



А. Ю. ЖИГУЛИНА
Ю. И. ЮРЧЕНКО

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ: КЛЮЧЕВЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА

ENERGY EFFICIENT BUILDINGS: KEY PRINCIPLES DESIGN AND CONSTRUCTION PRACTICE

Рассмотрены и проанализированы энергоэффективные мероприятия, применяющиеся при строительстве жилых домов в Российской Федерации. Энергоэффективное строительство является действенным способом улучшения жилищных условий населения. Приведены статистические данные, демонстрирующие рост строительства энергоэффективных жилых домов в Российской Федерации. Проанализированы мероприятия, включенные в проект энергоэффективного жилого дома по адресу: г. Самара, Куйбышевский район, пер. Саратовский, запроектированного инженерной компанией «ПАРЕКС». Сделаны выводы о технической возможности и экономической целесообразности строительства подобных зданий в Самарской области.

Ключевые слова: энергоэффективное строительство, энерго- и ресурсосбережение, комфортное жильё

Проблемы энерго- и ресурсосбережения и поиск путей повышения энергоэффективности не теряют своей актуальности. Истощение запасов природных ресурсов, изменение климатических условий, стремительный рост цен на энергоносители – всё это заставляет развивать и совершенствовать энергосберегающие технологии, в том числе и в строительстве.

Одним из направлений внедрения ресурсосбережения является повышение энергоэффективности зданий, в том числе жилых домов. Здания всего мира используют около 40 % всей потребляемой первичной энергии, 67 % всего электричества, 40 % всего сырья и 14 % всех запасов питьевой воды, а также производят 35 % выбросов углекис-

Energy-efficient measures used in the construction of residential buildings in the Russian Federation were considered and analyzed. Energy-efficient construction is an effective way to improve the living conditions of the population. Statistics showing the growth in the construction of energy-efficient residential buildings in the Russian Federation are presented. Measures included in the project of an energy-efficient residential building at the address: Samara, Kuibyshevsky district, per. Saratov, designed by the engineering company "PAREX." Conclusions were drawn about the technical feasibility and economic feasibility of building such buildings in the Samara region.

Keywords: energy-efficient construction, energy and resource saving, comfortable housing

лого газа и чуть ли не половину всех твердых городских отходов [1]. В принятой Парламентом ЕС «Зелёной декларации» указано, что около 84 % энергетических ресурсов от общего бытового и хозяйственного потребления расходуется на отопление и горячее водоснабжение зданий.

Поэтому широкое внедрение энергоэффективных технологий в строительстве, как одной из наиболее энергоемких отраслей человеческой деятельности, позволит снизить потребление энергии и тем самым оказать мощный «оздоравливающий» эффект на экологию в планетарном масштабе.

Ключевыми принципами энергоэффективности являются энергосбережение, повы-

шение уровня комфортности жизни, снижение негативного влияния на природу, улучшение экологической ситуации и получение экономического эффекта от внедрения этого комплекса мероприятий.

Энергоэффективность, в современном понимании, взаимосвязана с такими показателями, как надёжность, комфортный микроклимат, экологичность. Эволюционным продолжением этапа энергосбережения становится переход к понятиям «энергоэффективность» и «устойчивое развитие» [2–4]. Эти концепции все шире внедряются в общественное сознание. Покупатели жилья – современные городские жители – все больше уделяют внимания именно этим аспектам и оценивают свое нынешнее и будущее жилье по этим критериям. Кроме того, немаловажным фактором является сокращение расходов при эксплуатации энергоэффективных зданий. Внедрение современных инженерных систем, контроль количества потребляемых ресурсов, установка счетчиков тепла, воды, электроэнергии осветительных приборов с датчиками движения и т. п. приводят к сокращению эксплуатационных расходов, что при постоянно растущих тарифах является весьма актуальным [5, 6]. Поэтому такие здания являются наиболее инвестиционно привлекательными как сейчас, так и в долгосрочной перспективе.

Реализовать принципы энергоэффективности на практике возможно, подобрав и внедрив мероприятия, способствующие оптимальному использованию энергии, эффективному управлению ее расходованием, что позволяет снижать ее потребление, сокращать вредное влияние на окружающую среду и экономить деньги на энергетических расходах.

Кроме экономических выгод, энергоэффективность способствует повышению уровня комфортности жилья. Правильно спроектированные и построенные с учетом требований энергоэффективности здания сохраняют тепло зимой и прохладу летом, имеют лучшую вентиляцию и освещение, обеспечивая комфортные условия проживания и работы, что способствует улучшению здоровья людей, находящихся внутри.

За десятилетия внедрения в практику строительства энергосберегающих технологий разработан целый набор технических решений. Для повышения энергоэффективности зданий необходимо внедрять инновационные технологии и материалы при проектировании и строительстве зданий по следующим направлениям: герметизация наружного контура здания; оптимизация системы вентиляции с внедрением принципа рекуперации воздуха; сокращение затрат энергии на освещение, отопление и ох-

лаждение при максимально возможном использовании для этих целей альтернативных возобновляемых источников энергии.

Очевидность преимуществ строительства энергоэффективных зданий и практика строительства, демонстрирующая техническую возможность реализации подобных проектов, становятся предпосылками того, что количество энергоэффективных зданий растет как за рубежом, так и в нашей стране.

Первым воплощенным в Российской Федерации проектом энергоэффективного здания стал построенный в Москве в 2002 году многоквартирный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 [7]. В декабре 2010 года в Барнауле состоялся ввод в эксплуатацию 19-квартирного энергоэффективного жилого дома [8]. В 2011 году в Российской Федерации приступили к строительству уже 9 энергоэффективных зданий. Идея энергоэффективного строительства получила поддержку на государственном уровне. Для координации этого движения была создана Государственная корпорация «Фонд содействия реформированию ЖКХ». Была сформирована соответствующая нормативная база, в общественное сознание планомерно внедрялись идеи «зеленого строительства» и устойчивого развития. Все это дало реальные результаты, и в 2016 году по данным, представленным на Официальном сайте Федерального фонда содействия развитию жилищного строительства [9], ситуация была следующая (табл. 1).

В 2021 году в Российской Федерации объем энергоэффективного строительства составлял в среднем по стране уже более 23 % от общего объема строительства. Было построено 2,2 тыс. энергоэффективных жилых домов [10] (табл. 2).

Из приведенных данных видно, что Самарская область в 2021 году занимала 17-е место в рейтинге российских регионов по строительству энергоэффективного жилья.

По оценке финансового института развития в жилищной сфере «ДОМ.РФ» [11] показатели энергоэффективного строительства в 2023 году представлены на рис. 1.

Анализ статистических данных показывает, что в 2023 году Самарская область вошла в топ-15 регионов с наибольшим количеством строящегося энергоэффективного жилья и поднялась на 9-е место в рейтинге из 85 регионов РФ.

Одним из примеров внедрения в практику строительства энергоэффективных мероприятий является созданный инженерной компанией «ПАРЕКС» проект жилого дома по адресу: г. Самара Куйбышевский район, пер. Саратовский.

Запроектированный 24-квартирный жилой дом представляет собой трехэтажное здание прямоугольной формы в плане, плоской

Таблица 1. Статистика проектирования и строительства энергоэффективных жилых домов по федеральным округам РФ в 2016 году
Table 1. Statistics on the design and construction of energy-efficient residential buildings in the federal districts of the Russian Federation in 2016

Округ	Построено, ед.	В стадии строительства, ед.	В стадии проектирования, ед.
Центральный федеральный округ	19	6	0
Южный федеральный округ	4	0	1
Дальневосточный федеральный округ	4	4	1
Сибирский федеральный округ	18	1	1
Приволжский федеральный округ	4	3	1
Северо-Кавказский федеральный округ	9	3	0
Уральский федеральный округ	3	1	0
Северо-Западный федеральный округ	4	1	3
ВСЕГО в Российской Федерации	64	19	7

Таблица 2. Статистика строительства энергоэффективных жилых домов по регионам РФ в 2021 году
Table 2. Statistics on the construction of energy efficient residential buildings by regions of the Russian Federation in 2021

Регион	Объем жилищного строительства, тыс. м ²	Объем энергоэффективного строительства, тыс. м ²	Доля энергоэффективного жилья, %
Москва	15 905	6853	43
Московская область	9582	3460	36
Свердловская область	3252	1293	40
Санкт-Петербург	9809	1032	11
Тюменская область	2480	1032	42
Красноярский край	2045	850	42
Пензенская область	982	679	69
Краснодарский край	7877	649	8
Удмуртская Республика	1381	608	44
Новосибирская область	3021	540	18
Пермский край	1410	502	36
Алтайский край	924	484	52
Воронежская область	1705	448	26
Республика Башкортостан	3345	426	13
Ростовская область	2631	425	16
Приморский край	1184	416	35
Самарская область	1646	384	23
Ленинградская область	3139	381	12
Тульская область	749	346	46
Ярославская область	858	336	39

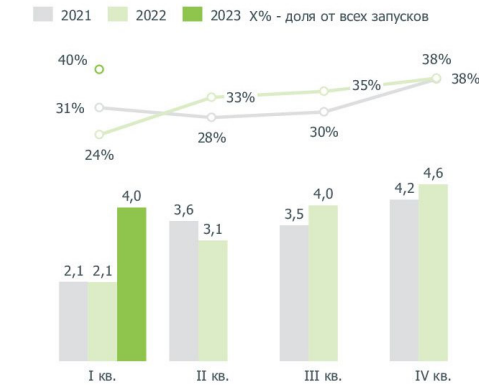
Энергоэффективное жилищное строительство
Показатели энергоэффективного жилищного строительства

Показатель	По состоянию на 01.04.2023	Изменение к 01.01.2023
Количество домов, шт.	2 654	+4,9%
Доля в общем числе домов, %	28,5	+1,3 п.п.
Объем строительства, млн кв. м	32,3	+4,7%
Доля в общем объеме строительства, %	32,8	+1,5 п.п.

Топ-15 групп компаний по объему строящихся энергоэффективных проектов на 01.04.2023, тыс. кв. м (доля в портфеле группы компаний)



Запуски новых энергоэффективных проектов (относящихся к классам А, А+, А++), млн кв. м



Топ-15 регионов по объему строящихся энергоэффективных проектов на 01.04.2023, тыс. кв. м (доля в портфеле региона)



Рис. 1. Показатели энергоэффективного жилищного строительства в РФ
Fig. 1. Indicators of energy efficient housing construction in the Russian Federation

крышей и внутренним водостоком. Размер здания в плане 32,9 x 15,26 м.

Здание сформировано тремя жилыми этажами, техническим помещением, расположенным на крыше, и техническим подпольем (рис. 2).

Высота жилых этажей – 3,0 м, высота помещений технического подполья – 1,78 м. Техническое подполье предназначено для размещения теплового пункта и водомерного узла. На жилых этажах располагаются одно- и двухкомнатные квартиры, электрощитовая и вспомогательные помещения для хранения уборочного инвентаря. В техническом помещении на отметке +8.980

расположено помещение, предназначенное для аккумуляторов солнечных батарей.

Конструктивная система здания – стеновая. Вариант расположения несущих стен – продольно-стеновой. Наружные и внутренние несущие стены запроектированы из полнотелого силикатного кирпича толщиной 380 мм. Наружные стены выполнены с утеплением минераловатными плитами ROCKWOOL типа «ФасадБаттс» толщиной, принятой по теплотехническому расчету 200 мм по технологии «RockFasade». Произведено утепление конструкции покрытия плитой ROCKWOOL

а



б



Рис. 2. Энергоэффективный дом. Визуализация: а – вид 1; б – вид 2

Fig. 2. Energy efficient home. Visualization: a – view 1; b – view 2

толщиной 300 мм и перекрытия технического подполья в два слоя плитами ROCKWOOL толщиной 0,1 и 0,025 м.

Представленные ниже инженерные решения и мероприятия, предложенные в проекте, позволяют значительно сократить потребление тепловой, электрической энергии и воды:

- устройство индивидуального теплового пункта с узлом коммерческого учета тепловой энергии;
- установка геотермального теплового насоса, который является источником теплоснабжения системы отопления;
- установка электронного регулятора температуры, осуществляющего автоматическое регулирование температуры теплоносителя в системе отопления на выходе к потребителям в зависимости от температуры наружного воздуха в соответствии с установленным температурным графиком;
- установка механических теплосчетчиков поквартирного учета тепловой энергии;
- установка водомера ВСХ-20 на входе водопровода в водомерный узел для учета общего расхода воды на здание;
- установка индивидуальных квартирных счетчиков холодной и горячей воды;
- установка на крыше жилого дома вакуумных солнечных коллекторов для приготовления горячей воды в системе ГВС;
- монтаж двухтрубной тупиковой системы отопления с горизонтальной поквартирной разводкой стояков и нижней разводкой магистралей под потолком техподполья;
- установка в качестве нагревательных приборов панельных радиаторов «VOGEL&NOOT» со встроенным термостатическим клапаном;
- установка механических балансировочных клапанов для гидравлической балансировки системы отопления;
- снижение теплопотерь в трубопроводах достигается с помощью прокладки их в теплоизоляционных цилиндрах ROCKWOOL;

▪ устройство тамбуров, оборудованных двойными дверями, позволяет добиться снижения потерь тепла во входной зоне;

▪ экономия электроэнергии достигается за счет коммерческого учета расхода электронными счетчиками типа «Меркурий» (класс точности 1.0);

▪ использование альтернативных источников электроэнергии – солнечных панелей, установленных на крыше здания;

▪ применение светильников со встроенными датчиками движения;

▪ выбор герметичных оконных и дверных конструкций в соответствии с проведенным теплотехническим расчетом для климатического района места строительства по ГОСТ 30674-99 и СНиП 23-02-2003.

Источником теплоснабжения системы отопления является геотермальный тепловой насос. Теплоноситель – вода с параметрами $T = 60-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для приготовления горячей воды в системе ГВС на крыше жилого дома предусмотрена установка вакуумных солнечных коллекторов. Горячая вода на выходе из ИТП имеет температуру $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Автоматическое регулирование системы отопления и ГВС осуществляется в индивидуальном тепловом пункте.

Энергетические показатели здания:

▪ общие теплопотери через ограждающую оболочку здания в течение отопительного периода – 379634 МДж;

▪ теплопоступление в здание от солнечной радиации за отопительный период – 79155 МДж;

▪ потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период – 250408 МДж.

В соответствии с современной международной классификацией домов по энергозатратам, если затраты на отопление помещения

в год составляют менее 324 МДж, дом считается энергоэффективным [5, 6]. В доме, запроектированном инженерной компанией «ПАРЕКС», этот показатель составляет 201,6 МДж. Таким образом, данный жилой дом можно уверенно отнести к энергоэффективным зданиям. Это подтверждается и отечественной классификацией, согласно которой дому присвоен класс энергетической эффективности здания «А» – очень высокий.

Реализация данного проекта позволит сделать еще один шаг к популяризации энергоэффективного строительства, более широкому внедрению энергосберегающих мероприятий и увеличению количества энергоэффективных жилых домов в частности в Самарской области.

Вывод. Резервом дальнейшего увеличения объемов строительства энергоэффективных зданий может стать применение более прогрессивных несущих систем, например сборно-каркасной. Этот вариант конструктивной системы облегчит вес здания и уменьшит нагрузку на фундамент, а также приведет к сокращению количества «мокрых» процессов на стройплощадке, что позволит сооружать комфортные быстровозводимые жилые здания.

Анализ статистических данных и практики строительства, в том числе в Самарской области, позволяет сделать вывод, что энергоэффективное строительство набирает темпы в нашей стране. Количество проектируемых и возводимых энергоэффективных жилых домов постоянно увеличивается, и это является общероссийской тенденцией. Массовое возведение подобных зданий входит в широкую практику российского строительства, что свидетельствует о том, что энергоэффективные технологии становятся все более востребованными в нашей стране.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жигулина А.Ю., Адилова Н.Б. Энергоэффективные жилые комплексы в РФ. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство [Электронный ресурс]: сборник статей / под ред. М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, Е.А. Ахмедовой. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2023. С. 586–593.
2. Вавилова Т.Я. Актуальные тренды архитектурного проектирования в эпоху устойчивого развития. Часть 1. Учет экологических факторов // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, №2. С. 147–155. DOI:10.17673/Vestnik.2023.02.20.
3. Сухинина Е.А. Анализ методов экологической оценки градостроительных проектных решений // Градостроительство и архитектура. 2022. Т.12, №1. С. 123–132. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.16.
4. Рынкoвская М.И., Цурин Е.Д. Процесс адаптации международных концепций устойчивого строительства в России // Градостроительство и архитектура. 2023. Т.13, №1. С. 166–176. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.21.
5. Жигулина А.Ю. Зарубежный и отечественный опыт проектирования энергоэффективных жилых домов // Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 29–30.
6. Широков Е.И. Экодом нулевого энергопотребления – реальный шаг к устойчивому развитию // Архитектура и строительство России. 2009. №2. С. 35–39.
7. Табуничиков Ю.А. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-пресс, 2003. 192 с.
8. Официальный сайт Государственной корпорации – «Фонд содействия реформированию ЖКХ» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fondgkh.ru/news/44215htm/> (дата обращения: 25.05.2024).
9. Официальный сайт Федерального фонда содействия развитию жилищного строительства [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fondrgs.ru/http://energodoma.ru> (дата обращения: 25.05.2024).
10. Обзор жилищного строительства в I кв. 2023 г. <https://pravdaosro.ru/wp-content/uploads/2023/05/0c4gd6fuodmd1kxy0uaxeivr1z84x2fr.pdf> (дата обращения: 25.05.2024).
11. В «Дом.РФ» назвали регионы с самым энергоэффективным строительством/ РБК. 15 ноября 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.дом.рф/media/smi/v-dom-rf-nazvali-regiony-s-samym-energoeffektivnym-stroitelstvom/> (дата обращения: 14.12.2022).

REFERENCES

1. Zhigulina A.Yu., Adilova N.B. Energy-efficient residential complexes in the Russian Federation *Sbornik statey Samar. state tech. univ Traditsii i innovatsii v arkhitekture i stroitelstve* [Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and urban planning], 2023. P.P. 586–593 (in Russian)
2. Vavilova T.Ya. Current trends in architectural design in the era of sustainable development. Part 1. Taking into account environmental factors. *Gradostroitelstvo i arkhitektura* [Urban construction and architecture] 2023. Vol.13, No. 2 p.p.147–155 (in Russian)
3. Rynkovskaya M.I., Tcurin E.D. Process of Adapting International Concepts of Sustainable Construction in Russia. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol.13, no.1, pp.166–176. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.21.
4. Sukhinina E.A. Analysis of Methods for Environmental Assessment of Urban Project Solutions. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022. Vol. 12, no. 1. Pp. 123–132. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.16.
5. Zhigulina A.Yu., Foreign and domestic experience in designing energy-efficient residential buildings *Vestnik SGASU. Gradostroitelstvo i arkhitektura* [Bulletin of SGASU. Urban planning and architecture] 2011. Vol. 1. p.p 29–30 (in Russian)

6. Shirokov E.I. An eco-house of zero energy consumption is a real step towards sustainable development *Arkhitektura i stroitel'stvo rossii* [Architecture and construction of Russia] 2009.No.2. p.p. 35-39(in Russian)

7. Y.A.Tabunschikov, M.M.Brodach, N.V.Shilkin *Energoeffektivnye zdaniya* [Energy Efficient Buildings]. Moscow, AVOK-press, 2003. 192 p.

8. Oficialnyisai Gosudarstvennoikorporacii«Fond-sodeystviareformirovaniyuZHKH» (The official website of the State Corporation – “Fund for Assistance to Housing and Communal Services Reform) Available at: <http://www.fondgkh.ru/news/44215htm/>

9. OficialnyisaitFederalnogofondasodeystvia rasvitiujilishnogo stroielstva. (The official website of the Federal Fund of housing development assistance) Available at: <http://www.fondrgs.ru> <http://energodoma.ru>

10. Available at: <https://pravdaosro.ru/wp-content/uploads/2023/05/0c4gd6fuodmd1kxy0uaxeurb1z84x2fr.pdf>

11. V«DOM.RF»nazvaliregionyssamimenergoeffektivnymsrtoitelstvom/RBK15noyabrya 2021 (To the “House.The Russian Federation” named the regions with the most energy-efficient construction / RBC. November 15th, 2021.) Available at: <https://ardexpert.ru/>

Об авторах:

ЖИГУЛИНА Анна Юрьевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры металлических
и деревянных конструкций
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: auzhigulina@mail.ru

ZHIGULINA Anna Yu.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Metal
and Wooden Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: auzhigulina@mail.ru

ЮРЧЕНКО Юрий Иванович

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры металлических
и деревянных конструкций
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: yuri-yurch@yandex.ru

YURCHENKO Yuri Iv.

PhD in Engineering Sciences,
Associate Professor of the Metal
and Wooden Structures Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: yuri-yurch@yandex.ru

Для цитирования: Жигулина А.Ю., Юрченко Ю.И. Энергоэффективные здания: ключевые принципы и практика проектирования и строительства // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 4. С. 118–124. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.17.

For citation: Zhigulina A.Yu., Yurchenko Yu.I. Energy efficient buildings: key principles design and construction practice. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 4, pp. 118–124. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.04.17.