер, направленных на снижение энергопотребления. Энергоаудит состоит из двух этапов: на первом этапе происходит осмотр здания и проверка состояния текущих проблем, на втором этапе формируются меры по их устранению.

Для достоверности данных, при проведении энергоаудита, необходимо учитывать не теоретические данные, полученные из государственных стандартов, а данные, полученные опытным путём (фактические), так как неправильная оценка одного из параметров влияет на другие параметры и на общий результат в целом. Таким образом, необходимо провести двухуровневый аудит общественных зданий. Аудит первого уровня проводится по эксплуатационному энергопотреблению здания. Общее энергопотребление здания зависит от конструкции и оснащения здания, управления зданием и использования энергоресурсов жильцами здания, в то время как класс энергопотребления позволяет оценить только потребление энергии, относящееся к конструкциям и оборудованию. Отсюда наиболее целесообразным способом проведения энергоаудита здания является учет как эксплуатационного, так и классового энергопотребления, а также нахождение баланса между ними. Поэтому, необходимо найти много неизвестных значений. Возможно, что лучший способ их найти - это измерить. Построение точного баланса потребления энергии позволяет точно оценить меры по энергосбережению.

После проведение предварительного энергоаудита (1 уровень), необходимо проанализировать промежуточные результаты и приступить к детальному аудиту (2 уровень). Основными особенностями комплексного энергоаудита являются:

1. описание всех энергопотребляющих систем, независимо от того, будет ли достигнута экономия энергии;
2. разрешается игнорировать некоторые менее важные области сразу после того, как будет найден весь энергетический баланс;
3. презентация всех выгодных мероприятий по энергосбережению;

#### выполнение диагностической оценки каждого энергопотребляющего элемента системы (спецификация);

Существуют мнения, что энергоаудит должен быть систематическим процессом. При проведении энергоаудита зданий формируются следующие задачи:

### анализ текущего состояния здания и сбор данных;

1. измерение энергетических параметров и обработка данных;

#### технический анализ потребления тепловой энергии и связанных с этим затрат, а также формирование энергетического баланса потребления энергии;

1. пересчет фактического расхода тепловой энергии по отопительному сезону нормативного года;
2. выбор энергосберегающих мероприятий и расчет ожидаемой экономии;
3. оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.

### Проведение энергоаудита производится в соответствии со структурной схемой (рис.1). На этапе сбора данных проверяющие собирают информацию о физических характеристиках (размеры стен и окон, размеры комнат и т. д.), структуре элементов (стены, пол, крыша и т. д.). Также на этом этапе выполняются измерения тепловых характеристик элементов здания (теплопроводность стен, окон, крыши и пола; обследование системы вентиляции и т. д.) и внутренних условий (температура, относительная влажность, уровень освещенности, концентрация CO2, скорость воздухообмена).



***Рисунок 1 – Структурная схема последовательности проведения энергоаудита***

Затем (этап 2) результаты измерений необходимо структурировать, обработать и проанализировать, сравнивая их с аналогичными результатами (например, с данными другого помещения). Когда основные характеристики определены, можно проводить следующие расчеты (этап 3) с целью формирования энергетического баланса здания. После формирования энергетического баланса конечные результаты анализируются (этап 4), чтобы определить проблемные части здания, а также для нахождения наибольшего потенциала экономии после принятия определенных мер по энергосбережению. На завершающем этапе энергоаудита формируются предложения по плану действий с рекомендациями по энергосберегающим мероприятиям.

Основными рекомендациями по снижению энергопотребления в старых общественных зданиях являются:

-использование энергосберегающих средств освещения;

-установка датчиков движения;

-постепенная замена устаревшего офисного оборудования на оборудование с высоким классом энергоэффективности «А – А++»;

-применение энергоэффективных окон;

-установка резиновых накладок на двери, которые скрывают щель между дверным полотном и полом. Накладки позволяют сохранить холодный воздух летом, когда работает кондиционер;

-применение дверных доводчиков;

-регулярная чистка, обслуживание, обследование системы вентиляции и кондиционирования.

Рекомендации и предписания, полученные в ходе энергоаудита, носят индивидуальный характер для каждого строения. Поэтому проведение энергоаудита общественных зданий позволит повысить энергосбережение за счёт применения энергосберегающих технологий.

## Список использованных источников

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс] // Социально-экономическое положение России: [электронный документ]. [2019]. URL: http://www.gks.ru/free\_doc/doc\_2019/social/osn-12-2019.pdf (дата обращения: 20.09.2020).
2. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс] // Социально-экономическое положение России: [электронный документ]. [2020]. URL: http://www.gks.ru/free\_doc/doc\_2020/social/osn-12-2020.pdf (дата обращения: 20.09.2020).
3. Усикова И.Г., Родичев А.Ю., Орлянский В.Д. Автоматизированная система управления в концепции «бережливая лаборатория» [Текст] // Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции «Энерго- и ресурсосбережение-XXI век» (МИК-2019) - Орел: ОГУ имени И.С.Тургенева, 2019. – 224-226с.
4. Шапиро И. Энергоаудит крупных общественных зданий. [Текст] // Журнал энергосбережения.- 2009. № 4. с. 60-67.
5. Кустова А.А. Энергосбережение [Текст] // Журнал энергосбережения. -2008. №8. с. 40-44.
6. Шорт К.А., Кук М., Кроппер С.П., Аль-Майя С. Стратегии восстановления зданий с низким потреблением энергии [Текст] // Журнал моделирования производительности зданий. -2010. Vol. 3, № 3. с.197-216.

**Савин Леонид Алексеевич,** д-р. техн. наук, профессор кафедры мехатроники, механики и робототехники ОГУ имени И.С. Тургенева, e-mail: savinostu@mail.ru

**Грядунова Елена Николаевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры мехатроники, механики и робототехники ОГУ имени И.С. Тургенева, e-mail: gryadunova6565@mail.ru, tel.: +79534702550

**Усикова Ирина Геннадьевна**, студент ОГУ имени И.С. Тургенева, е-mail: irkin93@mail.ru, тел: +79103014198

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**ENERGY AUDIT AS A MEANS OF IMPROVING ENERGY EFFICIENCY**

**IN SOCIAL BUILDINGS**

**Savin L.A., Gradynova E.N., Usikova I.G.**

*Russia, Orel,* *Orel State University named after I.S. Turgenev*

*The article presents a brief analysis of energy efficiency in social buildings. The concept of energy audit as a means of improving energy efficiency in social buildings is proposed. The technique of energy audit allowing making directions on increase of energy efficiency is described. Recommendations on reducing energy consumption of old buildings are given.*

***Keywords:*** *energy efficiency, social buildings; energy audit; microclimate indoors; thermal characteristics of elements; recommendations.*

Bibliography

1. Federal State Statistics Service (Rosstat) [Electronic resource] // Socio-economic situation in Russia: [electronic document]. [2019]. URL: http://www.gks.ru/free\_doc/doc\_2019/social/osn-12-2019.pdf (date of address: 20.09.2020).

2. Federal State Statistics Service (Rosstat) [Electronic resource] // Socio-economic situation of Russia: [electronic document]. [2020]. URL: http://www.gks.ru/free\_doc/doc\_2020/social/osn-12-2020.pdf (date of address: 20.09.2020).

3. Usikova I.G., Rodichev A.Yu., Orlyanskiy V.D. Automated control system in the "Lean laboratory" concept [Text] // Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference "Energy and Resource Saving - XXI Century" (MIK-2019) - Eagle: Turgenev OGU, 2019. - – 224-226с.

4. Shapiro I. Energy audit of large public buildings. [Text] // Energy saving journal. 2009. № 4. с. 60-67.

5. Kustova A.A. Energy saving [Text] // Energy saving journal. -2008. №8. с. 40-44.

6. Short K.A., Cook M., Cropper S.P., Al Maya S. Strategies of restoration of buildings with low energy consumption (in Russian) [Text] // Journal of building productivity modeling. -2010. Vol. 3, № 3. с.197-216.

**Savin Leonid Alekseevich,** Doctor of Technical Science, Associate Professor at the Department of мechatronics, mechanics and roboticsOrel State University named after I.S. Turgenev, е-mail: savinostu@mail.ru

**Gradynova Elena Nikolaevna** Candidate Science Technic, the senior lecturer of faculty «Mechatronics, mechanics and robotics» e-mail: gryadunova6565@mail.ru, tel.: +79534702550

**Usikova Irina Gennadievna** student Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, e-mail: irkin93@mail.ru, tel.: +79103014198