

УДК 69.003

Н.Л. Тарануха, С.В. Семенова, С.Н. Панков

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова,
г. Ижевск, email: fpidpo@mail.ru, Sergey.Pankov@tplusgroup.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

Ключевые слова: энергоресурсы, энергосбережение, энергоэффективность, жилая недвижимость.

В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные с энергосбережением и энергоэффективностью объектов жилой недвижимости. Осуществлено комплексное изучение и исследование существующего положения ресурсосбережения в жилищном секторе Российской Федерации. Проведен анализ текущей ситуации с сопоставлением количественных энергетических показателей с лучшими мировыми стандартами. Определены наиболее проблемные места энергетических потерь жилых зданий, сформулированы компенсирующие мероприятия с целью минимизации потерь и повышения эффективности. Предложены к рассмотрению приоритетные мероприятия, дающие наибольший эффект с точки зрения энергосбережения. Определен перечень энергосберегающих решений при проектировании, строительстве и эксплуатации гражданских объектов. Рассмотрены сущность и задачи «умного дома» и «зеленого» строительства как формы организации энергосбережения. Рассмотрены приоритетные направления модернизации существующего жилищного фонда. Выявлены экономические и технологические факторы, сдерживающие внедрение энергосберегающих технологий. Предложен концептуальный подход к реальному энергосбережению, предусматривающий экономический анализ целесообразности применения энергосберегающих решений и технологий с учетом сопоставления капитальных затрат на их строительство и ввод в эксплуатацию, операционных затрат на эксплуатацию и обслуживание, получаемой экономии на всем жизненном цикле строительного объекта.

N.L. Taranukha, S.V. Semenova, S.N. Pankov

Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov, Izhevsk,
email: fpidpo@mail.ru, Sergey.Pankov@tplusgroup.ru

ENERGY-SAVING SOLUTIONS IN THE DESIGN, CONSTRUCTION, OPERATION OF RESIDENTIAL REAL ESTATE

Keywords: energy resources, energy conservation, energy efficiency, residential real estate.

The article deals with topical issues related to energy conservation and energy efficiency of residential real estate. A comprehensive study and study of the current situation of resource conservation in the housing sector of the Russian Federation has been carried out. The analysis of the current situation with the comparison of quantitative energy indicators with the best international standards is carried out. The most problematic places of energy losses of residential buildings are identified, compensating measures are formulated in order to minimize losses and increase efficiency. The most priority measures that give the greatest effect from the point of view of energy saving are proposed for consideration. The list of energy-saving solutions in the design, construction and operation of civil facilities has been determined. The essence and tasks of "smart home" and "green" construction as a form of energy saving organization are considered. The priority directions of modernization of the existing housing stock are considered. The economic and technological factors hindering the introduction of energy-saving technologies have been identified. A new approach to real energy saving is proposed, which provides for an economic analysis of the feasibility of using energy-saving solutions and technologies, taking into account the comparison of capital costs for their construction and commissioning, operating costs for operation and maintenance, resulting savings over the entire life cycle of a construction object.

Современная система международных отношений характеризуются значительными политическими и экономическими изменениями глобального мирового уровня. Усилия по сдерживанию России в виде политически мотивированных санкций сообщества недруже-

ственных западных стран, применение методов недобросовестной конкуренции, нарушение норм и правил в сфере международных отношений, замораживание и изъятие российских активов и имущества являются экзистенциальным вызовом каждому гражданину

и стратегическим вызовом Российской Федерации в целом. Действующие санкционные ограничения вызывают жесткое экономическое противостояние с испытанием запаса прочности национальной экономики России.

Для обеспечения успеха в конкурентной борьбе на международном рынке, необходимо учитывать колоссальные технологические преимущества высоко развитых технологий, активно и комплексно развивать собственную промышленность, осваивать лучшие мировые практики и новые технологии, быть страной опережающего технологического развития, создавать максимально комфортные условия для новых капиталовложений, не допуская при этом ухудшения социальной обстановки и снижения уровня жизни и благосостояния граждан. России необходимо достигнуть технологического суверенитета, создать собственный технoэкономический блок, осваивать и развивать «зеленые» технологии.

Российская Федерация занимает особое положение в мире, являясь уникальной страной по самой большой территории и самому холодному климату: 65 % её территории покрыты вечной мерзлотой. Основная часть территории страны лежит севернее 50° северной широты. В России самая низкая среднегодовая температура воздуха среди всех стран мира, составляющая $-5,5^{\circ}\text{C}$. Для обеспечения жизнедеятельности населения требуется значительное количества тепла и электроэнергии в длительные отопительные периоды. Проблема бережного и рачительного потребления энергоресурсов и энергосбережения имеет актуальное значение для Российской Федерации, учитывая конечную ограниченность запасов органического углеводородного топлива, возрастающую техническую сложность и стоимость его добычи, а также необходимость сохранения природных ресурсов будущим поколениям жителей нашей страны.

Цель и предмет исследования

Целью исследования являются разработка рекомендаций для внедрения и развития энергосберегающих решений и технологий при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов жилой недвижимости.

Предмет и методы исследования

Предметом исследования являются внедрение и развитие энергосберегающих технологий при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов жилой недвижимости. Статья сформирована на личном опыте авторов, изучении научных публикаций и действующих нормативно-правовых актов по тематике энергосбережения и энергоэффективности. Выводы авторов выполнены на основе метода системного анализа и научной типологизации, экспертном методе.

Исследование сложившейся ситуации в сфере ресурсосбережения

Одной из точек роста национальной экономики и обеспечения конкурентоспособности России является ресурсосбережение и применение энергоэффективных технологий. Функционирование и развитие любой отрасли экономики связано с потреблением электрической и тепловой энергии, источником которой являются топливно-энергетические ресурсы. В существенную долю себестоимости продукции, товаров и услуг входят затраты на использованные энергоресурсы. К примеру, рост цен на энергоносители в немалой степени диктует рост цен на сырье и строительные материалы, а это ведет к увеличению стоимости строительства [1]. С развитием производственных мощностей и объемов производимой продукции проблемы экологии и истощения природных ресурсов становятся все более актуальными. Это обуславливает необходимость проведения политики рационального энергоиспользования и бережного отношения к окружающей среде, реализуемой через систему правовых, организационных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов во всех отраслях экономики.

Реализация технических и технологических мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта является одной из приоритетных задач повышения энергетической эффективности. Повышение энергетической эффективности технологических производств, зданий и сооружений позволит более ра-

ционально использовать не возобновляемые природные ресурсы, сократит себестоимость услуг и товаров, повысит качество и надежность энергоснабжения, вызовет рост конкурентоспособности бизнеса, обеспечит важнейший социально-экономический эффект для каждого жителя России, а именно снизит объемы закупки энергоресурсов и уменьшит размер коммунальных платежей, улучшит экологическую обстановку со снижением огромного объема выбросов парниковых газов, сопоставимых с 25% потенциала поглощающей способности экосистемы страны. От внедрения энергосберегающих и энергосберегающих технологий выигрывают все стороны процесса выработки и потребления ресурсов: население, коммерческие бизнес-структуры, страна в целом.

Потенциал Российской Федерации повышения энергоэффективности экспертно оценивается в треть от текущего потребления энергии по всем секторам национальной экономики, включая промышленность, сельское хозяйство, транспорт, ЖКХ. Требуется отметить наличие разрыва в уровне энергоемкости внутреннего валового продукта ВВП Российской Федерации с ведущими странами мира. Энергопереход и движение мировой экономики в сторону углеродной нейтральности требует снижения энергоемкости глобального ВВП в 2020-2030 гг. в среднем на 4,2% в год. При этом среднегодовые темпы снижения энергоемкости ВВП России в 2015-2020 гг. составили 0,6%, тогда как в европейском союзе ЕС – 2%, а в мире в целом – 1,6% [2].

Текущее состояние энергоэффективности экономики России связано с недостаточным уровнем внедрения современных ресурсосберегающих технологий и оборудования. По данным экспертов в области энергосбережения, российский жилищный сектор занимает второе место после обрабатывающей промышленности по величине конечного потребления энергии [3]. Специалисты группы Всемирного Банка провели сравнение характеристик энергоемкости России и стран с близкими среднегодовыми температурами. Оказалось, что в жилищном секторе России уровень энергоемкости в 1,6 раза выше. Показа-

тель удельного энергопотребления зданий в государствах Европейского Союза в среднем составляет около 140 кВт*ч/м² в год [3], в то время как в России фактическая средняя энергоемкость систем отопления и горячего водоснабжения зданий – 229 кВт*ч/м² в год. Доля энергозатрат в себестоимости продукции в России достигает 30-40 %, что значительно выше, чем в европейских странах 19-22 % [3].

В России общая площадь эксплуатируемых зданий составляет около 5 млрд. м² (в том числе более 2.5 млрд. м² жилые дома) и на отопление расходуется 400 млн. тонн условного топлива или 25 % годовых энергоресурсов страны. С точки зрения энергосбережения ключевое первостепенное значение имеет повышение эксплуатационных характеристик зданий, поскольку именно здесь заложены перспективы реальной экономии энергоресурсов [1]. Значительная часть жилищного фонда России проектировалась по старым строительным нормам и не отвечает современным требованиям по тепловой защите здания. В результате, ограждающие конструкции существующего жилищного фонда теряют до 40% тепла. По мере изменения строительных норм теплозащиты зданий улучшались показатели энергетической эффективности строящихся многоквартирных домов. Согласно расчетам, в зависимости от года постройки средние показатели удельного энергопотребления на цели отопления изменяются следующим образом [3]:

- здания, построенные до 1990 г. – 267,44 кВт*ч/(м² год);
- здания, построенные в 1991-2000 гг. и недавно отремонтированные – 151,16 кВт*ч/(м² год);
- здания, построенные после 2000 г. – 104 кВт*ч/(м² год).

Необходимо отметить, что внедрение современных российских строительных норм тепловой защиты зданий является значительным прогрессом в отношении повышения энергоэффективности жилищного фонда, но все же отечественные нормы значительно мягче европейских. Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23– 02.2003 «Тепловая защита зданий») требуемый удельный

расход тепловой энергии на отопление за отопительный период для многоквартирных отдельно стоящих и блокированных домов этажностью от 1 до 4 этажей, а также многоквартирных зданий, должен составлять в среднем от 95 до 195 кВт*ч/(м² год). Для сравнения, эта норма в Германии сегодня от 30 до 70 кВт*ч/(м² год). Опыт нового отечественного строительства подтверждает технические возможности обеспечить удельный расход тепловой энергии на уровне 95-122 и даже до 77 кВт*ч/(м² год). Учитывая вышеизложенное, следует очевидный вывод о наличии значительного потенциала экономии энергии в жилищной сфере. Если существующий жилищный фонд будет модернизирован, энергоёмкость систем отопления многоквартирных домов может быть снижена до значения не менее 150 кВт*ч/(м² год) [3].

Опыт европейских стран говорит о том, что даже в жилых зданиях, построенных по старым нормам, можно уменьшить потери энергии. В Европе существует классификация зданий по энергопотреблению [5]:

1. «Старое здание» (до 1970-х годов) потребляет 300 кВт·ч/м² в год.
2. «Новое здание» (с 1970-х до 2000 года) потребляет не более 150 кВт·ч/м² в год.
3. «Дом низкого потребления энергии» потребляет не более 60 кВт·ч/м² в год.
4. «Пассивный дом» потребляет не более 15 кВт·ч/м² в год.
5. «Дом нулевой энергии» потребляет 0 кВт·ч/м² в год.
6. «Дом плюс энергии» или «активный дом» вырабатывает энергии больше, чем потребляет, в результате использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Кроме низких строительных стандартов, по которым построена большая часть многоквартирных домов в России, существует еще ряд существенных причин высокого потребления энергоресурсов в жилищном секторе. Среди них плохое обслуживание и отсутствие ремонтов многоквартирных домов и их инженерного оборудования в течение длительного времени. В подавляющем большинстве домов отсутствуют индивидуальные тепловые пункты и нет технических возможностей регулировать теплотребление на уровне дома, что приводит к массовому явлению из-

лишнего потребления тепла в весенний и осенний периоды. Внутридомовые системы отопления и горячего водоснабжения сильно изношены, оборудование физически и морально устарело. Плохая сбалансированность внутридомовой системы отопления, невозможность отрегулировать распределение теплоносителя по коллекторам здания приводит к тому, что система отопления настраивается для обеспечения требуемой правилами предоставления коммунальных услуг температуры в самом холодном помещении, в остальных помещениях излишнее тепло выбрасывается через приоткрытые форточки и окна [3].

Правительством Российской Федерации принят ряд нормативных актов и программ по повышению энергетической эффективности и ресурсосбережению. Эти документы предполагают поэтапное снижение энергопотребления в сфере ЖКХ. Основные нормативно-правовые акты России в области энергосбережения и повышения энергоэффективности жилой недвижимости:

– Энергетическая стратегия России на период до 2035 г. (утв. Распоряжением Правительства РФ от 09 июня 2020 года N 1523-р);

– Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – Закон № 261-ФЗ);

– Приказ Минстроя РФ от 6 июня 2016 г. № 399/пр «Об утверждении Правил определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»;

– Приказ Минстроя РФ от 17 ноября 2017 года N 1550/пр «Об утверждении Требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений»;

– ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН №185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» с изменениями на 14 марта 2022 года;

– СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23– 02.2003 «Тепловая защита зданий»).

Федеральным законом ФЗ-261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные

законодательные акты Российской Федерации» введено понятие «класс энергетической эффективности» – характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность.

Класс энергетической эффективности многоквартирного дома определяется исходя из сравнения и определения величины отклонения фактических или расчетных значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение, а также на электроснабжение в части расхода электрической энергии на общедомовые нужды, и базовых значений показателя удельного годового расхода энергетических ресурсов в многоквартирном доме. При определении энергетической эффективности фактические значения должны быть приведены к расчетным условиям для сопоставимости с базовыми значениями, в том числе с климатическими условиями, условиями оснащения здания инженерным оборудованием и режимами его функционирования. По результатам энергетического аудита здания ему присваивается соответствующий класс энергетической эффективности с выдачей соответствующего сертификата [6].

Самый высокий класс, предусматривающий минимальное потребление энергии, – А++, самый низкий Е. Проектирование зданий с классами энергосбережения «D», «E» не допускается. Классы «A», «B», «C» устанавливаются для вновь возводимых и реконструируемых зданий на стадии разработки проектной документации. Впоследствии при эксплуатации класс энергосбережения здания должен быть уточнен в ходе энергетического обследования. С целью увеличения доли зданий с классами «A», «B» субъекты Российской Федерации должны применять меры по экономическому стимулированию как к участникам строительного процесса, так и к эксплуатирующим организациям.

Обязанность проведения обязательного расчетно-инструментального контроля нормируемых энергетических показателей при вводе дома в эксплуатацию лежит на застройщике. Обязанность последующего подтверждения энергетических показателей в период эксплуатации не реже чем один раз

в пять лет лежит на собственниках жилья с привлечением специализированных организаций. Класс энергетической эффективности МКД подтверждается инструментально-расчетным методом путем замеров значений потребления энергетических ресурсов по показаниям приборов учета с пересчетом в соответствии с фактическими условиями указанных значений к расчетным условиям, влияющим на объем потребления энергетических ресурсов.

Принимаемые проектные решения определяют качество строительных объектов, их эксплуатационные характеристики на много десятилетий вперед. Повышение энергетической эффективности жилых домов необходимо осуществлять с учетом наличия данных о первичном потенциале снижения потребления ресурсов. К сожалению, по состоянию на конец 2020 г. доля многоквартирных домов (МКД) без класса энергоэффективности составляет существенное значение 90,6% [2]. Это означает, что только 1 МКД из 10 имеет присвоенный класс энергетической эффективности.

Удельный вес МКД с присвоенным классом энергетической эффективности от высочайшего (А++) до повышенного (С) в 2020 году составил 4,9%. Доля МКД с классами D, E, F, G составила 4,5% (рис. 1). В 2019 году более половины вводимых в эксплуатацию МКД не имели установленного класса энергоэффективности [2].

В отечественном жилищном фонде в основном внедрены следующие энергосберегающие решения [2]:

- индивидуальные тепловые пункты систем отопления;
- светодиодные светильники для освещения;
- контроль потребляемых ресурсов с оснащением общедомовыми и поквартирными приборами учета холодной и горячей воды, тепловой и электрической энергии, газа.

В жилищном фонде доля индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) в 2020 году составила 26,9% от общего количества зданий и всего 14,7% по общей площади зданий. Доля многоквартирных домов, оборудованных ИТП 19,8% от общего количества зданий и 21% от общей площади зданий (рис. 2) [2].

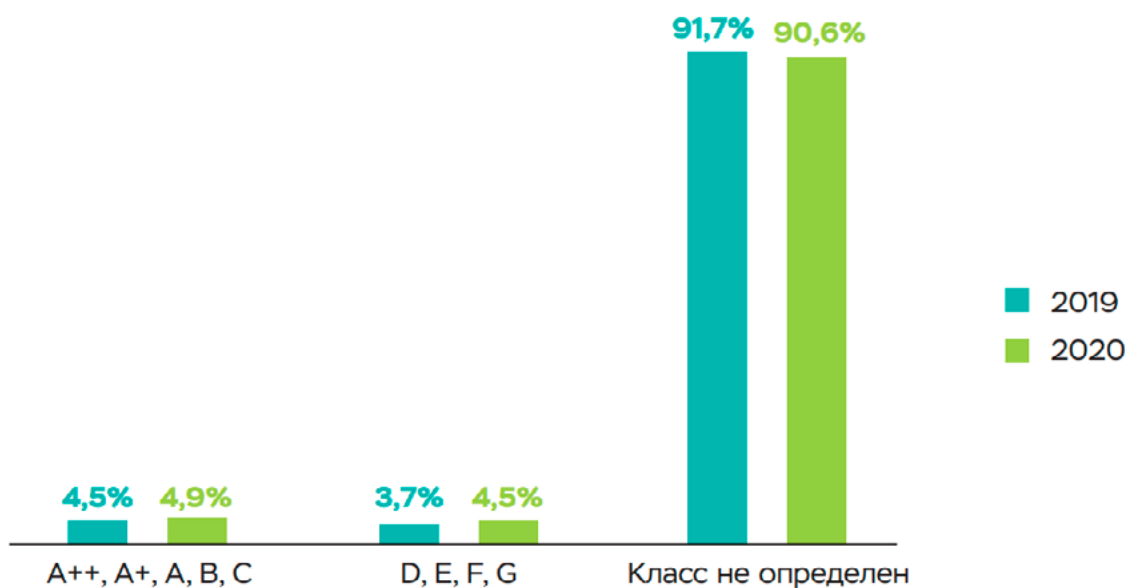


Рис. 1. Распределение МКД по классам энергетической эффективности в Российской Федерации в 2019-2020 гг., %

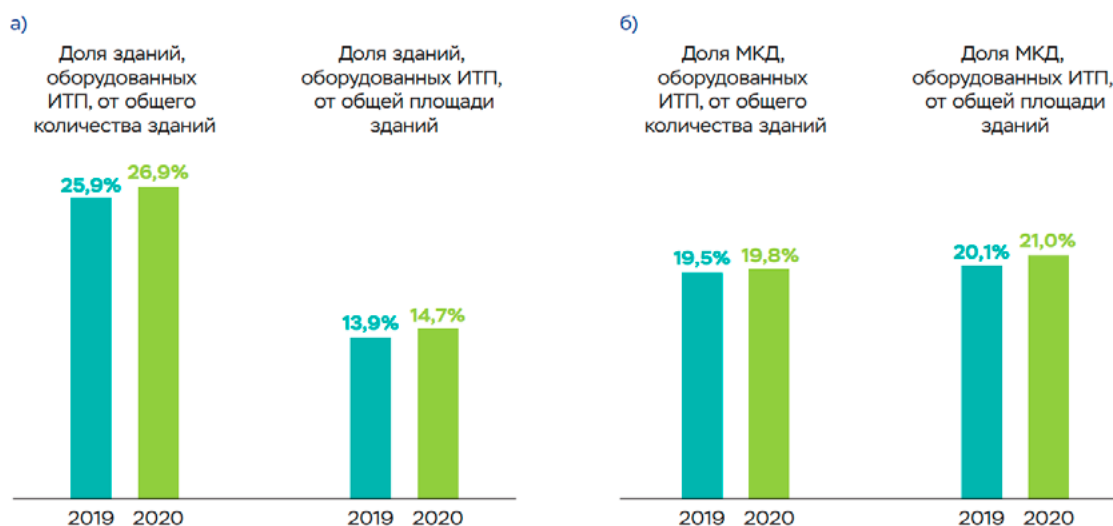


Рис. 2. Сведения об оснащённости индивидуальными тепловыми пунктами (ИТП) зданий бюджетного сектора и многоквартирных домов: а) здания бюджетного сектора и б) МКД

Уровень оснащения МКД общедомовыми приборами учета потребления холодной и горячей воды в 2020 году составил 54,2% и 66,6% соответственно (рис. 3). МКД с установленными приборами учета тепловой энергии составили 63,9% от общего числа МКД, а оснащённость МКД общедомовыми приборами учета потребления электрической энергии – 73,2% [2]. Очевидно, что уровень оснащения общедомовыми приборами учета существующего

жилого парка России не достаточен для эффективного учета затрачиваемых ресурсов и устранения избыточных потерь.

Уровень оборудования квартир индивидуальными приборами учета потребляемой электрической энергии остается очень высоким – 96,6% (в 2019 г. 96,6%), а индивидуальными приборами учета потребления природного газа оснащены 45,5% жилых квартир в МКД (в 2019 г. 44,9%) (рис. 4) [2].

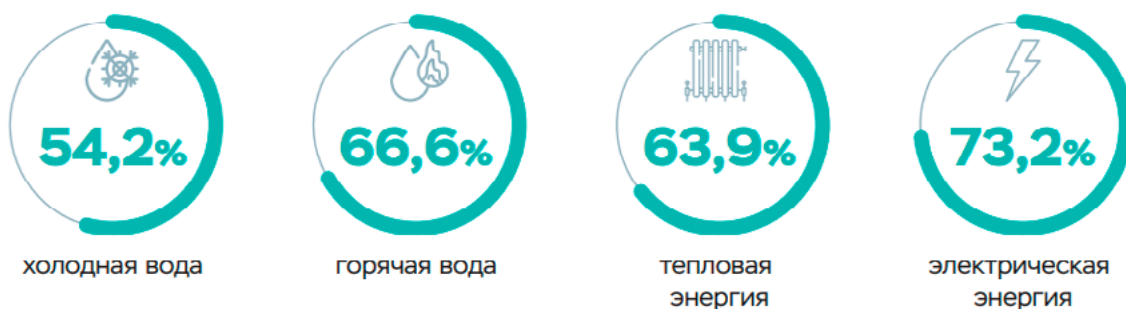


Рис. 3. Уровень оснащённости МКД общедомовыми приборами учета (удельный вес МКД, фактически оборудованных приборами учета потребляемых коммунальных ресурсов, от общего количества МКД) по состоянию на конец 2020 г.



Рис. 4. Уровень оснащённости квартир в МКД индивидуальными приборами учета (удельный вес квартир в МКД, фактически оборудованных приборами учета потребляемых коммунальных ресурсов, от общего количества жилых квартир в МКД) в 2020 г.

В Российской Федерации по состоянию на 2020 г. насчитывалось порядка 8 965 тыс. светодиодных светильников [2]. Это на 867,6 тыс. ед., или на 10,7% выше показателя за предшествующий 2019 год. В связи с процессом перехода на энергосберегающие виды светильников, совокупный расход электрической энергии на уличное и дорожное освещение в 2020 г. уменьшился на 9,8% по сравнению с 2019 г. Тем не менее, доля внедрения светодиодных светильников в системах наружного освещения в субъектах Российской Федерации не достигла 50% и составляет 41,2 % от общего количества применяемых светильников. По состоянию на конец 2020 г. наибольшая доля в сегменте освещения уличного и дорожного хозяйства страны приходится на светильники с низковольтными натриевыми лампами 44,2 % [2].

В 2007 году в Российской Федерации создана государственная корпорация: Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства (далее Фонд), являющийся некоммерческой

организацией по созданию безопасных и благоприятных условий проживания граждан и стимулированию реформирования жилищно-коммунального хозяйства, формированию эффективных механизмов управления жилищным фондом, внедрению ресурсосберегающих технологий путём предоставления финансовой поддержки за счет средств Фонда. При участии Фонда реализуются региональные программы капитальных ремонтов и переселения граждан из аварийного жилого фонда в объеме ежегодно собираемых средств порядка 200 миллиардов рублей.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 17 января 2017 года № 18 «Об утверждении Правил предоставления финансовой поддержки за счет средств государственной корпорации – Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства на проведение капитального ремонта многоквартирных домов», предусмотрена финансовая поддержка на возмещение части расходов на оплату услуг и работ по энергосбережению

в размере до 5 млн. рублей. Предоставленные средства могут возместить часть затрат на уплату процентов за пользование займом или кредитом, взятом на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирном доме, и возместить часть расходов по капитальному ремонту общего имущества в МКД.

С 2017 по 2021 год всего обеспечено проведение энергоэффективного капитального ремонта 342 МКД, в которых проживает 84,8 тыс. человек на сумму 442,92 млн. рублей. Достигнута совокупная годовая экономия расходов в 219,05 млн. рублей, в среднем 20 % на один дом. Всего 36 субъектов Российской Федерации воспользовались возможностью получить поддержку Фонда на эти цели [7].

В 2021 году проведены мероприятия по энергоэффективному капитальному ремонту в 54 МКД, в которых проживает 11,4 тыс. человек. Размер финансовой поддержки Фонда составил 79,5 млн. рублей. Общая стоимость выполненных работ – 203,08 млн. рублей. Общий объем средств, направленных на финансовую поддержку энергоэффективного капитального ремонта в 2021 году – 236,4 млн. рублей, что составляет 16,6 % от общего объема средств, направленных на поддержку программы капитального ремонта [7].

Анализ и обсуждение инновационных энергосберегающих технологий в жилой недвижимости

Перечислим наиболее очевидные постулаты энергосберегающих решений при проектировании и эксплуатации жилых зданий. Одним из важных факторов, влияющих на потребление энергоресурсов зданием, является его расположение относительно сторон света. На южную сторону должна быть направлена основная часть окон. Если дом будет расположен по-другому, то стены и крышу здания придется более эффективно утеплять, чтобы сбалансировать недостаток тепла, который попадает в помещение с лучами света [8].

Для снижения теплопотерь при проектировании необходимо стремиться к компактности строений, то есть снижать объем наружной поверхности здания при неизменном объеме его помещений за счет исключения различных

уступов, ниш, выступов стен. Неотопляемые пристройки, защищающие отапливаемую часть дома от холода и ветра, такие как технические помещения, следует предусматривать на северной стороне дома [8].

С точки зрения энергосбережения важнейшее влияние имеет конструкция наружных стен. Через наружную оболочку дома уходит значительная часть тепла. Сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций определяет степень теплоизоляции зданий. Чем выше сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, тем выше качество утепления. Особенно важно уделять внимание местам потерь тепла, так называемым «мостикам холода». В таких местах тепло более интенсивно уходит наружу, чем в других. Например, балконы, выполненные с перекрытием в виде одной сплошной плиты, оконные откосы или стыки между наружными стенами и подвальным перекрытием. Чтобы уменьшить потери тепла и избежать возможных повреждений конструкций, необходимо учесть это еще на стадии проектирования и строительства здания. Особое внимание нужно уделять уплотнению стыков в местах монтажа дверей, окон, кровли [8].

При разработке и проектировании инженерных технологических систем для экономного расходования энергетических ресурсов требуется учитывать наличие индивидуальных физиологических особенностей проживающих людей с целью возможности формирования заданного микроклимата. Правильнее, когда в индивидуальном месте квартиры создается микроклимат, нужный конкретному человеку в данный момент времени. Реализовать такие системы климатизации можно применив поквартирные системы с комнатной разводкой теплоносителя с возможностью поддержания комфортной температуры воздуха за счет автоматического либо ручного воздействия на регулирующую арматуру отопительных приборов. Централизованные либо индивидуальные системы вентиляции и кондиционирования воздуха также позволяют поддерживать в автоматическом режиме заданный температурно-влажностный режим помещения с учетом потребностей человека [9].

В целом применяемые энергосберегающие технологии должны носить комплексный характер, включающий в себя утепление стен, устройство энергосберегающих кровель, применение экономических систем обогрева и вентиляции и прочее. К приоритетным направлениям энергоэффективных решений при проектировании зданий и сооружений относятся [5, 10]:

- применение ограждающих конструкций зданий с повышенной теплозащитой функцией и заданными показателями теплоустойчивости;

- снижение материалоемкости и веса зданий за счет применения инновационных многослойных теплоизоляционных материалов, позволяющих сократить толщину стен по сравнению с традиционными строительными решениями, увеличить полезную площадь здания внутри фиксированных внешних габаритов, снизить нагрузки на фундамент;

- применение низкоэмиссионного остекления с трехкамерными стеклопакетами. Теплотехнические характеристики оконных камер должны быть максимально приближены к характеристикам ограждающих конструкций;

- индивидуальный тепловой пункт либо индивидуальный источник теплоэнергоснабжения (индивидуальная котельная или источник когенерации энергии) с погодным регулированием;

- поквартирные системы отопления с теплосчетчиками и с индивидуальным регулированием теплового режима помещений;

- поквартирные контроллеры, оптимизирующие потребление тепла на отопление и вентиляцию квартир;

- система управления теплоэнергоснабжением, микроклиматом помещений и инженерным оборудованием здания на основе математической модели здания как единой теплоэнергетической системы;

- система механической вытяжной вентиляции с индивидуальным регулированием и утилизацией тепла вытяжного воздуха;

- применение индивидуальной либо централизованной схемы приточной вентиляции с системой очистки, подогрева и кондиционирования поступающего воздуха;

- умные системы освещения с датчиками света и движения. Разделение по сферам использования: мощные энергосберегающие светодиодные лампы больших размеров для освещения дорог и придомовой территории, компактные светодиодные лампы для использования в квартирах;

- применение тепловых насосов, использующих тепло земли, тепло вытяжного вентиляционного воздуха и тепло сточных вод;

- применение солнечных панелей для использования вырабатываемой энергии в системе горячего водоснабжения и в системе охлаждения помещения;

- утилизация тепла солнечной радиации в тепловом балансе здания на основе оптимального выбора светопрозрачных ограждающих конструкций;

- применение устройств, использующих рассеянную солнечную радиацию для повышения освещенности помещений и снижения энергопотребления на освещение;

- выбор конструкций солнцезащитных устройств с учетом ориентации и посезонной облученности фасадов.

Сокращение энергетических затрат от внедрения вышеуказанных мероприятий составляет 20-30 % во всех вновь возводимых зданиях [1]. По расчетам центрального научно-исследовательского и проектного института жилых и общественных зданий АО «ЦНИИ-ЭП Жилища», применение подобных мер за счет экономии тепловых ресурсов окупает единовременные затраты во вновь строящихся жилых домах в течение 7 – 8 лет, в существующих домах – в течение 12 – 14 лет [10].

Несомненно, динамика внедрения энергосберегающих решений и технологий в жилищном строительстве должна коррелироваться с технологическим развитием страны, с улучшениями существующих и внедрением новых технологий, технических систем и материалов, с новыми научными разработками и изобретениями. К примеру, улучшение технологических свойств выпускаемых солнечных панелей и уменьшение их стоимости непременно приведет к увеличению объемов их применения в целях энергосбережения МКД [11].

Одним из эффективных способов энергосбережения является внедрение автоматизации технических процессов по технологии «Умного дома» – набора программно-аппаратных средств, которые обеспечивают автоматическое управление инженерными системами, освещением, бытовыми приборами, системами безопасности и контроля, а также мультимедийной средой [12]. Система «Умный дом» должна обеспечивать экономичное и эффективное, надежное и безопасное удаленное управление инженерными системами:

- электроснабжения и освещения;
- вентиляции и кондиционирования, водоснабжения;
- отопления, в том числе управления ИТП либо собственным автономным источником теплоснабжения;
- контроля температурно-влажностного режима, отсутствия протечек сред инженерных коммуникаций, датчиков движения;
- учета энергоресурсов.
- лифтовым хозяйством;
- системами безопасности, в том числе системы контроля и управления доступом, системы видеонаблюдения с распознаванием лиц;

Автоматизированная система управления и диспетчеризации «Умного дома» (АСУД) позволяет решить ряд важнейших задач по оптимизации эксплуатационных затрат, энергоэффективности и безопасности функционирования инженерного оборудования. Для этих целей АСУД осуществляет управление инженерными системами здания, обеспечивает автоматические режимы работы инженерии, контролирует состояние инженерных систем и их бесперебойную работу, выполняет непрерывный мониторинг потребления энергоресурсов [12]. «Умные» технологии в строительстве и эксплуатации жилых домов – это дальновидное вложение денежных средств, повышающее ликвидность объектов недвижимости, снижающие расходы на эксплуатацию различных инженерных систем, существенно повышающие комфорт проживания [13, 14].

Проектирование, строительство и эксплуатация зданий должно создавать полноценную комплексную комфортную, безопасную, энергосберегающую

и безотходную среду для проживания населения, что учитывает концепция «зеленого строительства»: возведение зданий нового типа, характеризующихся энергоэффективностью и экологичностью, которые должны соответствовать требованиям [15]:

- минимизации отрицательного воздействия объектов недвижимости на окружающую среду в процессе строительства, эксплуатации и утилизации здания;
- сокращение совокупного негативного воздействия строительной деятельности на здоровье населения и окружающую среду;
- рационального и эффективного использования ресурсов, сокращение эксплуатационных затрат;
- применение экологических материалов с низкой энергоемкостью на стадии производства, незначительному уровню загрязнения окружающей среды, стопроцентной утилизации, использованию преимущественно местных региональных природных материалов в производстве;
- повышение качества зданий и комфорта их внутренней среды;
- снижение нагрузки на региональные энергетические сети, повышение надежности их работы;
- повышение эффективности капитальных вложений в экоустойчивое строительство.

В части существующего жилищного фонда, принимая во внимание социальную значимость физического и морального устаревания жилья в 5 и 9 этажных панельных зданиях, с целью достижения современных стандартов нового строительства в части энергосбережения, а также продления срока эксплуатации зданий требуется принимать решения по их реконструкции – проведении комплекса мероприятий с учетом экономических, технических и социальных факторов жилого дома. При разработке программ санации необходимо учитывать износ существующего жилищного фонда и оценивать текущее техническое состояние МКД на основании результатов обследований.

Программа санации существующего жилищного фонда может включать в себя следующие приоритетные направления энергосбережения [1, 16]:

- реконструкция систем инженерного обеспечения с установкой автономных систем отопления либо ИТП, установка общедомовых и поквартирных приборов учета потребляемых ресурсов;

- обеспечение индивидуального регулирования теплоотдачи каждого прибора отопления;

- применение многослойных конструкций наружных стен, в том числе облегченных навесных вентилируемых фасадов. Реестр технических изобретений Минстроя РФ только за неполных 5 месяцев 2022 года содержит в себе 82 изобретения (68 % от общего количества изобретений) в области современных фасадных и теплоизоляционных строительных материалов, что создает

благоприятные условия для выбора оптимального решения при проектировании;

- установка энергосберегающих трехкамерных оконных и балконных блоков с низкоэмиссионным остеклением;

- замена плоских кровель с рулонными гидроизоляционными покрытиями на скатные с применением металлического оцинкованного профилированного настила;

- установка принудительных механических систем вентиляции с целью обеспечения кратности циркуляции воздуха в соответствии с современными нормами. Установка оборудования рекуперации тепловой энергии воздуха.

С участием академии РАН выполнены укрупненные расчеты сроков и получаемых эффектов от энергоэффективного капитального ремонта. Инвестиции в проведение энергоэффективного капитального ремонта на федеральном уровне до 2030 года оцениваются в размере 40 млрд. руб. ежегодно, дополнительно к текущим 200 млрд. руб. взносов собственников на капитальные ремонт. Прогнозируемые комплексные эффекты от инвестиций в энергоэффективный капитальный ремонт МКД с горизонтом планирования до 2040 года [7]:

- увеличение валового внутреннего продукта ВВП 3,23 трлн.руб.;

- увеличение доходов бюджета 613 млрд. руб.;

- абсолютное сокращение выбросов парниковых газов на 90 млн. тн. CO₂ экв. При этом деятельность по ка-

питальному ремонту МКД становится углеродно-нейтральной.

В России введена нормативная база с установлением качественных энергоэффективных показатели качества жилья, при этом выплачиваются субсидии населению на жилищно-коммунальные услуги. Если большинство существующих домов жилищной сферы с низкой энергоэффективностью, то соответственно государство на постоянной ежегодной основе не рационально тратит значительные финансовые средства на выплату субсидий. В абсолютном значении Российская Федерация ежегодно расходует порядка 400 млрд. рублей на субсидирование коммунальных услуг льготникам и малоимущим гражданам. Если удастся хотя бы на треть снизить энергопотребление, ровно на столько же снизятся государственные затраты на субсидирование, которые можно было направить на дополнительное финансирование энергоэффективного ремонта. Принятие программы энергоэффективного капитального ремонта МКД могло бы стать положительным импульсом для развития всего строительного комплекса России, улучшить экологические показатели, получить дополнительные доходы в бюджет [7].

Факторами, сдерживающими развитие инновационных технологий в строительной сфере России, являются [17]:

- увеличение стоимости строительства МКД;

- низкая платежная способность населения;

- отсутствие жестких нормативных требований и стандартов;

- слабая мотивация застройщиков и проектировщиков;

- приверженность к традиционным технологиям;

- отсутствие механизмов контроля и привлечения к ответственности как застройщиков, которые не соблюдают стандарты энергоэффективности при строительстве жилых домов, так и собственников эксплуатируемых объектов.

Для решения проблемы выбора оптимальных экономических и энергосберегающих характеристик объектов необходимо формировать и внедрять новые критерии комплексной оценки

энергоэффективности проектирования объектов капитального строительства. Следует отметить имеющийся фундаментальный конфликт двух направлений государственной политики:

- согласно федерального закона 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» победителем конкурсных закупок признается участник, предложивший наименьшую цену контракта, в общей логике получения максимального эффекта при минимальных затратах;

- достижение энергоэффективности без применения новых технологий либо невозможно, либо достаточно сложно. Как правило, энергоэффективные технологии проигрывают в абсолютной стоимости традиционным строительным решениям. К примеру цена однокамерного энергосберегающего стеклопакета с низкоэмиссионным остеклением примерно 2600 руб./м² превышает на 50% стоимость обычного стеклопакета 1700 – 1750 руб./м².

При выборе на закупочных процедурах подрядчика для проектирования и строительства объекта заказчиком принимается во внимание размер первоначальных капитальных затрат на строительство, но не учитываются дальнейшие эксплуатационные расходы. Это связано с тем, что отсутствуют методики, позволяющие заказчику принять объективное осмысленное решение по этому вопросу.

Авторы статьи предлагает сформировать концептуальный подход к экономическому анализу целесообразности внедрения энергосберегающих решений и технологий с учетом сопоставления капитальных затрат на их строительство и ввод в эксплуатацию, операционных затрат на эксплуатацию и обслуживание, получаемой экономии на всем жизненном цикле строительного объекта. Внедрение предложенного подхода позволило бы комплексно оценить энергоэффективные решения, объективно сделать правильный выбор, решить проблему прохождения государственной экспертизы проекта и ценового аудита, получить весь комплекс преимуществ от энергосбережения.

Выводы

Неслучайно одним из первых переломных моментов в социальной эволюции человечества считается получение энергии за счет освоения огня, что позволило людям разнообразить белковую и углеводную пищу, развить свою активность в ночное время, обогревать своё жильё, защищаться от хищников. В основе промышленной революции 18 – 19 века, радикально изменившей облик мира и давший импульс к становлению индустриального общества, лежит применение машин и механизмов с использованием энергии пара от сжигания топлива. Потребление энергии прочно вошло в жизнь человечества. Современный человек не представляется без повседневных обыденных условий проживания, включающих в себя отопление, горячее водоснабжение, электрическую энергию для бытовых приборов, компьютеров, освещения жилья, лифтов, систем связи и интернета. Для производства всех товаров, изготовления материалов и оборудования, оказываемых услуг требуются затраты на энергоресурсы.

Решение амбициозной задачи энергосбережения позволит решить комплекс экономических, социальных, технологических и экологических задач: рационально использовать и сохранить будущим поколениям жителей нашей страны не возобновляемые природные ресурсы, снизить себестоимость услуг и товаров, повысить качество и надежность энергоснабжения, улучшить комфортность и качество проживания населения, улучшить экологическую обстановку в населенных пунктах, обеспечит качественное развитие технологической сферы и увеличит конкурентоспособность бизнеса. От внедрения энергосберегающих технологий получают выгоду все стороны процесса выработки и потребления ресурсов: население, бизнес-сообщество, страна в целом. Потенциал повышения энергоэффективности в треть текущего потребления энергии всех секторов национальной экономики свидетельствует об актуальности рассматриваемой темы энергосбережения.

Положительный опыт развитых стран, собственные примеры внедрения энергосберегающих технологий в промышленности и гражданском стро-

ительстве доказывают реальность достижения задачи энергосбережения. Жители нашей страны как правило не мотивированы платить дополнительные денежные средства за энергоэффективность и энергосбережение, за внедрение технологий «умного» дома и «зеленого» строительства по причине низкой платежной способности, увеличения стоимости капитальных затрат на их реализацию, возрастания стоимости конечного строительного объекта. На взгляд авторов, для решения данной проблемы требуется комплексный государственный подход с реализацией следующих мероприятий:

1. Формирование социального заказа на разработку, внедрение, освоение и развитие энергосберегающих технологий с мерами государственной поддержки через:

- усиление просветительской работе среди населения, в профессиональной строительной среде и бизнес-сообществе;

- законотворческой работы с выработкой механизмов экономического стимулирования, создания благоприятных условий привлечения инвестиций в строительство энергоэффективных зданий, стимулирования и повышения заинтересованности бизнеса и собственников жилья к энергосберегающим технологиям через введение субсидий, налоговых льгот и вычетов, пониженных ипотечных ставок, сниженных тарифов на энергоресурсы, увеличение объемов и расширение ресурсосберегающих направлений энергосервисных контрактов и прочее.

2. Стимулирование застройщиков и населения в строительство и приобретение энергоэффективных МКД. Возможные варианты стимулирующих воздействий:

- при получении земельных участков, тех присоединений к инженерным сетям введение дифференцированной платы в зависимости от класса энергоэффективности МКД;

- побуждение строительства и приобретения квартир с высоким классом МКД за счет льготной ипотеки;

- на уровне техрегламентов с пересмотром СНиП и норм с исключением при проектировании МКД избыточных значений нагрузок и объемов подключаемых энергоресурсов.

3. На законодательном уровне ввести требование к проектированию, строительству, капитальному ремонту МКД. При вводе в эксплуатацию нового жилья либо по итогу капитального ремонта МКД должны иметь класс энергоэффективности не ниже заданного. Возможно, данную задачу разбить на временные этапы, постепенно повышая требования к классу энергоэффективности. Конкретный класс оценки и периоды следует определить научными выверенными расчетами, учитывая взаимосвязанные процессы повышения стоимости строительства при увеличении класса энергоэффективности и понижения стоимости эксплуатационных затрат на жизненном цикле объекта. Не целесообразно строить МКД с низким классом энергоэффективности, чтобы через непродолжительное время эксплуатации дома выполнять реконструкцию или капитальный ремонт с энергосервисными мероприятиями.

4. Выполнить пересмотр действующих нормативных актов. При осуществление конкурсных закупок на проектирование и строительство МКД исключить противоречие при между минимальной стоимостью и энергоэффективностью строительных объектов, сформировать новый подход к экономическому анализу целесообразности внедрения энергосберегающих решений и технологий с учетом сопоставления капитальных затрат на их строительство и ввод в эксплуатацию, операционных затрат на эксплуатацию и обслуживание, получаемой экономии на всем жизненном цикле строительного объекта.

5. Осуществить выбор стратегических направлений развития энергоэффективных технологий на основании объективного научного подхода. Необходимо выполнить всесторонние технико-экономические расчеты, комплексно учитывающие затраты на разработку, внедрение, содержание и обслуживание энергоэффективных технических систем и мероприятий. Полученные результаты сопоставить с прогнозируемой экономической выгодой от экономии ресурсов на протяжении всего жизненного цикла строительного объекта. Выполнить многокритериальную оценку энергосберегающих решений с привле-

чением максимально большого круга экспертов профессионального научного и строительного сообщества. По итогам экспертных оценок определить наиболее приоритетные и перспективные направления развития энергоэффективных технологий.

6. Сосредоточить максимальные концентрированные усилия научного и профессионального сообщества на приоритетных направлениях энергосбережения – их изучение, разработку и внедрение.

7. Разработать и внедрить программы прикладных научных исследований в области энергосберегающих строительных технологий с целью создания принципиально новых строительных материалов, технологий и оборудования, разработки новых, энергоэффективных строительных систем.

8. Обеспечить благоприятные условия для модернизации существующего жилищного фонда с осуществлением мероприятий:

– законодательно установить порядок модернизации с обязательными энергоэффективными мероприятиями;

– тиражировать положительный опыт отдельных регионов на всю строительную отрасль России. В качестве пример можно привести опыт Татарстана, где разработали и утвердили нормативными документами типовые решения для модернизации каждой серии домов определенных периодов постройки;

– расширять возможности капитального ремонта МКД, в том числе выполнения энергоэффективных мероприятий.

9. Улучшать качество эксплуатации МКД и деятельности управляющих компаний. Хорошо построенный энергоэффективный дом требует соответствующей квалификации управляющих компаний для его квалифицированной эксплуатации и обслуживания технологичных инженерных систем.

Реализация вышеперечисленных мер позволит решить амбициозную и актуальную задачу энергосбережения.

Библиографический список

1. Ресин В.И. Эффективные методы управления энергосбережением в строительстве // Архитектура и строительство Москвы. 2003. Т. 508-509. № 2-3. С. 7-13.
2. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2020 году. Министерство экономического развития Российской Федерации. Москва 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/45f28379991124fa0098b17f21f169ed/Energyefficiency2021.pdf?ysclid=l3p7t6in6o> (дата обращения 28.05.2022).
3. Косухин М.М., Косухин А.М., Соколовская Д.М. Энергосберегающие технологии и способы энергосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве // В сборнике: Наука и инновации в строительстве (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов международной научно-практической конференции: в 2 т. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 237-247.
5. Савенко А.А., Кальченко В.С. Энергоэффективные здания как современная энергосберегающая технология // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2018. № 9. С. 271-280.
6. Пациора В.Д., Петров Е.В. Строительство зданий и сооружений с высокими показателями энергоэффективности // В сборнике: Избранные доклады 65-й Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Сборник докладов. 2019. С. 231-234.
7. Круглый стол «Энергоэффективность в строительстве» ЕРЗ.РФ российской строительной недели 2022 г. (дата публикации видео 05.03.2022 г.). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=EBdMl4SBZW8> (дата обращения 18.06.2022).
8. Жидович Е.П., Чиж Е.П. Энергоэффективное строительство как фактор повышения энергосбережения // В книге: ЭНЕРГИЯ-2018. Тринадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: в 6 томах. 2018. С. 109.
9. Рымаров А.Г., Титков Д.Г. Энергосбережение в жилых зданиях при индивидуализации микроклимата // Приволжский научный журнал. 2021. № 1 (57). С. 64-71.

10. Каллаур Г.Ю., Ахмедова Ю.Р. Условия повышения энергоэффективности объектов капитального строительства // Строительство. Экономика и управление. 2019. № 1 (33). С. 22-33.
11. Губанова А.Д. Альтернативные способы энергосбережения в жилых домах и сельскохозяйственных предприятиях // Точная наука. 2018. № 20. С. 47-49.
12. Семенова С.В., Башурова Н.С. Преимущества автоматизированной системы управления инженерными системами зданий // Фотинские чтения. 2016. № 1 (5). С. 185-189.
13. Тарануха Н.Л., Вылегжанина Т.О. Инновационные ресурсосберегающие технологии для повышения эффективности строительства // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2019. № 1 (36). С. 98-101.
14. Грахов В.П., Кузнецов А.Л., Кислякова Ю.Г., Симакова У.Ф., Князева Я.О. Внедрение цифрового управления проектами строительства и эксплуатации энергоэффективных жилых домов // Наука и техника. 2021. Т. 20. № 1. С. 66-74.
15. Иванкина Е.В., Солин Д.В. «Зеленое» строительство как инструмент сокращения бюджета строительства объекта жилой недвижимости // В сборнике: Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании. Материалы 4-ой международной научно-практической конференции. Под ред. В.И. Ресина. 2014. С. 224-232.
16. Николихина С.А., Лисицына Ю.А. Снижение энергопотребления в многоквартирных домах жилищного фонда Российской Федерации: проблемы и пути решения // Микроэкономика. 2017. № 2. С. 59-61.
17. Малашевский Ю.В., Коган А.Б. Проблематика энергосбережения при создании и эксплуатации зданий для государственных функций // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 44 (443). С. 30-36.