

Научная статья

УДК 332.145

DOI: 10.18384/2949-5024-2026-2-107-121

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ РАЗВИТИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ГОРОДОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА СМОЛЕНСКА)

Щербакова С. А.^{1,2*}, Ильин М. А.³

¹ Смоленский государственный университет, г. Смоленск, Российская Федерация

² Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Российская Федерация

³ Смоленский филиал РЭУ им. Г. В. Плеханова, г. Смоленск, Российская Федерация

*Корреспондирующий автор: e-mail: sollos@mail.ru

Поступила в редакцию 30.09.2026

После доработки 19.10.2026

Принята к публикации 05.11.2026

Аннотация

Цель. Выявить возможности и ограничения внедрения энергоэффективных технологий для улучшения городской инфраструктуры города Смоленска.

Процедура и методы. Методология определена комплексным использованием общенаучных методов, качественных и количественных методов исследования, а также контент-анализом.

Результаты. В исследовании дана характеристика городского хозяйства Смоленска, изучены возможности внедрения энергосберегающих технологий в различных сегментах городской инфраструктуры. Приведены направления и мероприятия, направленные на снижение энергопотребления, уменьшение затрат на коммунальные услуги и улучшение экологической обстановки в городе.

Теоретическая и/или практическая значимость. Практическая значимость работы связана с возможностью использования её результатов для разработки городской стратегии по энергосбережению и внедрению энергоэффективных технологий, созданию образовательных программ и курсов повышения квалификации для специалистов в области энергоэффективности, а также для проведения информационных кампаний, направленных на формирование у населения культуры энергосбережения и ответственного отношения к использованию энергетических ресурсов.

Ключевые слова: энергоэффективные технологии, энергосберегающие технологии, городское хозяйство, городская инфраструктура, город Смоленск

Для цитирования:

Щербакова С. А., Ильин М. А. Энергоэффективные технологии как ключевой элемент развития и модернизации городов в Центральной России (на примере города Смоленска) // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. 2026. № 2. С. 107–121. <https://doi.org/10.18384/2949-5024-2026-2-107-121>

Original research article

ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES AS A KEY ELEMENT OF URBAN DEVELOPMENT AND MODERNIZATION IN CENTRAL RUSSIA (USING THE EXAMPLE OF THE CITY OF SMOLENSK)

S. Shcherbakova^{1,2*}, M. Ilyin³

¹ Smolensk State University, Smolensk, Russian Federation

² Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

³ Plekhanov Russian University of Economics (Smolensk Branch), Smolensk, Russian Federation

*Corresponding author, e-mail: sollos@mail.ru

Received by the editorial office 30.09.2026

Revised by the author 19.10.2026

Accepted for publication 05.11.2026

Abstract

Aim. To identify the opportunities and limitations of the introduction of energy-efficient technologies to improve the urban infrastructure of the city of Smolensk.

Methodology. The methodology is defined by the integrated use of general scientific methods, qualitative and quantitative research methods, as well as content analysis.

Results. The study describes the urban economy of Smolensk, examines the possibilities of introducing energy-saving technologies in various segments of urban infrastructure. The directions and measures aimed at reducing energy consumption, reducing utility costs and improving the environmental situation in the city are given.

Research implications. The practical significance of the work is related to the possibility of using its results to develop an urban strategy for energy conservation and the introduction of energy-efficient technologies, to create educational programs and advanced training courses for energy efficiency specialists, as well as to conduct information campaigns aimed at fostering a culture of energy conservation and responsible attitude towards the use of energy resources among the population.

Keywords: energy-efficient technologies, energy-saving technologies, urban economy, urban infrastructure, the city of Smolensk

For citation: Shcherbakova, S. A. & Ilyin, M. A. (2026). Energy-efficient technologies as a key element of urban development and modernization in Central Russia (using the example of the city of Smolensk). . In: *Bulletin of Federal State University of Education. Series: Economics*, 2, 107–121. <https://doi.org/10.18384/2949-5024-2026-2-107-121>

Введение

На сегодняшний день можно отметить недостаточную активность внедрения инновационных экономических решений в вопросах повышения энергетической эффективности в городах Центральной России (за исключением столицы), хотя национальные разработки в этой области достигли значительных успехов. Тем не менее существующие подходы не всегда соответствуют разнообразным требованиям и запросам отдельных городов, тогда как финансовые и управленческие препятствия ограничивают их массовое внедрение.

В городе Смоленске как в типичном крупном городе Центрального федерального округа (ЦФО) с населением 310645 чел. ситуация осложняется из-за устаревших коммунальных сетей, низкой информированности горожан и отсутствия единой городской стратегии по экономии энергии.

Актуальность темы подкреплена национальным повышением значимости проблем экономии энергии, технологического прогресса и экологичного отношения к окружающей среде¹.

Вопрос повышения энергетической эффективности становится ключевым для городов Центральной России, особенно в связи с необходимостью технологического обновления городского инфраструктурного комплекса². Исследование фокусируется на Смоленске, типичном примере областных центров, столкнувшихся с проблемами чрезмерного потребления энергии, устаревших инфраструктурных систем и низкой эффективности использования ресурсов городских зданий и сооружений.

Особенности и значимость энергоэффективных технологий в современном городе Центральной России

Российская Федерация представляет из себя сложную систему административно-территориальных единиц. Центральный федеральный округ сложен по своей структуре и своеобразен по своим климатическим особенностям.

Для нашего исследования очень важна климатическая составляющая ЦФО, т. к. погодные условия влияют на усиленное потребление или умеренное потребление ресурсов города. Центральная Россия расположена в западной части Восточно-Европейской равнины, в ней преобладает равнинный рельеф. Климат умеренный, умеренно-континентальный, с относительно мягкой зимой и тёплым летом. Количество осадков: от 400 до 600 мм, средние температуры января: -10...-12, -12°C, июля: +17°...+18°C. На юго-востоке округа бывают засухи, а северо-восточная часть переувлажнена и заболочена [1, с. 41].

Закономерность использования энергоэффективных технологий в городской среде прямо пропорциональна с климатическим состоянием региона. Холодной зимой происходит увеличение температуры теплоносителей в домах. Летом при жаркой погоде наблюдается высокое потребление электричества (кондиционеры, вентиляторы, сплит-системы и т. п.). В смежных периодах года такая же ситуация, только распределение потребляемых ресурсов идёт относительно того, к какому времени года будет приближено (лето или зима)³.

На государственном уровне определяется понятие «энергоэффективность» – рациональное снижение (оптимизация) энергетических ресурсов. В свою очередь, энергоэффективные технологии представляют из себя процессы, сокращающие использование энергетических ресурсов и материалов⁴.

¹ Постановление Правительства РФ от 09 июня 2020 г. № 1523-р. «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года» [Электронный ресурс]: официальный сайт Правительства Российской Федерации. URL: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf> (дата обращения: 21.08.2025).

² Федеральный закон от 23.11.2009 (ред. от 20.03.2025) № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс] // СПС ГАРАНТ: [сайт]. URL: <https://base.garant.ru/12171109/> (дата обращения: 21.08.2025).

³ Климова Г. Н. Электрические системы и сети. Энергосбережение: учеб. пособие. М.: Юрайт, 2025. С. 10.

⁴ Постановление Правительства РФ от 09 сентября 2023 г. № 1473 «Об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» [Электронный ресурс] // СПС ГАРАНТ: [сайт]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407532842/> (дата обращения: 21.08.2025).

Основные энергоэффективные технологии могут быть использованы в современных реалиях городского хозяйства (рис. 1).

Жилищно-коммунальное хозяйство включает в себя системы теплоснабжения, водоснабжения, водоотведения, электроснабжения, уличное освещение, а также жилые и общественные здания и является ключевым сектором для реализации энергосберегающих мероприятий

Частное домостроение включает в себя использование энергоэффективных строительных материалов, применение альтернативных источников энергии (солнечные панели, тепловые насосы), установку современных систем отопления и вентиляции с рекуперацией тепла, а также использование интеллектуальных систем управления энергопотреблением для оптимизации расхода ресурсов

Производство включает в себя оптимизацию технологических процессов для снижения энергоёмкости продукции, использование энергоэффективного оборудования и систем управления, рекуперацию тепла и вторичное использование энергетических ресурсов, а также переход на более экологичные источники энергии и сырья

Рис. 1. / Fig. 1. Сектора городского хозяйства, где могут применяться энергоэффективные технологии / Urban sectors where energy-efficient technologies can be applied

Источник: составлено авторами по: Данилов Н. И., Щелоков Я. М. Основы энергосбережения: учеб. Екатеринбург: Уральский рабочий, 2008. С. 12

В городских условиях система жизнеобеспечения города, включая жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), занимает ключевое место среди крупных потребителей электроэнергии в городе.

В сфере ЖКХ внедрение энергосберегающих технологий является ключевым фактором повышения эффективности использования ресурсов и улучшения качества жизни населения. Для достижения этой цели необходимо комплексное внедрение следующих приоритетных энергоэффективных и энергосберегающих технологий и форматов⁵:

- теплоизоляция и оконные конструкции: использование энергоэффективных изоляционных покрытий для опорных элементов сооружений позволяет существенно снизить теплопотери, сокращая расходы на отопление зимой и кондиционирование в жаркие месяцы;
- модернизация систем теплоснабжения и водоснабжения: обновление сетей центрального отопления и горячего водоснабжения с использованием экономичных решений, а также внедрение автоматизированного комплекса управления теплоснабжением, позволяющего экономить электроэнергию;
- энергоэффективная вентиляция: система вентиляции с рекуперацией тепла позволяет использовать тепло удаляемого воздуха для предварительного нагрева приточного воздуха, что значительно снижает расходы на обогрев помещений;
- использование возобновляемых источников энергии: установка солнечных тепловых панелей позволяет эффективно подогревать воду, сокращая расходы на электроэнергию и газ;
- энергоэффективное освещение: применение светодиодных светильников позволяет значительно экономить электроэнергию, они обладают повышенным сроком службы и производятся из экологически чистых материалов, пригодных для вторичной переработки;

⁵ Данилов Н. И., Щелоков Я. М. Основы энергосбережения: учеб. Екатеринбург: Уральский рабочий, 2008. С. 22.

- учёт и контроль ресурсов: установка приборов учёта водных и газовых ресурсов стимулирует жителей к более осознанному и экономичному их использованию;
- вторичное использование ресурсов: внедрение системы вторичного водоснабжения, включающей переработку и очистку канализационных отходов для таких целей, как мойка дорог и орошение зелёных насаждений, способствует снижению потребления свежей воды.

- «умный дом»: устройство интеллектуального жилья облегчает повседневные задачи и автоматизирует процессы управления ресурсами внутри помещений.

Таким образом, внедрение энергосберегающих решений в жилищно-коммунальном секторе необходимо для формирования стабильного и уютного городского пространства. Интеграция государственной помощи, повышение информированности населения, развитие рыночной инфраструктуры и усовершенствование законодательной системы способствует преодолению текущих препятствий и активизации широкого внедрения энергосберегающих решений в сфере жилищного хозяйства⁶.

Далее мы рассмотрим применение энергоэффективных технологий в частных домохозяйствах. Обратим внимание на два аспекта.

Первый аспект – уменьшение потребления энергии в частных домах, улучшение условий жизни и экономия средств на коммунальных платежах.

В частном домохозяйстве существует множество возможностей для повышения энергоэффективности и сокращения потребления ресурсов. Внедрение соответствующих технологий позволяет не только снизить расходы на коммунальные услуги, но и повысить комфорт проживания и внести вклад в сохранение окружающей среды.

К числу типичных энергоэффективных технологий, которые могут успешно применяться в частных домах, относятся следующие⁷ [2, с. 34]:

- изоляция строительных конструкций: эффективная изоляция фасадов, кровли и пола позволяет значительно уменьшить потери тепла, обеспечивая экономию средств на обогрев помещений в холодное время года и кондиционирование в жаркое;
- энергоэффективные оконно-дверные системы: установка современных оконных и дверных систем с высокими теплоизоляционными характеристиками предотвращает потери тепла и возникновение сквозняков, создавая комфортный микроклимат в доме;
- современные системы отопления и вентиляции: использование энергоэффективных печей, тепловых насосов и климатических устройств с повышенной производительностью позволяет снизить энергопотребление при обогреве и вентиляции помещений;
- энергосберегающее освещение: переход на светодиодное освещение значительно снижает потребление электроэнергии для освещения, а также увеличивает срок службы осветительных приборов;
- интеллектуальные системы управления энергопотреблением: внедрение интеллектуальных технологий контроля энергопотребления позволяет автоматически корректировать параметры микроклимата, освещения и работы бытовой техники в соответствии со временем суток и загруженностью помещений, оптимизируя потребление ресурсов;

⁶ Сибикин М. Ю., Сибикин Ю. Д. Технология энергосбережения: учеб. М.: Форум – ИНФРА-М, 2006. С. 56.

⁷ Смородин С. Н., Белоусов В. Н., Лакомкин В. Ю. Методы энергосбережения в энергетических, технологических установках строительстве: учеб. пособие. СПб.: СПбГТУРП, 2014. С. 12.

- использование возобновляемых источников энергии: установка солнечных панелей и тепловых коллекторов обеспечивает выработку собственной электроэнергии и горячей воды, снижая зависимость от централизованных сетей и сокращая расходы на коммунальные услуги;

- эффективные водонагреватели: использование современных водонагревателей с высоким КПД позволяет сократить расходы на нагрев воды для бытовых нужд;

- системы учёта и мониторинга энергопотребления: установка систем учёта и мониторинга позволяет отслеживать потребление энергии и выявлять нерентабельные участки, что необходимо для разработки и реализации мер по оптимизации энергопотребления.

Мы рассмотрели первый аспект применения энергоэффективных технологий в частном домостроении, сосредоточившись на отдельном жилище и индивидуальных преимуществах для домовладельца. Однако не менее важным является второй аспект – внедрение энергоэффективных технологий в частном домостроении как более глобальное направление, затрагивающее оптимизацию энергопотребления в масштабах города, повышение устойчивости городской среды и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Применение энергоэффективных технологий в рамках производства обращает наше внимание на то, что промышленные предприятия являются неотъемлемыми элементами городского комплекса, а не обособленными единицами. Они тесно связаны с городской инфраструктурой и оказывают значительное влияние на её функционирование.

Проанализируем производственные процессы, в которых возможно значительное снижение энергопотребления [3, с. 75]:

I. Уменьшение потребления энергии в рамках производственных операций:

- а) модернизация оборудования: замена устаревшего оборудования с низкой энергоэффективностью на современные машины с более высокой производительностью позволяет значительно снизить потребление электроэнергии и уменьшить нагрузку на городскую энергосистему;

- б) оптимизация производственных процессов: внедрение системы повторного использования воды в процессе охлаждения оборудования сокращает потребление водопроводной воды из городской системы, а также уменьшает объём сточных вод, поступающих в городскую систему очистки;

- в) автоматизация и управление процессами: применение автоматизированных систем контроля освещения в промышленных цехах позволяет снизить расход электроэнергии за счёт регулирования освещённости в зависимости от времени суток и наличия естественного освещения, что облегчает работу городских электросетей и снижает вероятность перегрузок.

II. Утилизация вторичных энергетических ресурсов (ВЭР):

- а) рекуперация тепла: использование энергии отработанных газов для предварительного нагрева жидкости в тепловом центре завода позволяет снизить потребление тепловой энергии, поступающей из городской сети центрального отопления;

- б) когенерация и тригенерация: создание комбинированной энергетической системы, использующей природный газ или другие виды топлива для одновременной выработки электрической и тепловой энергии (когенерация), а также холода (тригенерация), позволяет снизить нагрузку на городскую электрическую инфраструктуру и централизованные тепловые сети, а также повысить общую эффективность использования энергии.

III. Применение альтернативных энергетических ресурсов (АЭР)⁸:

а) солнечные панели (монтаж фотоэлектрических модулей на кровле промышленного объекта для генерации электричества) уменьшают использование электричества от централизованной сети и способствуют частичному возмещению расходов на электрическую энергию;

б) ветрогенераторы (монтаж компактного ветрового агрегата на промышленной площадке для выработки электрической энергии) уменьшают потребность в подключении к общегородской энергетической системе.

IV. Оптимизация управления цепочками поставок и транспортных процессов (логистика):

а) сокращение транспортных издержек: оптимизация маршрутов транспортировки материалов и готовой продукции позволяет снизить нагрузку на городскую транспортную систему, сократить количество вредных выбросов и уменьшить вероятность образования заторов на дорогах;

б) использование экологичного транспорта: внедрение электромобилей и гибридных транспортных средств для перевозки грузов способствует сокращению выбросов вредных веществ и улучшению качества воздуха в городе.

V. Сокращение объёмов отходов и повторное использование ресурсов:

а) внедрение методов замкнутого цикла производства: использование побочных продуктов производства в качестве сырья для вторичных процессов снижает нагрузку на городские службы по переработке отходов и уменьшает загрязнение окружающей среды;

б) восстановление и вторичное использование ресурсов: создание инфраструктуры для сбора и переработки отходов непосредственно на производственном предприятии позволяет снизить потребление природных ресурсов и уменьшить объём отходов, поступающих на городские свалки.

Внедрение инновационных энергосберегающих решений в производственные процессы играет ключевую роль в формировании экологически устойчивого городского пространства. Это способствует снижению нагрузки на городские ресурсы, улучшению экологической обстановки, повышению экономической конкурентоспособности предприятий и созданию благоприятной и безопасной среды обитания для горожан.

Анализ формирования энергоэффективной инфраструктуры в городе Смоленске

Город Смоленск, основанный в 863 г., входит в число древнейших городов в Центральной России. Город, расположенный на западных границах государства, занимает территорию 166 кв. км. Население по состоянию на 1 января 2024 г. составило 310645 чел. Смоленск административно разделён на три района: Заднепровский, Ленинский и Промышленный⁹.

Система городского хозяйства в Смоленске характеризуется многообразием компонентов, включая более чем 100 предприятий промышленности, охватывающих такие направления, как производство машин, продуктов питания, товаров химической, лёгкой промышленности. Образовательная система включает более 1230 учреждений различного уровня, начиная от вузов и колледжей и заканчивая общеобразовательными школами и детскими садами. Всего насчитывается 230 ме-

⁸ Велькин В. И. Возобновляемая энергетика и энергосбережение: учеб. Екатеринбург: УрФУ, 2020. С. 156.

⁹ Администрация города Смоленска [Электронный ресурс]: официальный сайт. URL: <https://www.smoladmin.ru/> (дата обращения: 21.08.2025).

дицинских заведений: больницы, амбулаторные пункты и специализированные центры. В состав торговой инфраструктуры входят примерно 12 млн кв. м торговых зон, включая крупные торговые комплексы, розничные точки и рынки. Общая длина дорожной инфраструктуры местных автодорог составляет 391,6 км, тогда как количество единиц подвижного состава общественного транспорта достигает более 72 единиц техники. В городе функционируют 56 организаций жилищно-хозяйства, обеспечивающих обслуживание жилого фонда, включающего 2729 многоэтажных зданий и 52 072 индивидуальных жилых единиц¹⁰.

Среди городов Центральной России Смоленск выделяется благодаря уникальному историческому наследию, неповторимому архитектурному стилю и выгодной географии, существенно влияющей на транспортную сеть региона. Город находится в межстоличном пространстве двух государств: Российской Федерации и Республики Беларусь (Москва – Минск).

В последние годы в Смоленске наблюдается медленное внедрение энергосберегающих технологий в различных отраслях городского хозяйства. Эти мероприятия направлены на снижение энергопотребления, уменьшение затрат на коммунальные услуги и улучшение экологической обстановки в городе.

Модернизация инфраструктуры уличного освещения выделяется среди приоритетных задач города. В рамках местных инициатив и крупных инвестиций осуществляется модернизация уличного освещения и светильников в общественных зданиях путём перехода от традиционных ламп к энергоэффективным светодиодам. Светодиодные светильники демонстрируют заметную экономию энергии, длительный срок службы и превосходные параметры освещённости по сравнению с классическими источниками света. Это значительно сокращает расходы на электроэнергию и техническое обслуживание.

В городских жилых районах, особенно в новых микрорайонах, таких как Соловьиная роща, реализуются инициативы, направленные на повышение энергоэффективности многоэтажных зданий. Одним из приоритетных направлений является изоляция наружных стен зданий. Внедрение передовых изоляционных технологий сокращает потери тепла через стены, тем самым уменьшая расходы на обогрев зимой и охлаждение летом. В процессе модернизации фасадов одновременно устанавливаются новые окна и двери с многослойными стеклопакетами и современными уплотнителями для повышения энергоэффективности. Это помогает уменьшить потери тепла и улучшить условия жизни. В некоторых жилых зданиях рассматриваемых районов устанавливаются индивидуальные тепловые пункты (ИТП) и автоматизированная система контроля отопления. Система ИТП обеспечивает адаптацию температуры теплоносителя к погодным условиям и требованиям жильцов, одновременно отслеживая тепловые затраты. Эколифты всё активнее внедряются в современные жилые комплексы города, например, в строящийся ЖК «Океан» в Ленинском районе. Лифты оснащены механизмом рекуперации энергии во время замедления, который возвращает часть электроэнергии в электросеть и снижает общий расход энергии устройством¹¹.

В городских заведениях, медицинских центрах и офисных структурах Смоленска активно внедряются современные технологии обогрева, проветривания и регулирования температуры, в частности, в здании Областной клинической больницы,

¹⁰ Администрация города Смоленска [Электронный ресурс]: официальный сайт. URL: <https://www.smoladmin.ru/> (дата обращения: 21.08.2025).

¹¹ Там же.

также планируется в новом межвузовском кампусе, который будет построен в центре города к 2030 г.

Включение в городские проекты реконструкции или строительства современных высокоэффективных котлов, вентиляционных устройств и кондиционеров с низким энергопотреблением, а также автоматизированных систем контроля климата является ключевым аспектом. В ряде учреждений Ленинского района рассматривается вопрос о внедрении солнечных устройств для обеспечения горячей водой. Использование солнечных панелей для подогрева воды помогает сократить расходы на электроэнергию или газ, необходимые для обеспечения горячей водой.

В транспортной отрасли активизируются действия, направленные на сокращение использования привычных источников энергии. В будущем планируется расширить сферу применения электротранспорта. Внедрение электрических автобусов и развитие сети зарядных станций существенно снизит загрязнение воздуха и уровень шума в городской среде. Так, горадминистрацией планируется разработка «Концепции развития городского электротранспорта», в рамках которой к 2030 г. количество троллейбусных маршрутов должно вырасти до семи (сейчас насчитывается четыре маршрута).

В области водоснабжения и водоотведения проводятся мероприятия по минимизации утечек жидкости и экономии энергии. Проходит реконструкция Верхне-Ясенного водозабора в рамках федерального проекта «Чистая вода», устанавливаются экономичные насосные агрегаты. Новые модели насосов обеспечивают повышенную эффективность работы и способствуют снижению энергозатрат при транспортировке водных ресурсов. В рамках обновления предусмотрены замена повреждённых сегментов трубопровода, установка приборов контроля давления и объёма жидкости, а также регулярные проверки на предмет обнаружения протечек.

Для более глубокого понимания эффективности внедрения энергосберегающих технологий в Смоленске необходимо провести анализ текущего состояния по ключевым секторам городского хозяйства: освещение, жилищный фонд, общественные здания, транспорт и водоснабжение/водоотведение.

Заметна модернизация уличного освещения. Так, в городе было заменено 1264 лампы накаливания на светодиодные светильники, что позволило охватить 30 км улиц.

Жилищный фонд: за последние три года было утеплено 100 тыс. кв. м фасадов, заменено 7 тыс. окон, установлено 43 индивидуальных тепловых пункта в многоквартирных домах¹².

Общественные здания: в 10 школах города внедрены современные системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, в одной больнице установлены солнечные коллекторы для горячего водоснабжения.

Транспорт: в настоящее время 23 автобуса в городском парке переведены на газомоторное топливо. Проведена оптимизация маршрутов общественного транспорта, что позволило сократить время ожидания и повысить эффективность использования транспортных средств.

Водоснабжение и водоотведение: на водозаборных станциях установлено два энергоэффективных насоса, заменено 78 км изношенных трубопроводов.

Далее перейдём к оценке достигнутых результатов реализации этих мер, включая снижение энергопотребления, экономию средств и положительный экологический эффект:

¹² Там же.

- замена ламп на светодиодные в уличном освещении привела к снижению энергопотребления на 5%. Внедрение индивидуальных тепловых пунктов в жилых домах позволило снизить потребление тепла на 3,6%;

- благодаря внедрению энергосберегающих мероприятий, городской бюджет смог сэкономить чуть больше 10 млн руб. в год на оплате коммунальных услуг. Установка солнечных коллекторов позволила снизить затраты на горячее водоснабжение на 0,1%;

- внедрение энергосберегающих технологий позволило сократить выбросы CO₂ в атмосферу на 2 тонны в год. Перевод общественного транспорта на газомоторное топливо привёл к сокращению выбросов вредных веществ на 2%¹³.

Таким образом, ограниченное финансирование из городского бюджета сдерживает темпы модернизации уличного освещения, а недостаточная привлекательность энергосберегающих проектов для частных инвесторов затрудняет привлечение внебюджетных средств.

Кроме того, сложная процедура согласования проектов по утеплению фасадов зданий приводит к затягиванию сроков их реализации, а отсутствие чётких правил учёта и стимулирования энергосбережения не мотивирует предприятия внедрять энергоэффективные технологии.

Усугубляет ситуацию устаревшая инфраструктура систем теплоснабжения, которая затрудняет внедрение современных технологий регулирования потребления тепла. К этому добавляется нехватка квалифицированных специалистов по монтажу и обслуживанию энергоэффективного оборудования, что также сдерживает темпы реализации проектов, а также недостаток специалистов, разрабатывающих стратегию развития энергосбережения в городе.

Важным элементом нормативно-правового обеспечения энергосбережения являются региональные и городские программы, устанавливающие цели, задачи и направления деятельности в данной сфере [4, с. 1312].

Так, в Смоленской области, в т. ч. в городе Смоленске, действует Закон Смоленской области от 30.05.2013 № 47-з «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности на территории Смоленской области» (в ред. от 06.07.2023)¹⁴. Документ направлен на снижение энергоёмкости региональной экономики и повышение энергоэффективности бюджетной сферы. Основными направлениями деятельности являются: модернизация систем теплоснабжения, уличного освещения и внедрение энергоэффективных технологий в строительстве.

В заключение рассмотрения технических аспектов необходимо охарактеризовать показатели до интеграции и после интеграции энергосберегающих технологий по отраслям в Смоленске (табл. 1).

В итоге необходимо отметить, что помимо внедрения технологических решений, важную роль в повышении эффективности использования электроэнергии и энергетических ресурсов в Смоленске играют организационные и управленческие меры. Эти меры направлены на создание благоприятной среды для энергосбережения, повышение ответственности за энергопотребление и стимулирование энергоэффективного поведения.

¹³ Администрация города Смоленска [Электронный ресурс]: официальный сайт. URL: <https://www.smoladmin.ru/> (дата обращения: 21.08.2025).

¹⁴ Закон Смоленской области от 30.05.2013 № 47-з «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности на территории Смоленской области» [Электронный ресурс] // СПС ЭФПНТ: [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/494106875> (дата обращения: 21.08.2025).

Таблица 1 / Table 1

Основные показатели до интеграции и после интеграции энергосберегающих технологий в городе Смоленске / Key indicators before and after the integration of energy-saving technologies in the city of Smolensk

Технология	Показатель	До внедрения (условно)	После внедрения (условно)	Изменение
1. Теплоизоляция фасадов (жилые дома)				
Затраты на отопление (в год)	Рублей на дом	50000	35000	-15000 (-30%)
Снижение теплопотерь	%	30%	10%	-20%
Инвестиции (на дом)	Рублей	0	300000	+300000
Срок окупаемости	Лет	-	10	
2. Замена уличного освещения (светодиоды)				
Потребление электроэнергии (в год)	кВт*ч (на один светильник)	1000	400	-600 (-60%)
Затраты на электроэнергию (в год)	Рублей (на один светильник)	5000	2,000	-3000 (-60%)
Инвестиции (на один светильник)	Рублей	0	1,500	+1500
Срок окупаемости	Лет	-	3	
3. Модернизация систем теплоснабжения (котельные)				
КПД котельной	%	70%	90%	+20%
Расходы на топливо (в год)	Рублей	1000000	800000	-200000 (-20%)
Инвестиции	Рублей	0	5000000	+5000000
Срок окупаемости	Лет	-	25	
4. Энергоэффективный общественный транспорт				
Затраты на топливо (в год на 1 автобус)	Рублей	1500000	500000	-1000000 (-67%)
Выбросы CO ₂ (в год на 1 автобус)	кг	10000	2,000	-8000 (-80%)
Инвестиции (стоимость электробуса)	Рублей	0	20000000	+20000000
Срок окупаемости	Лет	-	10	

Источник: составлено авторами

Для успешной реализации поставленных задач и для достижения долгосрочных целей в области энергосбережения необходимо разработать долгосрочную стратегию, которая определит приоритеты и задачи на период 10–15 лет. Стратегия должна учитывать особенности Смоленска, его экономический потенциал и экологические проблемы, а также предусматривать конкретные мероприятия по повышению энергоэффективности в различных секторах городского хозяйства¹⁵.

Одной из важных составляющих этой стратегии должно стать повышение энергоэффективности общественных зданий и учреждений (школы, больницы, административные здания) [5, с. 70]. Повышение их энергоэффективности позволит значительно сократить расходы на коммунальные услуги и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Для этого необходимо:

- проведение энергоаудита: оценка текущего состояния энергопотребления зданий и выявление возможностей для его снижения;
- разработка планов мероприятий: составление планов мероприятий по повышению энергоэффективности зданий, включая установку энергоэффективного оборудования, утепление фасадов, замену окон и дверей, а также внедрение систем автоматического управления микроклиматом;
- внедрение систем энергоменеджмента: создание систем мониторинга и контроля энергопотребления зданий, а также разработка мер по стимулированию энергосбережения;
- обучение персонала: проведение обучения персонала правилам эксплуатации энергоэффективного оборудования и мерам по энергосбережению;
- повышение энергоэффективности общественных зданий позволит не только сократить расходы на коммунальные услуги, но и создать комфортные условия для работы и обучения, а также улучшить имидж города.

Успешная реализация программ по энергосбережению требует не только наличия соответствующих технологий и организационных мер, но и обучения и повышения квалификации специалистов в области энергосбережения. Для успешной реализации программ по энергосбережению необходимы квалифицированные специалисты, обладающие знаниями и навыками в области энергоэффективных технологий и энергоменеджмента.

В дополнение к подготовке кадров важным фактором является создание стимулов для населения и бизнеса (субсидии, налоговые льготы).

Чтобы поощрять экономию энергии, следует разработать программу бонусов для граждан и предприятий. Возможные меры включают финансирование покупки и монтажа устройств повышенной энергетической эффективности, включая солнечную энергию, системы отопления по принципу теплонасоса, оконные и дверные конструкции с низким уровнем потерь тепла. Необходимо предлагать предприятиям, занимающимся энергоэффективными инициативами, налоговые преимущества и доступ к субсидированным займам для их поддержки.

Понимание населением возможностей экономии энергии играет ключевую роль в формировании ответственного подхода к использованию ресурсов и повышению эффективности потребления. Важно организовать просветительские акции через медиа, акцентируя внимание граждан на вопросах экономии энергии. Только путём активного повышения уровня знаний у горожан удастся трансформировать устоявшиеся представления об использовании энергии и поощрять рациональные подходы к её потреблению, что существенно повлияет на общую эффективность энергосберегающих мер в мегаполисе.

¹⁵ Аполлонский С. М. Энергосберегающие технологии в энергетике: учеб. СПб.: Лань, 2022. С. 85

Исследование показало наличие инициатив в Смоленске относительно внедрения энергоэффективных решений в некоторые городские отрасли. В сфере освещения наблюдается значительный сдвиг благодаря широкому внедрению современных светодиодных устройств вместо старых лампочек; параллельно идёт модернизация жилых зданий через теплоизоляцию внешних стен и установку автономных отопительных узлов. Несмотря на позитивные сдвиги, потенциал для улучшения энергетической эффективности остаётся значительным. Обнаружены вопросы, включая недостаток бюджетных средств, трудности привлечения частного капитала, потребность в усовершенствовании законодательства и дефицит опытных специалистов. Анализ экономической эффективности продемонстрировал преимущества использования энергосберегающих инноваций, таких как уменьшение расходов на энергетические ресурсы, уменьшение уровня выбросов углекислого газа и повышение экологичности окружающей среды.

Заключение

Подводя итоги проделанного исследования, определим конкретные рекомендации по внедрению энергосберегающих технологий в инфраструктуру города Смоленска.

В контексте высокой энергетической нагрузки и большого потенциала экономии ресурсов в жилищном секторе Смоленска, аналогичного многим другим городам в Центральной России, ключевым направлением выступает улучшение энергоэффективности жилых помещений. Для достижения данной цели предлагается внедрить набор действий, сосредоточенных главным образом на утеплении внешних стен зданий, что обеспечит значительное уменьшение потери тепла зимой и, соответственно, уменьшит затраты на обогрев, если будут применены современные материалы с высокой энергетической эффективностью. Действия рекомендуются дополнить завершением внедрения интеллектуальных систем контроля за потреблением энергии наряду с изоляцией внешних стен и другими экономичными шагами.

Чтобы добиться наилучших результатов в экономии энергии в жилом сегменте, необходимо применить интегрированный подход, включающий разнообразные инструменты и охваченный всеми аспектами потребления ресурсов. Стоит изучить вопрос о выделении средств гражданам для реализации проектов по повышению энергетической эффективности жилищного фонда, включая изоляцию внешних стен, обновление оконных конструкций и внедрение автономных теплоснабжающих устройств.

Влияние транспортного сектора на уровень потребления энергии и состояние экологии в Смоленске настолько велико, что требует внедрения эффективных мер для улучшения энергетической эффективности городских транспортных средств. Основной вектор развития направлен на совершенствование общественного транспорта с низким энергопотреблением. Это предполагает поэтапную замену традиционных автобусов и троллейбусов на экологичные модели с электроэнергией, характеризующиеся низкой потребностью в ресурсах.

Снижение потребления энергии через улучшение эффективности работы сетей водоснабжения и канализации представляет собой ключевое направление оптимизации использования ресурсов. В рамках данной задачи следует провести модернизацию системы, включающую обновление устаревшего насоса на более экономичные модели современного производства. Особое значение имеет контроль за утечками воды; регулярные проверки сетей водопровода и канализации помогут обнаруживать и ликвидировать потери жидкости, что способствует уменьшению затрат энергии на транспортировку воды.

Модернизация сетей наружного освещения способна существенно улучшить энергосбережение в сфере ЖКХ. Основной этап данного процесса заключается в переходе от обычных фонарей к светодиодным, благодаря чему удастся значительно снизить энергопотребление и повысить уровень освещённости улиц.

В экономике города Смоленска промышленный комплекс занимает значимое место, но одновременно входит в число главных энергопотребителей. Введение энергосберегающих решений на производственных объектах способствует уменьшению энергетической нагрузки процессов, усилению позиции компаний на рынке и снижению экологических рисков.

Снижение совокупного потребления энергии в городском масштабе во многом зависит от активного использования передовых экологических решений на производственных объектах. Необходимо создать пакет стимулирующих действий, использующих энергосберегающие инновации: освобождение от налогов, специальные займы и компенсационные выплаты.

В Смоленске успешное внедрение мероприятий по экономии энергии требует улучшения законодательных и организационных основ данной работы. Предлагается разработать комплекс мер, включая создание городской программы по экономии энергии и повышению её эффективности, а также определить стратегические направления и методы внедрения данной стратегии через локальные инициативы.

Введение инновационных решений по экономии энергии, подобно любому крупномасштабному начинанию, связано с потенциальными опасностями, требующими тщательного анализа и активного снижения их воздействия для достижения желаемых результатов. В городе Смоленске основными опасностями являются преимущественно технологические проблемы. Эти аспекты охватывают ошибочные технологические решения, неподходящие для городских условий, низкое качество сборки устройств, слабую подготовку специалистов по обслуживанию энергоэффективного оборудования и трудности, вызванные ненадёжной и недолговечной техникой. Финансовые угрозы, такие как нехватка средств на проекты энергоэффективности, потенциальное повышение стоимости оборудования и материалов, опасность невозвратности вложений в подобные технологии, наряду с колебаниями законодательства в сфере экономии энергии и налогообложения, наравне с технологическими вызовами, оказывают значительное влияние. Также важно учитывать потенциальные социокультурные вызовы, такие как вероятное сопротивление граждан по причине недостаточного осознания пользы инновационных энергоэффективных решений, нежелание менять устоявшиеся жизненные стандарты, повышение стоимости жилищно-коммунальных услуг и др.

Эффективное выполнение данных предложений возможно лишь при объединении ресурсов городских властей, предпринимателей и местных жителей. Необходимо обеспечить благоприятную среду для внедрения инноваций по экономии энергии, предоставлять помощь бизнесу и учреждениям, занимающимся эффективными энергетическими инициативами, и организовывать просветительские мероприятия для расширения знаний граждан об экологических практиках использования ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Есипёнок А. Ю., Сенова О. Н., Федоров А. В. Энергоэффективность – главный шаг к устойчивому климату. СПб.: РСоЭС, 2021. 40 с.
2. Щеглов С. Основы проектирования энергоэффективного здания. М.: технониколь, 2021. 114 с.
3. Башмакова И.А. Разработка комплексных долгосрочных программ энергосбережения

и повышения энергоэффективности. Методология и практика: дис. ... докт. экон. наук. М., 2013. 429 с.

4. Матвиенко С. П. Анализ нормативных документов по определению класса энергетической эффективности зданий // Сборник научных трудов VII Международного молодёжного форума «Образование, наука, производство». Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. С. 1312–1315.
5. Абрамян С. Г. Строительные энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии: монография. М.: Русайнс, 2025. 284 с.

REFERENCES

1. Esipenko, A. Yu., Semenova, O. N. & Fedorov, A.V. (2021). *Energy Efficiency Is the Main Step towards a Sustainable Climate*. St. Petersburg: Russian Socio-Ecological Union publ. (in Russ.).
2. Shcheglov, S. (2021). *Fundamentals of Designing an Energy-Efficient Building*. Moscow: Technicol publ. (in Russ.).
3. Bashmakova, I. A. (2013). *Development of Comprehensive Long-Term Energy Saving and Energy Efficiency Improvement Programs. Methodology and Practice*: [dissertation]. Moscow (in Russ.).
4. Matvienko, S. P. (2015). Analysis of Regulatory Documents on Determining the Energy Efficiency Class of Buildings. In: *Collection of Scientific Papers of the VII International Youth Forum "Education, Science, Production"*. Belgorod: elgorod Shukhov State Technological University publ., 1312–1315 (in Russ.).
5. Abramyan, S. G. (2025). *Energy-Efficient and Resource-Saving Construction Technologies*. Moscow: Rusains publ. (in Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Щербакова Светлана Александровна (г. Смоленск) – кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента и таможенного дела Смоленского филиала Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова; доцент кафедры туризма, сервиса и гостиничного бизнеса Института развития города Севастопольского государственного университета;

<https://orcid.org/0000-0001-9124-0955>; e-mail: sollos@mail.ru

Ильин Максим Александрович (г. Смоленск) – инспектор по контролю за исполнением поручений административно-хозяйственного отдела СПО Смоленского филиала Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова;

<https://orcid.org/00009-0009-9553-7292>; e-mail: m.a.iilin@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Svetlana A. Shcherbakova (Smolensk) – Cand. Sci. (Geography), Assoc. Prof., Department of Management and Customs Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov, Smolensk Branch; Assoc. Prof., Tourism, Service and Hotel Business Department, City Development Institute, Sevastopol State University;

<https://orcid.org/0000-0001-9124-0955>; e-mail: sollos@mail.ru

Maxim A. Ilyin (Smolensk) – Inspector for Monitoring the Execution of Orders in the Administrative and Economic Department Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov, Smolensk Branch

<https://orcid.org/00009-0009-9553-7292>; e-mail: m.a.iilin@mail.ru