

В настоящее время Минэнерго усилено занимается совершенствованием системы перспективного планирования в электроэнергетике. Важно отметить, что ключевые решения в области задач перспективного развития рассматриваются исходя из технологических направлений и доступность соответствующей информационной базы в соответствующих организациях – субъектах электроэнергетики, возможности которых не позволяют им в полной мере заниматься проблемами перспективного развития.

Согласно Правилам разработки и утверждению схем и программ перспективного планирования электроэнергетики, утвержденными постановлением правительства РФ от 17 октября 2009 года № 823, Схема и программа развития ЭЭС России создается совместно с АС «СО ЭЭС» и ПАО «ФСК ЭЭС» [3].

Вдобавок основной функцией АО «СО ЭЭС» – оперативно-диспетчерское управление ЭЭС России, а основное назначение сетевых компаний – строительство и эксплуатация объектов электросетевого комплекса. Данные компании представляются технологическими и не занимаются вопросами экономического развития регионов и всей энергосистемы в целом.

Помимо этого, СО и ФСК в изолированных энергосистемах России не действуют, что мешает перенять опыт присутствующих организаций в таких энергосистемах. На основании указанных предложений 26 ноября 2016 года утвержден план разработки проектных актов в сфере совершенствования перспективного развития в электроэнергетике.

Подводя итог всему вышесказанному можно сделать вывод о том, что система перекрестного

субсидирования необходима. Однако, присутствует проблема, состоящая в том, что отмена системы в рамках всей страны должна проходить постепенно. Это связано с большими географическими масштабами страны. Нельзя говорить про то, что сложившаяся сейчас ситуация нормальна и не требует реформации, так как субъект электроэнергетики (в нашем случае потребитель) несет дополнительную нагрузку по тарификации. Реформация системы, по оценкам авторитетных экспертов может занять от 5 до 7 лет, однако даже этого времени не хватит для того, чтобы полностью избавиться от данной проблемы.

#### Список литературы:

1. Лобанова Е.В.: «Перекрестное субсидирование в электроэнергетике» В сборнике: НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых. 2014. С. 236-238.

2. Елена Восканян: «Павел Сниккарс: перекрёстное субсидирование в электросетевом комплексе необходимо ликвидировать»// Газета. [https://www.eprussia.ru/epr/329/437159.htm]. Режим доступа:// "Энергетика и промышленность России" № 21 (329) ноябрь 2017 года \Энергетика: тенденции и перспективы:

3. Постановление Правительства РФ от 29.12.2011 N 1178 (ред. от 19.10.2018) "О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике" (вместе с "Основными ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике", "Правилами государственного регулирования (пересмотра, применения) цен (тарифов) в электроэнергетике").

---

### ПОВЫШЕНИЕ КЛАССА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

---

**Татарченко Галина Олеговна**

*Докт. техн. наук. Профессор. Заведующий кафедрой строительства урбанистики и пространственного планирования, Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля, г. Северодонецк*

**Уваров Павел Евгениевич**

*Канд. техн. наук, доцент строительства урбанистики и пространственного планирования, Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля, г. Северодонецк*

**Белошицкая Наталья Ивановна**

*Канд. техн. наук, доцент строительства урбанистики и пространственного планирования, Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля, г. Северодонецк*

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.1.57.54-59](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.1.57.54-59)

---

### IMPROVING THE CLASS OF ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS

---

**Tatarchenko Galina**

*Doc. tech. sciences. Professor. Head of the Department of Building, Urban and Spatial Planning, East-Ukrainian National University. V. Dalia, Severodonetsk*

**Uvarov Pavel**

*Cand. tech. Sci., Associate Professor of Building, Urban and Spatial Planning, East-Ukrainian National University. V. Dalia, Severodonetsk*

**Beloshitskaya Natalia**

*Cand. tech. Sci., Associate Professor of Building, Urban and Spatial Planning, East-Ukrainian National University. V. Dalia, Severodonetsk*

**АННОТАЦИЯ:** Проведено энергетическое обследование с целью определения эффективности потребления энергоресурсов объектом (нежилым зданием), Определены основные тепловые потери, выполнен анализ фактического потребления энергоресурсов и разработаны рекомендации по повышению уровня энергоэффективности объекта. Проведено тепловизионное обследование ограждающих конструкций объекта и систем отопления. Разработан ряд энергосберегающих мероприятий, для каждого просчитаны экономические, энергетические оценки, рассчитаны стоимость внедрения и простой срок окупаемости. Мероприятия сгруппированы в различные по объему пакеты, позволяющие определить оптимальную последовательность их введения с соблюдением существующих стандартов.

**ABSTRACT:** An energy survey was conducted to determine the efficiency of energy consumption by the object (non-residential building), the main heat losses were determined, the analysis of the actual energy consumption was made, and recommendations were made to improve the energy efficiency of the object. A thermal imaging studies of the enclosing structures of the facility and heating systems was carried out. A number of energy saving measures have been developed, economic and energy estimates have been calculated for each one, the cost of implementation and a simple payback period have been calculated. The activities are grouped into various-level packages, allowing to determine the optimal sequence of their introduction in compliance with existing standards.

**Ключевые слова:** энергоаудит, энергосбережения, теплопередача, тепловизор, здания, экономия.

**Keywords:** energy audit, energy saving, heat transfer, thermal imager, buildings, economy.

**Введение.** В 70-80-х годах XX столетия наиболее важным показателем уровня развития общества и государства было количество произведенной энергии и валовой национальный продукт на душу населения страны. В настоящее время уровень развития технологии, оборудования и общества в целом характеризуются, кроме валового национального продукта на душу населения, также и показателями энергоемкости единицы продукции по различным видам производства [7]. Они непосредственно связаны с топливно-энергетическими ресурсами страны и эффективностью их использования, уровнем развития технологии и оборудования, финансовым и экономическим благосостоянием государства [6]. Поэтому во всех высокоразвитых странах важность и необходимость принятия экстренных мер в сфере энергосбережения была осознана на уровне правительств этих государств, и поэтому ими были приняты соответствующие законодательные акты по организации и управлению энергосбережением.

#### **Постановка проблемы.**

Энергосберегающие мероприятия являются важным этапом реформирования жилищно-коммунального хозяйства и промышленности в целом, поэтому важно введение государственной экспертизы эффективного энергетического пользования [6]. Выводы ее должны быть обязательными для реализации инвестиционных и инновационных строительных проектов, модернизации, создания новой энергоемкой техники и технологий, претендующих на государственную поддержку. Проблемам внедрения энергосберегающих мероприятий в различных хозяйственных сферах посвящено много научных работ и уделяется значительное внимание, например, уже сейчас для отдельных категорий предприятий планируется обязательная оценка энергетических потерь административного здания (энергетический аудит) [2]. Его в обязательном порядке должны будут проходить предприятия-монополисты, предприятия, претендующие на государственную поддержку, компании с долей государства более 50% и энергопотреблением более 1000 тонн условного топлива в год, а также бюджетные организации [3].

В основе решения задач энергосбережения важную роль занимает проведение своевременного, профессионального энергетического обследования объекта, однако непосредственно разработкам энергосберегающих мероприятий не уделяется должного внимания. Энергетический аудит позволяет получить объективные данные о состоянии расходования топливно-энергетических ресурсов предприятием, определить показатели энергетической эффективности и выявить потенциал энергосбережения, а также разработать меры по повышению энергетической эффективности. Главной целью энергетического аудита является поиск возможностей энергосбережения и помощи субъектам хозяйствования в определении направлений эффективного энергопотребления. Предметом энергетического аудита является системное обследование расхода топлива и энергии, анализа и выдачи рекомендаций по эффективному использованию энергоресурсов. Объектом энергетического аудита может быть любое предприятие, энергетическая установка, дом, техническая система, агрегат, потребляющий или производящий энергию. [2]

В работах многих специалистов [1,4] акцент ставится на улучшение учета потребления энергоносителей, что, конечно, важно, но недостаточно. Для учета всех факторов, влияющих на энергоэффективность строения, необходима разработка энергетических паспортов всех объектов, а также определение комплекса энергосберегающих мероприятий, направленных на повышение класса эффективности строения. Поэтому, проблема выбора экономически обоснованного комплекса мероприятий повышения энергоэффективности здания на основе проведенного энергоаудита является актуальной и целесообразной.

**Цель работы** – основе экспериментально-аналитического исследования энергетического состояния административного здания и экономических расчетов потерь разработать комплексную программу энергосберегающих мероприятий по повышению энергоэффективности нежилого помещения (административного здания).

**Материалы и методы исследования.**

Методология ведения энергоаудита зависит от той информации, которую стремится получить и за которую желает платить клиент. С одной стороны, энергоаудит может быть простым обзором энергопотребления, основанным на данных счетчиков здания. С другой стороны, энергоаудит может быть комплексным и трудоемким процессом по определению и идентификации всех направлений расходов энергии и предусматривать установку нового стационарного измерительного оборудования, тестирование и измерение в течение длительного периода времени [6].

Существует множество способов проведения энергоаудита, и выбор одного из них зависит от следующих факторов: квалификации энергоаудитора; наличие измерителей (стационарных и переносных); понимание, чего требует и за что желает платить клиент.

Перед проведением энергетического обследования и подготовки энергопаспорта, следует понять: какие есть виды энергоаудита; чем они отличаются; как они влияют на сроки и стоимость.

Перед началом работы по обследованию предприятия аудиторы должны получить общее представление о предприятии, разобраться в его структуре, ознакомиться с технологическими процессами и получить перечень основного оборудования, выявить наиболее вероятные места потерь энергоресурсов, оценить заинтересованность руководства объекта в проведении энергоаудита [5].

В работе определен порядок проведения энергетического обследования здания который предусматривает следующие этапы: сбор документальной информации; обследование инженерного оборудования; инструментальное обследование; обработка и анализ полученной информации; разработка рекомендаций по энергосбережению; оформление отчета по энергетическому аудиту.

Определение площадей ограждающих конструкций проходило по поэтажным планами здания и с учетом положений ДСТУ-НБ А. 2.2-5: 2007 Проектирование. Руководство по разработке и составлению энергетического паспорта зданий при новом строительстве и реконструкции.

Все расчеты для разработки энергетического паспорта выполнены по методике ГОСТ-НБ А. 2.2-5: 2007 Проектирование. Руководство по разработке и составлению энергетического пас-

порта зданий при новом строительстве и реконструкции. Требования к тепло-техническим показателям ограждающих конструкций (теплоизоляционной оболочки) зданий и сооружений и порядка их расчета с целью обеспечения рационального использования энергетических ресурсов на обогрев, обеспечение нормативных санитарно-гигиенических параметров микроклимата помещений установлен в ДБН В 2.6-31: 2006. Конструкции домов и сооружений. Тепловая изоляция зданий.

Методические положения по выбору теплоизоляционного материала для утепления общественных зданий при капитальном ремонте (термомодернизации) устанавливает ДСТУ Б 2.6-189 Методы выбора теплоизоляционного материала для утепления зданий.

**Результаты исследований.** Выполнен энергетический аудит административного здания, представляющего собой двухэтажное сооружение с цокольным этажом. Конструктивная схема здания - бескаркасная с внешними несущими стенами, пространственная жесткость обеспечивается внутренними поперечными стенами, и стенами лестничных клеток, соединенными с внешними продольными стенами и межэтажных перекрытий. Обследуемая административное офисное здание находится в первой климатической зоне - умеренно-континентальной. Зима сравнительно мягкая, малоснежная, с пасмурной погодой. Лето теплое, в отдельные годы жаркое и засушливое. Преимущественно дневная температура воздуха 24-26 °С. Осадки выпадают в виде кратковременных ливней, редко с грозами и ветрами. Продолжительность отопительного периода 172 суток при обеспеченности  $\leq 10$  °С. Средняя температура отопительного периода -0,4 °С.

Согласно технического паспорта здания проведены расчеты теплотехнических характеристик: ограждающих конструкций, стен, окон, дверей, покрытия пола, крыши, перекрытий под балконами. Обследованы инженерные системы офисного здания: отопления, водоснабжения, вентиляции, освещения и электроприборов.

После выполнения визуального обследования офисного здания выявлено, что стены здания, перекрытия, кровля имеют категорию технического состояния, как работоспособную. Техническое состояние здания позволяет осуществлять его эксплуатацию без остановки рабочего процесса. Необходим частичный ремонт здания и проведения мероприятий по повышению энергоэффективности здания.

Результаты обследования технического состояния здания приведены в табл.1. Выявлены основные недостатки: недостаточное значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (стен, дверей, крыши, перекрытия пола, окон, цокольных стен).

Таблица 1. Тепловые затраты ограждающих конструкций

№	Параметры ограждающих конструкций								
	Наименование конструкции	Внутренняя температура $t_{в}$ , °С	Температура воздуха снаружи $t_{н}$ , °С	Разница температур $\Delta t$ , °С	Ориентация	Площадь $F$ , м <sup>2</sup>	Коэффициент		Тепловые затраты $Q_{огр}$ , Вт
							Теплопередачи, $k$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Теплопередачи $k$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	
1	Стена	20	-25	45	север	137,0	1,303	1	8036
2	Стена	20	-25	45	юг	68,9	1,303	1	4039
3	Стена	20	-25	45	запад	100,2	1,303	1	5879
4	Стена	20	-25	45	восток	91,0	1,303	1	5336
5	Цокольные стены	20	-25	45	север	65,8	1,009	1	2988
6	Цокольные стены	20	-25	45	юг	32,4	1,009	1	1472
7	Цокольные стены	20	-25	45	запад	52,6	1,009	1	2389
8	Цокольные стены	20	-25	45	восток	48,3	1,009	1	2191
9	Окна	20	-25	45	север	33,8	3,125	1	4759
10	Окна	20	-25	45	юг	124,6	3,125	1	17516
11	Окна	20	-25	45	запад	67,9	3,125	1	9548
12	Окна	20	-25	45	восток	49,8	3,125	1	7000
13	Крыша	20	-25	45		361,0	2,752	0,9	40242
14	Пол на грунте	20	-5	25		364,0	0,223	0,9	1825
15	Перекрытия под балконом	20	-25	45		2,6	6,133	0,9	646
16	Двери	20	-25	45	север	8,6	4,69	1	1825
17	Двери	20	-25	45	юг	3,5	4,69	1	743
18	Двери	20	-25	45	запад	0,0	4,69	1	0
19	Двери	20	-25	45	восток	1,6	4,69	1	338
Всего									116773

Проведено тепловизионное обследование, которое предусматривает определение теплотехнических параметров конструкций, используя при этом неразрушающие и расчетные методы исследования. Оно заключается в тепловизионной съемке фасадов здания и инженер-торного оборудования, с получением инфракрасного изображения участков с температурными аномалиями (реперные зоны), где по цветам можно определить температуру на

поверхности конструкций, так же определить величину теплового потока через избранные участка площади.

Тепловизионное обследование проводилось в конце ноября, в вечернее время, при температуре наружного воздуха минус 3 °С, скорости ветра 4 м / с, т.е. погодные условия удовлетворяли проведению тепловизионного обследования.



Рисунок 1. Тепловизионные обследования окон административного здания: а) фотография, б) термограмма (характерное теплопроводное включение – плита).

В ходе тепловизионного обследования были обнаружены характерные мостики холода (теплопроводные включения) связанные с: заполнения оконных проемов конструкциями, имеющими значение сопротивления теплопередачи значительно ниже нормативного (рис.1); отсутствием теплоизоляции оконных откосов, значительным образом влияет на теплозащитные свойства конструкций; использованием окон в деревянном переплете, которые имеют щели через которые происходят значительные тепловые потери; не соответствием нормативным требованиям деревянных дверных конструкций (на термограммах хорошо видно, что именно двери теряют значительное количество теплоты); крупными тепловыми потерями, происходящих из-за отсутствия теплоизоляции внешних, цокольных стен.

Для определения энергетических показателей здания и присвоения класса энергоэффективности на основании проведенных обследований был рассчитан приведенный коэффициент теплопередачи теплоизоляционной оболочки здания ДСТУ НБ А.2.2-5:2007,  $k_{пр} = 1,865 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий тепловые потери за счет инфильтрации вентиляции и представляет  $k_{инф} = 0,285 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Общий коэффициент теплопередачи здания  $K_{стр}$ , определенный по формуле:

$$K_{стр} = k_{\Sigma пр} + k_{инф} \quad (1)$$

$$K_{стр} = 1,865 + 0,285 = 2,15 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Максимально допустимое значение удельных тепловых потерь на отопление дома за отопительный период составляет  $E_{\max} = (230 \cdot V_h^{-1/3}) = 15,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$ .

Таким образом выполнен анализ фактического потребления энергоресурсов в административном здании обнаружил, что здание имеет класс энергоэффективности «F». Основными причинами такого положения является использование для строительства здания устаревших материалов и технологий. По проектам, здания, построенные до 2000 года должны, класс энергоэффективности F. Поэтому, актуальным будет предложить энергоэффективные мероприятия, которые не только сократят потребление тепловой энергии, но и улучшат комфортность условий пребывания в помещении. По результатам, полученным в процессе проведения энергетического аудита для административного здания, наиболее актуальными мерами для повышения энергетической эффективности являются: утепление фасада и цокольных стен; замена окон; замена дверей; утепление крыши (совмещенное покрытие); утепление перекрытий под балконами, а также модернизация системы освещения. Для этого были сформированы три пакета комплексных программ энергосберегающих мероприятий (максимальный, оптимальный и минимальный) с учетом стоимости, окупаемости и экономии выполняемых работ.

Для примера приведен максимальный пакет по повышению уровня энергоэффективности объекта табл.2, где отдельно для каждого мероприятия или проведены экономические, энергетические оценки, рассчитаны стоимость внедрения и простой срок окупаемости. Следует отметить, что в результате проведенных работ также идет снижение эмиссии  $\text{CO}_2$  до 42 тонн / год. После проведения работ по модернизации здания класс энергоэффективности административного здания будет «B», что соответствует современным европейским нормам.

Таблица 2. Максимальный пакет мер по повышению энергоэффективности здания.

Мероприятия	Годовая экономия		Стоимость, тыс. грн грн.	Срок окупаемости, год
	кВт·ч/год	тис.грн·год		
Утепление фасаду	23280	25,0	210,0	8,4
Утепление цокольных стен	8683,1	9,3	116,5	12,5
Замена окон	29916	32,1	337,6	10,5
Утепление покрытий	53547	57,5	223,8	3,9
Утепление перекрытий под балконами	301	0,3	1,2	3,8
Замена дверей	2598	2,8	19,0	6,8
Модернизация систем освещения	4014	7,6	21,2	3,0
Всего	122339	127,1	929,3	7,3

**Выводы и предложения.** На основе анализа фактического потребления энергоресурсов, расчетов теплового сопротивления ограждающих конструкций обнаружено, что установленный класс энергоэффективности нежилого здания не соответствует современным требованиям к эффективному использованию энергетических ресурсов в результате применения устаревших материалов и технологий.

По результатам энергетического состояния административного здания создан его энергетический паспорт и разработана комплексная программа энергосберегающих мероприятий по повышению энергоэффективности нежилого помещения, а именно: утепление фасада и цокольных стен; замена окон и дверей; утепление покрытия (совмещенного) утепление городов примыкания консольных конструкций (балконов); модернизация системы освещения.

Рассчитан срок окупаемости и потенциал энергосбережения комплексной программы, повышающие класс энергоэффективности административного здания до класса В. Суммарный экономический эффект от внедрения всех предложенных мероприятий - 127,1 тыс. грн. Простой срок окупаемости проекта составит 7,3 года.

#### Список литературы:

1. Кабашкин С. А. Развитие рынка энергетического аудита международный и российский опыт. Аудит: теория и практика 13(220) – 2011, С. 36-45.
2. Новосельцева О., Таткеева Р. Учебно-методическое руководство по энергетическому

экспресс-аудиту. -2014. –168 с. Режим доступа: [http://auek.kpi.ua/BOOKS/Ruk-vo\\_po\\_EnAuditu\\_CPE\\_edit4.pdf](http://auek.kpi.ua/BOOKS/Ruk-vo_po_EnAuditu_CPE_edit4.pdf)

3. Нормативна база ЕСКО. Стандарти енергоефективності в Європі і Німеччині [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://journal.esco.co.ua>.

4. Передовой отечественный и зарубежный опыт в области энергосбережения и повышения энергичной эффективности. Сборник научных материалов. – М.: Национальный исследовательский технологический университет "Мисис". 2014.– 148 с.

5. Прокопенко В.О. Энергоаудит. Конспект лекций. Электронный журнал энергосервисной компании "Экологические системы" №8, август 2007 59 с. Режим доступа: [http://kaftgv.vogu35.ru/docs/economic\\_tgv/energoaudit-\(uchebnik\).pdf](http://kaftgv.vogu35.ru/docs/economic_tgv/energoaudit-(uchebnik).pdf)

6. Тиршу С. М., Зайців Д. О., Голуб В.В. Энергоаудит как инструмент энергосбережения// "Probleme energetici regionale" Revista electronică № 3(23) 2013 С. 73-78.

7. Энергетический аудит и энергетический менеджмент [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metallurgy.zp.ua/>

2018 г. Р.А. ЧЕРНЫЙ, канд.тех.наук ([roma.cherny@yandex.ru](mailto:roma.cherny@yandex.ru))

(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (Астрокосмический центр) (АКЦ ФИАН)