

DOI: 10.12737/22640

Косухин М.М., канд. техн. наук, проф.,  
Семак А.В., магистрант,  
Косухин А.М., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОАУДИТА\*

mkosuhin@mail.ru

Приведены данные исследований по энергосбережению и энергоэффективности жилых и общественных зданий с целью оценки потенциала энергосбережения на основе энергетического аудита. Показан характер потребления энергии и оценочные показатели потенциала энергосбережения в бюджетной сфере и жилищном секторе страны. На основании исследований и подсчетов различных специалистов установлено, что самый большой потенциал повышения энергоэффективности принадлежит жилищному фонду страны. Отмечено, что капитальный ремонт и реконструкция существующего жилищного фонда являются необходимым условием реализации мероприятий по энергосбережению. Отражены вопросы инвестиций, их виды и привлекательность для реализации энергосберегающих мероприятий и повышения энергетической эффективности.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, энергосбережение, жилищный фонд, капитальный ремонт, мероприятия по повышению энергетической эффективности, нормативно-правовая база в области энергосбережения, потенциал энергосбережения, жилые и общественные здания, реконструкция, энергопотребление, энергоёмкость, многоквартирные дома.

**Введение.** Энергосбережение это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии [1].

Согласно Федерального Закона № 261-ФЗ потенциал энергосбережения – это количество ТЭР, которое можно сберечь в результате реализации технически возможных и экономически оправданных мер, направленных на эффективное их использование и вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии при условии сохранения или снижения техногенного воздействия на окружающую и природную среду [1].

Конкретизируя определение «потенциал энергосбережения» для конечного потребителя ТЭР – организации, эксплуатирующей здания общественного назначения, или собственника жилого здания, предлагается определять потенциал энергосбережения как количество ТЭР, которое можно сэкономить в результате реализации технически возможных и экономически оправданных мер, направленных на их эффективное использование при условии соблюдения санитарных и нормативных показателей, установленных для того или иного вида зданий и сооружений.

В рассмотренных определениях потенциал энергосбережения оценивается в натуральных показателях. Потенциал энергосбережения жилого или общественного здания при его оценке в натуральных показателях измеряется по каждо-

му виду энергоресурса в соответствующих единицах (тепло – в Гкал, электроэнергия – в Квт и т.д.). Общий потенциал энергосбережения определяется как сумма потенциалов энергосбережения по каждому виду энергоресурса, приведенных к условному топливу. В России наиболее часто применяется единица т.у.т. – «тонна условного топлива». 1 т.у.т. по теплотворной способности примерно соответствует тонне каменного угля [2]. В ряде зарубежных стран чаще применяется «нефтяной эквивалент» тнэ – «тонна нефтяного эквивалента». Другие виды топлива с определенным коэффициентом пересчитываются в угольный или нефтяной эквивалент. Соотношение между этими двумя единицами, примерно, такое же, как между теплотворной способностью каменного угля и нефти: 1 т.у.т. соответствует примерно 0,7 тнэ. Потенциал энергосбережения, выраженный в натуральных показателях, называется техническим потенциалом.

**Методология.** Исследования проводились с использованием методологии системного подхода к проблеме энергосбережения, теории сравнительного анализа, математического и компьютерного моделирования, а также с применением методов классификации и аналогизирования.

**Основная часть.** В данной работе рассмотрен характер потребления энергии и оценочные показатели потенциала энергосбережения для бюджетной сферы и жилищного хозяйства Российской Федерации в целом. Профили энергопотребления этих двух секторов близки, однако объемы энергопотребления жилищным секто-

ром существенно превосходят объемы бюджетного сектора.

По подсчетам специалистов, в жилищном секторе существует самый большой потенциал повышения энергоэффективности в России. Технический потенциал снижения энергопотребления оценивается в 70,2 млн т.у.т. Наибольшая часть потенциальной экономии энергии может быть достигнута в результате мер по повышению энергоэффективности в системах отопления и горячего водоснабжения. Средняя энергоемкость систем отопления и горячего водоснабжения в российских жилых зданиях заметно превышает достижимые показатели. Так, средняя энергоемкость систем отопления в российских многоквартирных домах составляет 229 кВтч/м<sup>2</sup>/год, в то время как энергоемкость систем отопления в новых жилых домах в России составляет лишь 77 кВтч/м<sup>2</sup>/год тепловой энергии.

Капитальный ремонт и реконструкция существующих жилых зданий могут принести экономию в размере 30–60 % от потребления энергии, потребляемой на отопление. Технический потенциал повышения эффективности горячего водоснабжения составляет 17,4 млн т.у.т., что соответствует 35 % объема потребления в 2015 г. [3]. Приблизительно 12 % этой экономии может быть достигнуто за счет усовершенствования систем горячего водоснабжения: устройств регулирования температуры воды, повышения эффективности теплоизоляции труб системы горячего водоснабжения. Почти 40 % потенциальной экономии можно достичь через инвестиции на уровне отдельных квартир, например, в установку приборов учета потребления горячей воды.

Здания и сооружения бюджетной сферы также являются значительным потребителем энергоресурсов в России. По оценке Российских и зарубежных исследователей [4], на ее долю приходится приблизительно 9 % совокупного конечного потребления энергии в стране. По оценке ЦЭНЭФ большая часть потребления энергии в этом секторе приходится на отопление (приблизительно 60 %).

Общественные здания России имеют значительный технический потенциал энергосбережения. В системах отопления зданий бюджетной сферы он оценивается в среднем около 50 % совокупного потребления энергии в этом секторе по состоянию на конец 2015 г. Оценка потенциала была сделана методом сравнительного анализа с использованием современных нормативных показателей энергоэффективности и показателей наиболее эффективных бюджетных зданий, строящихся в России [5].

Технический потенциал энергосбережения в учреждениях здравоохранения составляет

60 %; опыт многих субъектов федерации показывает, что в образовательных учреждениях он составляет 80 %. Во многих российских школах системы освещения не модернизировались на протяжении 40–50 лет; повсеместно наблюдаемые «недотопы» и «перетопы», которые приводят к значительному перерасходу энергии.

Технический потенциал экономии электроэнергии в бюджетных зданиях приблизительно равен 42 % от уровня потребления 2014 г.

Реализация технического потенциала энергосбережения на уровне жилого или общественного здания, микрорайона, города, региона или страны в целом возможна только при наличии необходимых объемов инвестиций.

По мнению специалистов инвестиции возможно разделить на следующие группы:

- привлекательные для конечных потребителей ТЭР (коммерчески-эффективные);
- привлекательные для государства (экономически, бюджетно- и социально-эффективные инвестиции, которые, тем не менее, не обеспечивают привлекательного уровня доходности для конечного потребителя ТЭР).

К инвестициям, привлекательным для конечных потребителей ТЭР, относят капиталовложения, приводящие к экономии энергоресурсов и средств конечных потребителей-инвесторов (ТСЖ, домохозяйств или бюджетных организаций). Инвестиции называются привлекательными для конечных потребителей ТЭР, если стоимость экономии единицы энергии (например, кВт/ч) меньше стоимости приобретения дополнительной единицы энергии.

Инвестиции, привлекательные для государства, приводят к экономии энергоресурсов, но оказываются слишком затратными или обеспечивают слишком незначительную финансовую экономию за срок жизни инвестиционного проекта, чтобы быть привлекательными для конечных потребителей энергии, то есть для индивидуальных инвесторов они не выгодны.

Инвестиции можно рассматривать как привлекательные для государства, если стоимость экономии единицы энергии (например, 1 кВт/ч) меньше, чем затраты государства на строительство новой генерирующей мощности (например, 1 кВт) или чем величина упущенной выгоды для страны от экспорта единицы топлива – в зависимости от того, какое из этих значений больше.

На сегодня, по оценке Всемирного банка около 60 % технического потенциала в ЖКХ может быть реализовано через экономически целесообразные инвестиции, привлекательные для государства, и около 40 % – через инвестиции, привлекательные для конечных потребителей ТЭР при существующих внутренних ценах

на топливо. Большая часть инвестиций в повышение эффективности систем отопления и горячего водоснабжения также являются бюджетно и коммерчески эффективными (в соотношении примерно 67% на 30%). В бюджетном секторе по оценке исследователей приблизительно три четверти всего технического потенциала экономии электроэнергии могут быть реализованы через государственные инвестиции.

На основании изложенного, наряду с техническим потенциалом мероприятий по энергосбережению, важной представляется и оценка их инвестиционного потенциала, включая:

- потенциал инвестиций, привлекательных для конечных потребителей ТЭР, – потенциальный объем инвестиций, который можно привлечь от конечных потребителей (отражает коммерческую привлекательность технических мероприятий, направленных на реализацию технического потенциала, для конечных потребителей);

- потенциал инвестиций, привлекательных для государства, потенциальный объем государственных инвестиций (отражает уровень государственного интереса к конкретному проекту энергосбережения).

Данный подход выделяет экономический аспект потенциала энергосбережения и охватывает все его составляющие: коммерческую (коммерческий потенциал), бюджетную и социальную (социально-экономический потенциал).

Если мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности здания, коммерчески эффективны, становится возможным привлечение к их реализации в ходе капитального ремонта энергосервисной компании, с которой заключается энергосервисный договор. Энергосервисный договор – это один из наиболее эффективных подходов к энергохозяйствованию, который делает возможным для энергопотребителя внедрение энергосберегающих технологий без затрат (или с ограниченными затратами) собственных финансовых ресурсов, так как основную часть риска берет на себя энергосервисная компания, которая за свой счет реализует проект энергосбережения. Все затраты на проект затем возмещаются за счет полученной экономии энергоресурсов.

К сожалению, в настоящее время у бюджетных организаций полностью отсутствует интерес к реализации мероприятий по снижению потребления энергетических ресурсов. Причина отсутствия такой заинтересованности находится в плоскости бюджетного законодательства. Расчет объема денежных средств на оплату энергетических ресурсов осуществляется на основе нормативного объема потребления ресурсов для конкретного бюджетного учреждения и действую-

щих (планируемых) тарифов на электрическую и тепловую энергию. Нормативы энергопотребления для конкретного бюджетного учреждения рассчитываются, в том числе, и на основании данных о фактическом энергопотреблении бюджетного учреждения в предыдущие периоды. Соответственно, если бюджетным учреждением сокращено потребление энергетических ресурсов в результате проведения энергосберегающих мероприятий, то при расчете объема финансирования энергопотребления на планируемый период нормативы энергопотребления будут сокращены, соответственно объем финансирования расходов на энергопотребление уменьшится. Что касается жилищной сферы, то использование энергосервисных договоров в ней представляется оправданным и перспективным.

Оценка потенциала энергосбережения конечного потребителя ТЭР осуществляется в результате энергетического обследования (энергоаудита), под которым понимается сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте [1].

В соответствии со статьей 15 Федерального Закона № 261-ФЗ энергетическое обследование предусматривает достижение четырех основных целей:

- получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение показателей энергетической эффективности;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

По результатам энергетического обследования составляется энергетический паспорт, в котором должна содержаться следующая информация:

- об оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов;
- об объеме используемых энергетических ресурсов и о его изменении;
- о показателях энергетической эффективности;
- о величине потерь переданных энергетических ресурсов (для организаций,

осуществляющих передачу энергетических ресурсов);

- о потенциале энергосбережения, в том числе об оценке возможной экономии энергетических ресурсов в натуральном выражении;

- о перечне типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Проведение энергетического обследования является обязательным для следующих лиц:

- органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;

- организации с участием государства или муниципального образования;

- организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;

- организации, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, нефти и нефтепродуктов;

- организации, совокупные затраты которых на потребление природного газа, дизельного и иного топлива, мазута, тепловой энергии, угля, электрической энергии превышают десять миллионов рублей за календарный год;

- организации, проводящие мероприятия в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, финансируемые полностью или частично за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации, местных бюджетов [1].

Для бюджетных учреждений и жилых домов целями мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности являются:

- приведение зданий в соответствие санитарным требованиям (если таковые не соблюдены);

- приведение зданий в соответствие требованиям действующих нормативно-правовых документов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Оценка потенциала энергосбережения эксплуатируемых зданий производится на основе фактических (измеренных) характеристик объекта. С этой целью в ходе энергетического обследования решаются следующие задачи:

- определение потребления ресурса при фактических показателях режимов обеспечения производства или потребления за расчетный год;

- определение потребления ресурса при реализации мероприятия по энергосбережению за расчетный год;

- сравнение величины потребления ресурса за расчетный год до и после реализации мероприятия по энергосбережению.

При реализации одновременно нескольких мероприятий потенциал энергосбережения определяется от этих мероприятий в комплексе.

В результате энергоаудита разрабатываются мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности потребителя ТЭР, производится оценка потенциала энергосбережения и выполняется технико-экономическое обоснование указанных мероприятий [6,7]. Они должны лечь в основу программы повышения энергетической эффективности потребителя ТЭР, которая разрабатывается и выполняется во взаимодействии с выполнением планов и программ текущих и капитальных ремонтов эксплуатируемых зданий.

Структура контролирующих органов в сфере энергосбережения в Российской Федерации показана на рис. 1.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ И МУНИЦИПАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ**

Федеральный уровень	Региональный уровень	Муниципальный уровень
Уполномоченный федеральный орган (Минэнерго)	Профильный комитет правительства субъекта РФ	Профильный орган управления муниципального образования

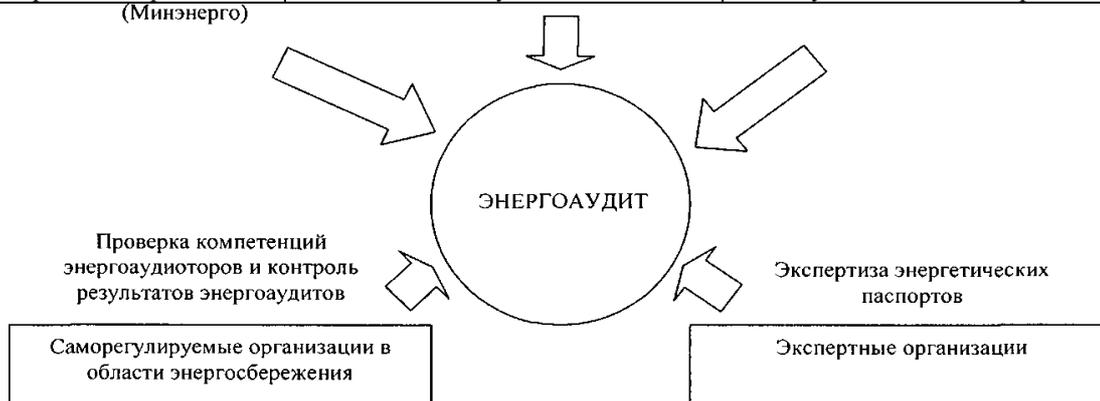


Рис. 1. Организация контроля за проведением энергоаудита в Российской Федерации

На основе результатов приведенного анализа предлагается алгоритм оценки потенциала энергосбережения здания и его реализации за счет капитального ремонта, представленный на рис. 2 [8].

Заключение энергосервисного договора, как показано на рис. 2, является лишь одним из

вариантов реализации энергосберегающих мероприятий. Такие мероприятия могут быть проведены также за счет собственника здания или профинансированы из нескольких источников.

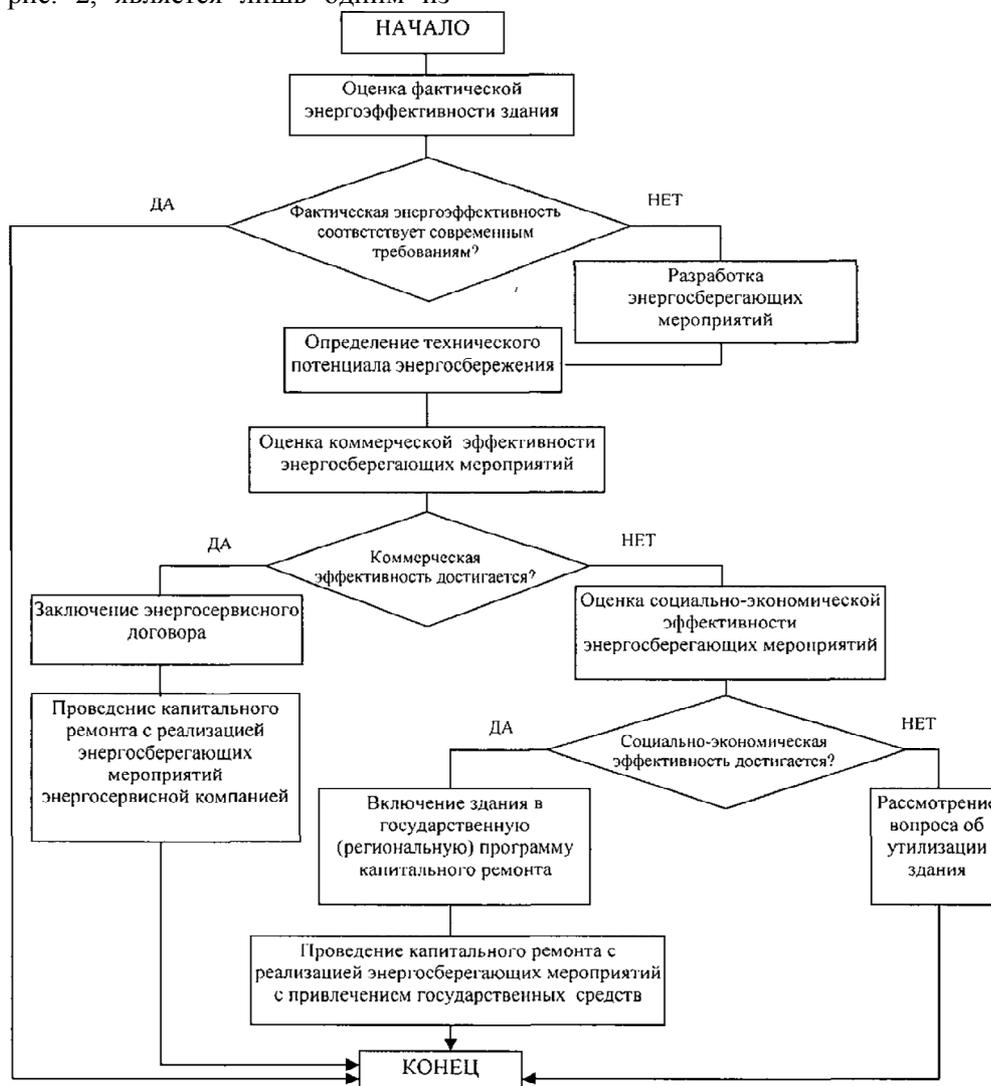


Рис. 2 Алгоритм оценки потенциала энергосбережения здания и его реализации за счет капитального ремонта

Таким образом, проведение энергоаудита является необходимым шагом для оценки потенциала энергосбережения, продиктованным современным обществом при проведении реконструкции и капитального ремонта зданий на основе энергосбережения.

*\*Статья подготовлена в рамках мероприятий Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 годы по проекту «Теплофизические аспекты расчетно-экспериментальной оценки энергетической эффективности ограждающих конструкций при эксплуатации и реконструкции гражданских зданий».*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 23.11.2009 г. №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Данилов Н.И., Пирогов А.Н. Энергоэффективность – новый вызов строительной отрасли // Руководитель строительной организации. 2010. №12.
3. Хохлов О.Б. Экономическое обоснование проектов и программы реновации жилищного фонда / Строительный комплекс:

экономика, управление, инвестиции. Межвузовский сборник научных трудов // СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2006. Вып. 6.

4. Смирнов Е.Б. Воспроизводство жилищного фонда крупного города в условиях формирования экономических отношений рыночного типа. СПб.: СПбГИЭУ, 1997.

5. Информационный бюллетень. Москва: Изд-во «Новости теплоснабжения». Выпуск № 1 (6) январь 2010.

6. Косухин М.М., Кузнецова Д.А., Петренко Е.Б. Потенциал энергосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве / Энергосбережение и экология в жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве

городов. Сб. статей Междунар. научн.-практ. конф. // Белгород: БГТУ им В.Г. Шухова, 2012. С. 75–79.

7. Косухин М.М., Косухин А.М., Шарапов О.Н., Богачева М.А. Вопросы энергосбережения в условиях устойчивого функционирования, модернизации и развития жилищного фонда // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород. 2016. №10. С. 51–61.

8. Шихалиев С.С. Повышение энергоэффективности капитального ремонта и реконструкции зданий на основе энергосбережения: дис.... канд. экон. наук. С-П. 2012. 140 с.

---

**Kosukhin M.M., Semak A.V., Kosukhin A.M.**

#### **EVALUATION OF ENERGY SAVING POTENTIAL ON THE BASIS OF ENERGY AUDIT**

*There were presented the findings of the research in energy saving and energy efficiency of public and residential buildings with the purpose of evaluating the energy saving potential on the basis of energy audit. There was demonstrated the nature of energy consumption and the evaluation figures of energy saving in state-financed sphere and housing sector of the country. On the basis of research and calculations of various specialists it was determined, that the highest potential of energy efficiency improvement belongs to the housing funds of the country. It was pointed out that capital repairs and reconstruction of the existing housing funds are the necessary condition of implementing the energy saving measures. The investment issues, their types and their attractiveness for energy saving measures and improving the energy efficiency are reflected.*

**Key words:** *energy efficiency, energy saving, housing funds, capital repairs, measures for energy efficiency improvement, normative legal base in the sphere of energy saving, energy saving potential, residential and public buildings, reconstruction, energy consumption, energy capacity, apartment buildings.*

---

**Косухин Михаил Михайлович**, кандидат технических наук, профессор кафедры строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mkosuhin@mail.ru

**Семак Александр Викторович**, магистрант кафедры строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: alex-07061980@yandex.ru

**Косухин Андрей Михайлович**, аспирант кафедры строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: andrey.shik@mail.ru