

О.В. ВОЛИЧЕНКО¹, А.В. ЛИТЯГИНА¹¹ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия

МУЛЬТИКОМФОРТНАЯ СРЕДА В АРХИТЕКТУРЕ БЫСТРОВОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. Проблемы быстровозводимости, экономичности, прочности и энергоэффективности зданий жилой и гражданской архитектуры становятся особенно актуальными в настоящее время, ввиду необходимости в сжатые сроки восстановить разрушенные города и села на вновь присоединенных территориях. В целях экспериментального предложения проекта жилого дома на основе концепции мультикомфорта был проведен анализ развития индустриальных методов строительства. Обзор эволюционного развития индустриального домостроения, позволил выявить его преимущества (скорость строительства, низкая стоимость, простота конструктивных решений и др.), недостатки (низкое качество и уровень комфорта, типовые штампы и др.) и способы их ликвидации (повышение комфорта, энергоэффективность, разработка новых конструктивных решений, художественная выразительность, планировочная вариабильность и др.).

Авторами предлагается разработка проекта быстровозводимого жилого дома на основе инновационных панелей рамного типа, изготовленных в заводских условиях. Данные конструкции быстро монтируются на строительной площадке, отличаются повышенной жесткостью, живучестью и материалоемкостью. Данная конструктивная система предоставляет возможность создавать гибкие архитектурно-планировочные решения с разнообразной пластикой форм здания. Энергоэффективность и мультикомфортная среда жилого дома достигается ориентацией здания на проектируемом участке, использованием изолирующих материалов и остеклением (снижение теплопотерь и шумозащита). Форма здания также обеспечивает тепловой комфорт дворового пространства. Потoki ветра разбиваются выступающими и западающими архитектурными элементами, создающими сложные и содержательные композиционные связи. Применение новых индустриальных конструкций позволяет, используя принципы энергоэффективного проектирования, повысить уровень комфорта и экономичность жилого дома, решить проблемы жизнестойкости и быстровозводимости зданий, создать выразительный архитектурно-художественный облик жилой среды.

Ключевые слова: жилая архитектура, пространственная среда, быстровозводимые здания, мультикомфорт, энергоэффективность, конструктивная структура, ориентация, ветрозащита

O.V. VOLICHENKO¹, A.V. LITYAGINA¹¹Southwestern State University, Kursk, Russia

MULTI-COMFORT ENVIRONMENT IN THE ARCHITECTURE OF PRE-RESTRUCTURED BUILDINGS

Abstract. The problems of prefabrication, cost-effectiveness, strength and energy efficiency of buildings of residential and civil architecture are becoming especially relevant at the present time, due to the need to quickly restore the destroyed cities and villages in the newly annexed territories. For the purpose of an experimental proposal for a residential building project based on the concept of multi-comfort, an analysis of the development of industrial construction methods was carried out. A review of the evolutionary development of industrial housing construction made it possible to identify its advantages (speed of construction, low cost, simplicity of design solutions, etc.), disadvantages (low quality and comfort level, standard stamps, etc.) and ways to eliminate them (increased comfort, energy efficiency, development new constructive solutions, artistic expressiveness, planning variability, etc.).

The authors propose the development of a project for a prefabricated residential building based on innovative frame-type panels manufactured in the factory. These structures are quickly mounted on the construction site, they are characterized by increased rigidity, survivability and material consumption. This constructive system provides an opportunity to create flexible architectural and planning solutions with a variety of plastic shapes of the building. Energy efficiency and multi-comfort environment of a residential building is achieved by the orientation of the building on the designed site, the use of insulating materials and glazing (reduction of heat loss and noise protection). The shape of the building also ensures the thermal comfort of the yard space. Wind currents are broken by protruding and sinking architectural elements, creating complex and meaningful compositional connections. The use of new industrial structures allows, using the principles of energy-efficient design, to increase the level of comfort and efficiency of a residential building, solve the problems of viability and quick erection of buildings, and create an expressive architectural and artistic appearance of the residential environment.

Keywords: residential architecture, spatial environment, prefabricated buildings, multi-comfort, energy efficiency, structural structure, orientation, wind protection.

Архитектура – это способность нашего сознания закреплять в материальных формах чувство эпохи

Ле Корбюзье [1, с. 56]

Введение

Восстановление разрушенных в результате военных действий вновь присоединенных территорий Российской Федерации требует разработки методов быстрого, экономичного и качественного строительства жилых домов, формирующих комфортную и биосовместимую городскую среду. Ретроспективный взгляд на историю становления и развития индустриального домостроения помогает выявить ошибки, недочеты и положительные стороны прошлого для использования их, на более высоком технологическом уровне архитектурно-строительного опыта, в настоящем и будущем. Сборный железобетон обладает несомненными преимуществами по сравнению с монолитными или металлическими конструкциями. В условиях сжатого графика строительства и для достижения экономической эффективности, устойчивости здания и комплексной реализации всего проекта на первый план вновь выступает идея индустриального домостроения. Многочисленные исследования, направленные на изучение архитектурно-типологических, архитектурно-композиционных и конструктивно-технологических проблем массового жилищного строительства, активно велись, начиная со второй половины XX века. В настоящее время задачи быстрого возведения зданий из сборных железобетонных конструкций становятся особенно актуальны как у нас в стране [2-7], так и за рубежом [8-11]. Использование новых конструктивных систем при разработке архитектуры жилых зданий позволяет устранить недостатки типового панельного домостроения – отсутствие свободной планировки, тепло- и шумозащиты, невозможность адаптации первых этажей под функциональные процессы помещений общественного назначения, а подвальных под автопарковку, низкое качество строительства, невыразительное архитектурное решение фасадов, формирующих несовременную городскую среду. Анализ развития методов индустриального строительства с целью создания мульткомфортной среды в архитектуре быстровозводимых зданий еще не проводился, что подтверждает выбор темы статьи, ее практическую и теоретическую значимость.

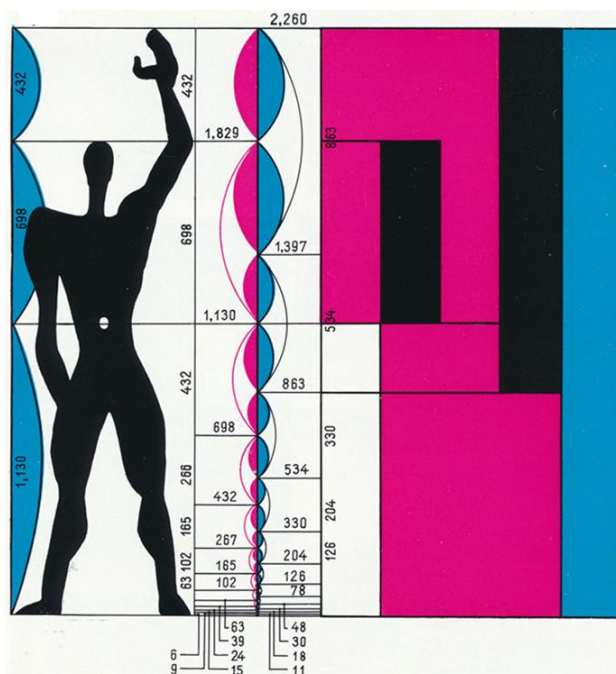
Модели и методы

В XX веке – веке индустриализации и урбанизации, – остро встала проблема быстрого увеличения жилого фонда, темпы роста которого значительно отставали от необходимого уровня. Интенсивное промышленное строительство требовало все большего количества рабочих. Резкое увеличение численности рабочих, а, следовательно, и городского населения, спровоцировало глубокий жилищный кризис. Масштабное разрушение городов, во время Второй мировой войны обострило кризисное положение. Строительная отрасль, по-

прежнему, используя старые методы возведения зданий, была отсталой и архаичной по сравнению с другими быстроразвивающимися сферами промышленности.

Необходимость применения методов конвейерной сборки на строительной площадке пропагандировал французский архитектор Ле Корбюзье – величайший теоретик архитектуры, сформировавший художественное и инженерное мировоззрение, а также архитектурный облик городов XX века [12-14]. Он говорил: «Как автомобиль Форда собирается на конвейере, так и дом должен собираться на строительной площадке» [1, с. 196]. Формула «дом – машина для жилья» предполагала достижение максимальной функциональности – «машина способная удовлетворить наши потребности в комфорте, место пригодное для размышлений, красивое место, создающее необходимый покой для ума» [1, с. 72]; внедрения элементарных геометрических форм; упрощенной конструктивной схемы и удаление декора. Ле Корбюзье рассматривает дом как жилую единицу, подключенную ко всем жизненно важным структурам современного города. Такая типовая единица составляет основу массового жилищного строительства, создавая равные условия для жизни людей. С целью унификации архитектурных и конструктивных элементов здания он разрабатывает универсальную модель пропорциональных отношений жилой единицы и размеров (пропорций) – модульор (см. рисунок 1).

а)



б)

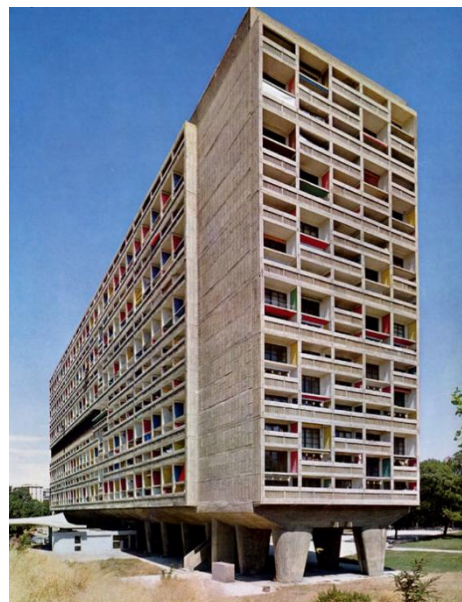


Рисунок 1 - Система типизации архитектурно-конструктивных элементов:
 а) Система гармонических величин – модульор, разработан Ле Корбюзье, 1942-48 гг.;
 б) жилая единица в Марселе, арх. Ле Корбюзье, 1952 г.

Ле Корбюзье вводит целый ряд **архитектурно-планировочных и экологических инноваций**, остающихся актуальными и сегодня – столбы-опоры, свободная планировка внутреннего пространства, ленточные окна, плоскую крышу-сад, не несущую фасадную стену (навесной фасад), инсоляцию помещений и проветриваемость, многофункциональность здания и т.п. [15, с. 330]. Тотально тиражируя по всему миру новые подходы и методы, последователи Ле Корбюзье в результате, девальвировали и обесценили декларируемые им идеи, что в конечном счете привело к их неоправданному отторжению.

В 60-е годы происходит массовый переход к индустриальным методам домостроения. Задача обеспечения населения СССР жильем решалась за счет сокращения сроков строительства (монтаж типовых конструктивных элементов на строительной площадке) и снижения его стоимости (что привело к снижению требований к качеству и комфорту) [16].

Наибольшее распространение получили серии типовых крупнопанельных многоквартирных жилых домов средней этажности (4-5 этажей). Внедрение унифицированных конструктивных элементов и стандартизированных архитектурно-планировочных решений привело к обезличиванию городской застройки, потери художественной образности и региональной уникальности. Основными требованиями строительной программы Н.С. Хрущёва были:

- простота и строгость (элементарная геометрическая форма, отсутствие декора);
- экономичность решений (снижение габаритов, минимальной площади на 1 чел., сокращение полезной и общей площади);
- быстрота строительства (серии типовых проектов, производство готовых деталей для типовых зданий на заводе, метод сборки на строительной площадке).

Жилые комплексы «хрущёвской» застройки отличались продуманной социальной инфраструктурой – наличием детских учреждений, школ, торговых помещений, кинотеатров, спорткомплексов и т. п.) и комфортной средой, организацией и благоустройством дворовых пространств (озеленение, детские и спортивные площадки для детей и взрослых и т.п.) (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Положительные и отрицательные стороны индустриального домостроения 60-х годов XX века

Критерии	Отрицательные качества	Положительные качества
Форма	Безликость, потеря художественной образности	Простота и строгость архитектурных форм
Качество жилого фонда	Снижение – габаритов квартир, шумозащиты, теплового комфорта; удаление архитектурного декора	Экономичность решений, рациональность
	Типовое строительство, снижение уровня комфорта квартир	
Социальная инфраструктура жилого комплекса	Единообразие, однородная модернистская среда	Развернутая инфраструктура (детские учреждения, школы, торговые помещения, кинотеатры, спорткомплексы и т.п.)
Благоустройство территории	Модернистская сетка, типизированная решетка	Озеленение, детские и спортивные площадки для детей и взрослых и т.п.
Образ жилых кварталов	Серость, невыразительность, безликость	Необработанный бетон

В 70-80-е годы на смену пятиэтажным приходят девяти- двенадцати- и шестнадцатиэтажные панельные жилые дома. Увеличивается площадь и высота квартир, появляется пассажирский лифт, мусоропровод, лоджии, встроенные шкафы, кладовые, отдельные санузлы и т.п. Для повышения художественной выразительности добавляются декоративные элементы на панелях, выполненные в заводских условиях [17, с. 4] (см. рисунок 2).



Рисунок 2 - Фрунзе (Киргизия). Многофункциональный 9-ти этажный жилой дом, 1981

Параллельно строились жилые дома смешанного типа с внутренним сборным несущим железобетонным каркасом и наружными несущими кирпичными стенами [18].

В настоящее время панельное домостроение использует аналогичные советским методы строительства (см. таблицу 2). Его основу составляют панели размером в высоту этажа, изготавливаемые на заводе. Отличительная черта – большая площадь и цветная облицовка панелей. Качество строительства зависит в первую очередь от качества изготовления панелей, а для этого необходимо привлекать высококвалифицированных рабочих.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики методов индустриального домостроения 60-х гг. с настоящим временем

60-е гг. XX века	Настоящее время
Дома из панелей, изготовленных на заводе	Дома из панелей, изготовленных на заводе
Соединение палей без цемента (сварка)	Соединение палей без цемента
Комплексная застройка - жилой квартал единое пространство для жизни	Дворы без машин, комплексное благоустройство, огороженные придомовые территории
Пятиэтажная жилая застройка	Четырех- и пятиэтажные дома - стандарт комфортного жилья
Однокомнатная квартира с совмещенным санузлом (S=30 кв.м). 2-х комнатная квартира с проходными комнатами	Квартиры-студии без выделения прихожей и кухни (S=20 кв. м)
Типовой проект (серии 1-447, К-7, II-32, 1-335, 1-510)	Типовой проект (серии 349/01, ГМС-1, И-155-Б, ИП-46С, ТА-714-001)

После запуска программы массового индустриального строительства типовых многоэтажных жилых домов прошло более 60 лет, однако многие методы строительства остаются актуальными до сих пор (см. рисунок 3).



Рисунок 3 - Москва. Жилой комплекс из серии типовых домов «Град 1М», 2023

Современная практика строительства быстровозводимых жилых зданий

Мировым лидером по скорости возведения жилых зданий и разработки конструктивных модулей является Китай. Двенадцать лет назад (2011 г.) в провинции

Хуань за 15 дней был построен пятизвездочный **30-этажный отель «Т30»**. Номерной фонд отеля состоял из 316 номеров стандарт, 32 люкса, 8 полулюкса и 2 президентских люкса. Автомобильная парковка предусмотрена в подвальном этаже; на первом расположены ресторан, бар и тренажерный зал; на последнем этаже – бассейн; на кровле – вертолетная площадка. «Здание при этом признано одним из самых экологических в Китае: *внешняя солнцезащита; высокая энергоэффективность; наличие системы рекуперации тепла и современной очистки воздуха (качество воздуха внутри отеля в 20 раз лучше, чем снаружи); сейсмоустойчиво (выдерживает толчки до 9 баллов)*» [19].

Скорость возведения была обеспечена, во-первых, сборкой крупных металлических элементов заводского изготовления, выполненных заранее, во-вторых, синхронизаций разных этапов строительных работ. Например, установка опор фундаментов и нулевой цикл подвального этажа проводилась одновременно с изготовлением рам, колонн и стеновых панелей. Весь процесс строительства исключал временные и материальные издержки на складирование материалов. Все технологические этапы – проектирование, промышленное производство и транспортировка на стройплощадку конструктивных элементов, – были организованы без хранения. Моментальное использование блоков существенно сократило сроки строительства (см. рисунок 4).

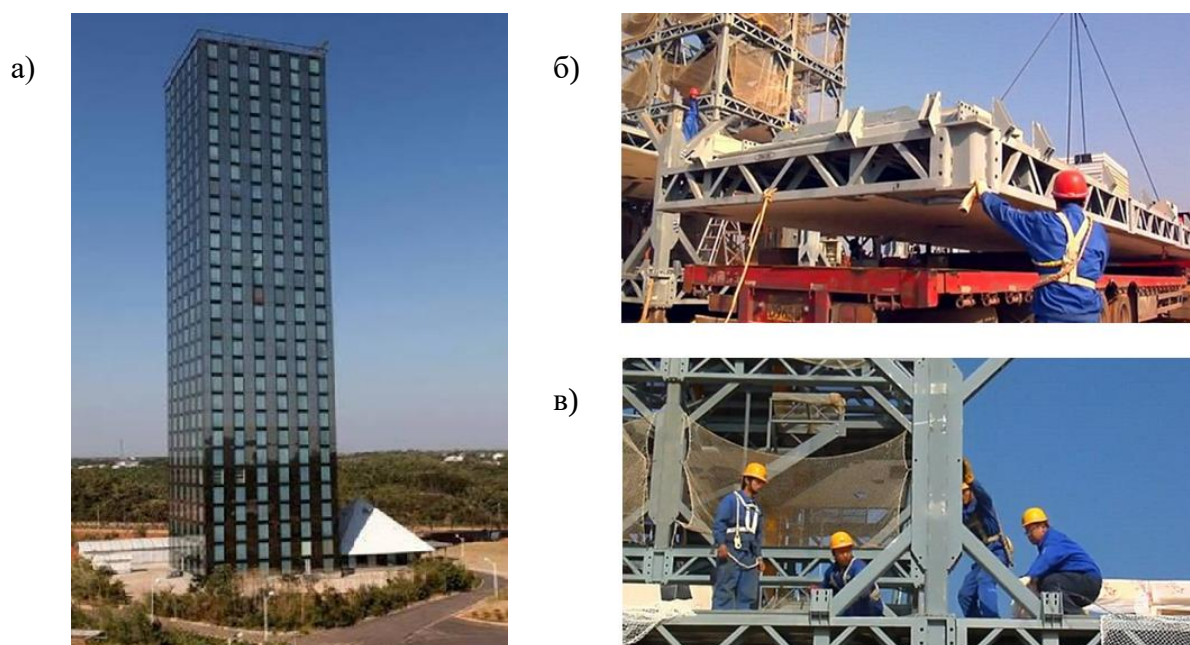


Рисунок 4 - Хуань (Китай). Отель «Т30»:
 а) общий вид; б) панель перекрытия; в) металлический каркас

Сборка **10-ти этажного здания** в городе Мохали (штат Пенджаб, Индия) из заранее изготовленных крупногабаритных стальных элементов, а также готовых инженерных систем было построено за 2 суток. Суммарный вес конструкций достигает 200 тонн. В конструктивной схеме здания была учтена высокая сейсмичность района строительства. Скорость строительства обеспечили 200 высококвалифицированных инженеров и рабочих.

57-ми этажный многофункциональный комплекс «Mini Sky City» в провинции Чанша (КНР) был построен за 19 дней. На первых 10 этажах размещаются офисные и торговые помещения; на остальных – жилые квартиры. Высокая энергоэффективность здания обеспечивается: *хорошей термоизоляцией, толщиной в 20 см; 4-х слойными мультифункциональными стеклопакетами, автоматической солнцезащитой и системой рекуперации свежего воздуха*. На изготовление в заводских условиях всех конструктивных модулей здания (в количестве – 2, 7 тыс.), включая металлический каркас, внешние

ограждающие конструкции и элементы внутренних коммуникаций, ушло 4,5 месяца. Затем 1200 рабочих, работая в 3 смены собрали конструктивные детали небоскреба, подобно лего.

Модульные блоки **10-ти этажного жилого дома «Living Building»** в Чанше (КНР), построенного за 28 ч 45 мин, изготовлены полностью в заводских условиях. Модуль – готовый фрагмент здания, выполненный с внутренней и внешней отделкой, утеплителем и остеклением, и инженерными системами (водопровод, канализация, вентиляция и др.). Затем эти модули с помощью крепежных болтов собираются в единую систему. Основу модульного блока составляют плиты из нержавеющей стали, между которыми проложено множество металлических трубок. Такие плиты в 10 раз легче и в 100 раз прочнее обычных перекрытий. Габариты модуля рассчитывались исходя из удобства его транспортировки. Здание легко собирается и разбирается, обеспечивая мобильность (перенос в другое место, перепланировка и т.п.). Энергоэффективность жилого дома обеспечивается применением «утеплителя толщиной 22 см, окнами из многослойного стекла, наружными солнцезащитными козырьками, а также системой рекуперации тепла и свежего воздуха с интеллектуальным управлением, что позволит потреблять на 80-90% электроэнергии меньше, чем в обычном здании» [20] (см. рисунок 5).

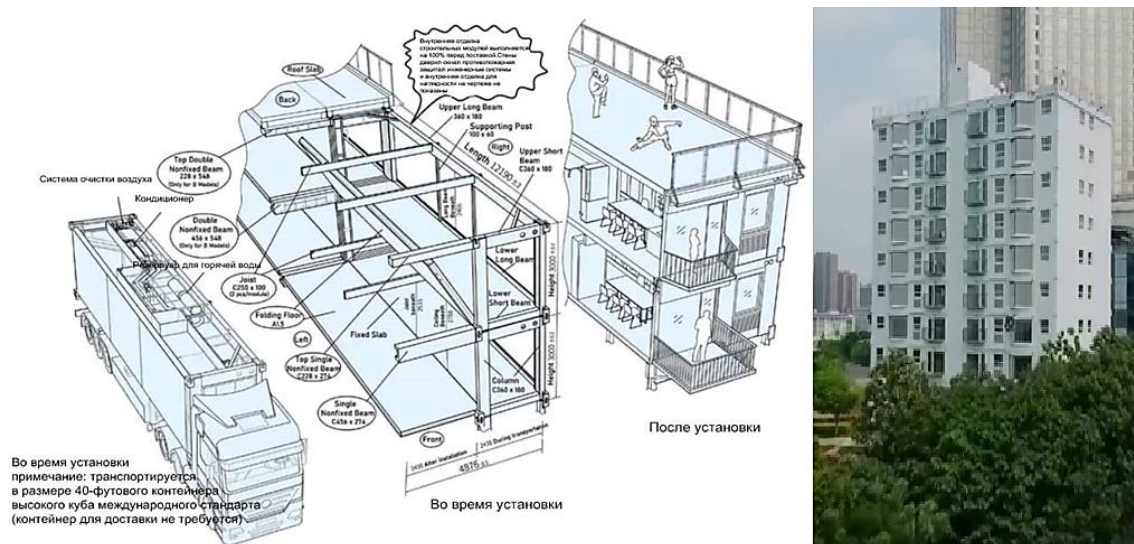


Рисунок 5 - Чанша (Китай). Многоэтажный жилой дом «Living Building» из модульных блоков

Исследование опыта строительства жилых домов из готовых конструктивных модулей, показало, что скорость возведения, жизнестойкость и экономичность системы может в то же время обеспечить высокий уровень средового комфорта, при помощи экологичной направленности проектирования. Высокое потребление энергии в зданиях в основном связано с потерями и получением энергии через ограждающие конструкции. Любое усовершенствование конструкции для повышения энергоэффективности зданий не только значительно сократит потребление энергии, но и приведет к значительным экономическим, социальным и экологическим преимуществам. Существует прямая зависимость между качеством микроклимата современных зданий и их энергосберегающим потенциалом, позволяющим минимизировать затраты на энергию, отопление, водоснабжение и т.п. Мультикомфорт создают при помощи: архитектурно-планировочного решения; инновационных конструктивных систем и строительных материалов; использования изоляционных материалов для тепло-, шумо-, паро- и гидрозащиты; двухкамерных стеклопакетов; благоприятной ориентации, обеспечивающей инсоляцию и ветрозащиту. Многие исследователи обращались к проблемам повышения энергоэффективности зданий в условиях умеренного климата региона [21-24].

Методы архитектурно-градостроительного анализа позволили установить, что концепция многофункциональности жилого дома, включающая как жилые (разнообразные типы квартир с различным планировочным решением), так и коммерческие помещения (коворкинги, досуговые и образовательные центры, кафе, предприятия бытового обслуживания и т.п.) с большим количеством зеленых насаждений, детских и спортивных площадок разных типов и видов активностей становится одним из компонентов мультикомфортной среды.

Результаты исследования и их анализ

Задачи по разработке быстровозводимого энергоэффективного многофункционального жилого дома, отвечающего современным требованиям уровня комфорта и предметно-пространственной организации городской среды, решалась совместно кафедрами «Архитектура, градостроительство и графика» и «Уникальные здания и сооружения» Юго-Западного государственного университета. Участок проектирования площадью 5 га расположен в северной части г. Курска на улице Смородиновой. На участке предполагается разместить два жилых дома и образовательный комплекс (школу и детский сад), выполненных из инновационных панельно-рамных элементов индустриального производства, обеспечивающих вариативность и многообразие архитектурно-планировочного решения, снижение расходов на их транспортировку и монтаж на строительной площадке, увеличение прочности и жесткости конструкций и т.п.

Многофункциональный жилой дом секционного типа (7 секций) объединяет вокруг вертикальных коммуникаций (лифтового и лестничного узла) от 2 до 4 квартир, первый этаж занят помещениями общественного назначения (торговыми, спортивными, досуговыми, бытовых услуг, общественного питания и т.п.) в подвальном размещается парковка для автомобилей (см. рисунок 6).



Рисунок 6 - Проектируемый многофункциональный жилой дом, общий вид

Ступенчатый силуэт периметральной застройки (от 6 до 17 этажей) определяет условия восприятия окружающей среды, размер дворового пространства, характер затенения придомовых территорий. «К определяющим условиям и параметрам архитектурно-планировочных решений относят: 1) форму дома, площадь общая и застройки, конфигурацию остекления; 2) конфигурацию и планировку внутреннего объема здания; 3) конфигурацию строения относительно сторон света, а также интеграцию с природным ландшафтом» [25, с. 246].

На композицию плана повлияло направление и характер воздействия ветров, и характер окружающей застройки, ландшафт местности. Ветровой комфорт важный показатель для общественных территорий на открытом воздухе. В городе Курске среднегодовая скорость ветра составляет 2,4 м/с. В зимнее время преобладает юго-западный и северо-восточный ветер. Как мы видим анализ показывает, что, архитектурно-планировочными средствами и формой здания удалось значительно снизить скорость (см. рисунок 7). Следуя основному принципу органической архитектуры «форма здания должна вытекать, прежде всего, из специфического назначения данного строения и, конечно, тех уникальных условий среды, в которых оно возводится, и в дальнейшем будет функционировать» [26].

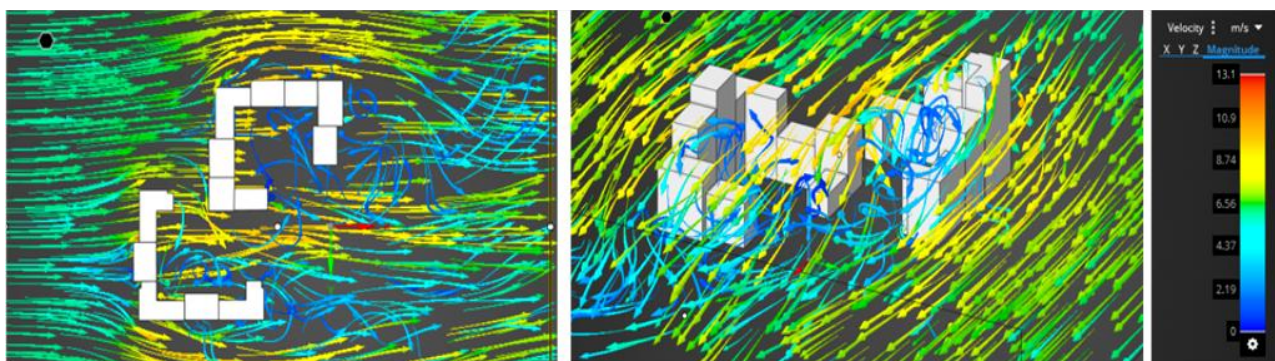


Рисунок 7 - Анализ ветрового режима на территории проектируемых зданий

При разработке концепции проекта многофункционального жилого дома руководствовались принципами – устойчивого экологичного проектирования; критериями мультикомфорта; инновационности; художественной выразительности; семейных и социальных ценностей. Проектное предложение формировалось на основе модели быстровозводимого и экологичного дома, учитывающего экономичность и жизнестойкость конструктивной структуры и материалов, а также климатические характеристики региона (см. рисунок 8).

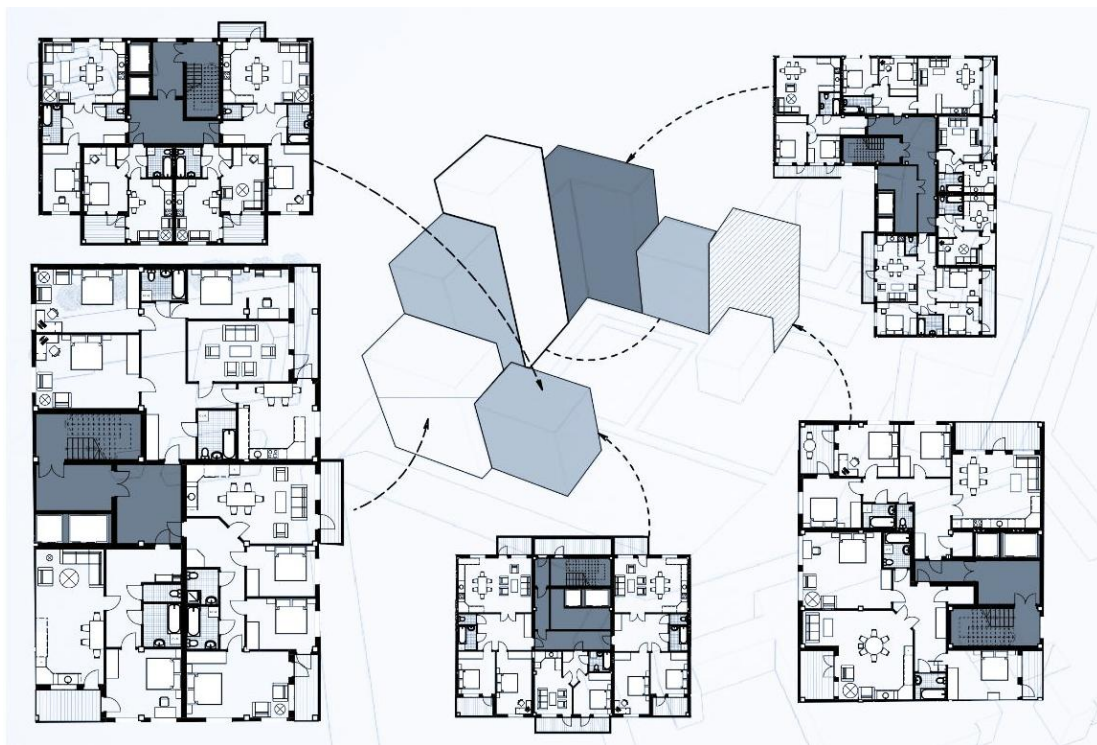


Рисунок 8 - Планировка секций и расположение в доме

Архитектурная концепция заключается в разработке инновационного, отвечающего современным требованиям жилой архитектуры здания с паркингом, зоной общественного назначения и рекреационным дворовым пространством, ориентированном для проведения досуга жителей разных возрастов. На основе использования концепции целостной жилой среды, учитывающей распределение и организацию жизненных процессов как в квартире (индивидуальные), так и в жилой среде (коллективные), решались вопросы повышения уровня комфорта в жилом доме. Оболочка дома – совокупность ограждающих конструкций, его этажность, конфигурация и детали появляется как результат внешнего окружения.

Конструктивная схема здания. В отечественной практике быстровозводимых конструктивных систем преобладает использование железобетонных панельных элементов, включающих – несущие продольные и поперечные стеновые панели, соединенные с плитами перекрытий и наружные самонесущие стены. К существенным недостаткам данной конструктивной схемы можно отнести, во-первых, материал (конструктивный бетон), из которого выполняются внутренние стеновые панели, обладающий высокой энергоемкостью и материалоемкостью. Во-вторых, платформенные стыки, получаемые при сборке панелей, снижают их несущую способность и конструктивную безопасность, что приводит к ограничению этажности.

Наиболее эффективными являются рамные железобетонные конструкции заводского изготовления предназначены для быстровозводимого строительства жилых и гражданских зданий. Они характеризуются низким расходом материала, повышенной несущей способностью, безопасностью и пространственной жесткостью. Несущие сборно-монолитные железобетонные панели-рамы выполняются в виде перевернутых «П»-образных и «L»-образных элементов. Авторы предлагаемой конструктивной системы под руководством академика РААСН В.И. Колчунова, решали проблемы «повышения защиты каркаса от прогрессирующего обрушения при внезапном изменении направления силовых потоков от особого воздействия в виде удаления одной из стоек панели рамы, а также упрощение технологии возведения и снижение материалоемкости всего каркаса здания» [27, с. 6]. Возможность индустриального производства основных несущих элементов каркаса здания: панелей-рам и панелей перекрытия, сокращает материальные затраты и сроки строительства. Здание из панельных элементов, включает – железобетонный каркас из несущих продольных и поперечных стеновых панелей-рам, заполненных внутри легким экологически чистым стеновым рециклируемым материалом; пустотные плиты перекрытия; слоистые самонесущие наружные стены (см. рисунок 9). Данная конструктивная система позволяет более свободно использовать внутренне пространство – от свободной планировки квартиры-студии до изолированных друг от друга внутренних пространств квартиры.

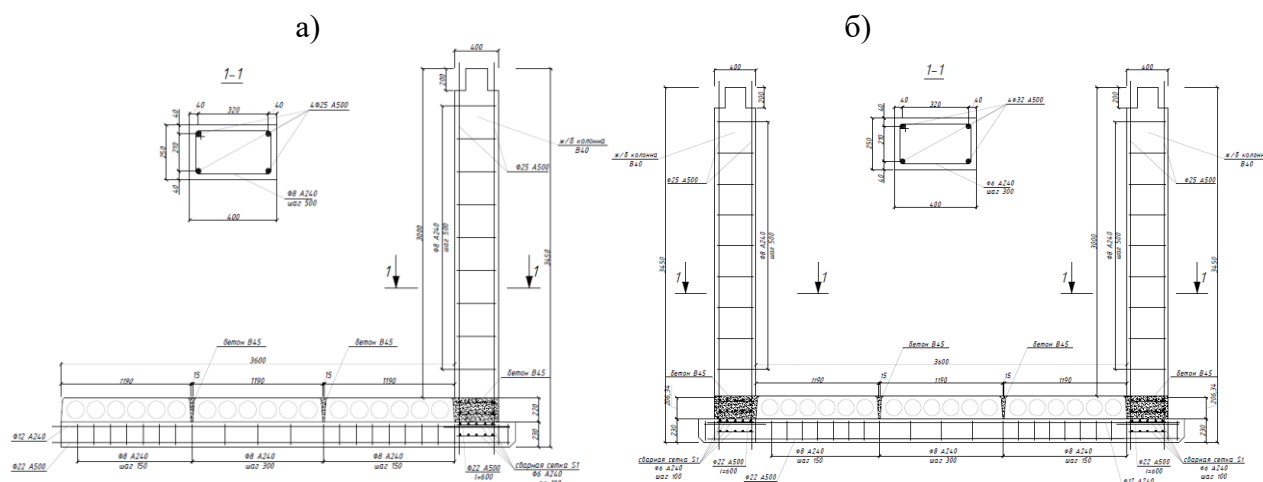


Рисунок 9 – Панели рамного типа: а) L-образная панель; б) П-образная панель

Строительные материалы. Система в виде легких наружных панелей, комплектуемых совместно с минеральными теплоизоляционными материалами и фасадной отделкой с шумопоглощающими свойствами, обеспечивающая энергоэффективность наружных ограждающих конструкций зданий. В проекте используются наружные трехслойные железобетонные стеновые панели, состоящие из трех слоев – наружного, толщиной 70 мм (защитно-декоративного слоя), среднего слоя утеплителя толщиной от 200 до 400 мм и внутреннего несущего железобетонного слоя толщиной 120 мм. Многослойная и эффективная по физико-строительным параметрам система, гарантирует высокую прочность и надежность, устойчивость к атмосферным осадкам и агрессивным воздействиям, увеличивает шумо- и теплоизоляционные показатели. Отделка фасадов позволяет «за счет чередования разномасштабных метрических рядов создавать многообразие архитектурных форм» [28, с. 33] жилой зданий, выполненных из сборных конструкций.

Изоляционные материалы и остекление. Изоляция стен считается критическим параметром, играющим важную роль в определении общих тепловых характеристик здания. Люди чувствуют себя комфортно только в определенном диапазоне влажности и температуры. Большинство людей чувствуют холод при температуре ниже 20°C и жар при температуре выше 28°C; они не чувствуют себя комфортно при влажности ниже 30% и выше 85% [29, с. 15]. Характеристики зданий могут быть значительно улучшены при правильном выборе типов и толщины изоляционных материалов. Защита от внешнего шума обеспечивается ориентацией спальных зон во внутреннее дворовое пространство. Стилобата первых этажей дома, приподнимает окна нижних жилых этажей, что также служит защитой от шума. При использовании надлежащей **теплоизоляции и типа остекления** можно сэкономить от 20% до 55% энергии [30, с. 19]. Применение оптимальной толщины изоляции, среднее энергосбережение и сокращение выбросов CO₂ могут достигать 40% и 63% [31, с. 9]. Большие потери энергии происходили через окна зданий. Поэтому следует тщательно изучить правильный тип остекления, количество слоев остекления и соотношение окон и стен для снижения энергопотребления. Оптимальная экономичная толщина теплоизоляции зависит от ориентации и отношения окна к стене здания. Использование качественных многокамерных стеклопакетов с повышенной шумоизоляцией.

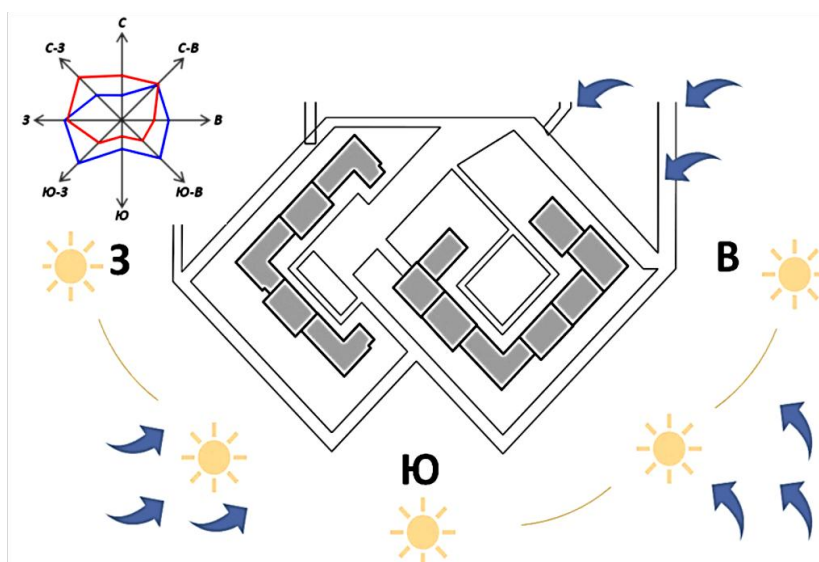


Рисунок 10 - Схема ориентации проектируемых жилых зданий

Ориентация здания играет важную роль в снижении потребления энергии. Архитектурно-планировочная композиция квартир жилого дома оказывает значительное влияние на накопление и перераспределение солнечного света и тепла. Факторы климата,

имеющие векторную направленность – солнечные лучи и ветер – регулируются формой и геометрией открытых пространств, а также планировкой помещений. Способность здания естественным образом обогревать и освещать внутренние помещения может значительно снизить потребность в искусственных системах отопления. Сокращение потребности в отопительных и осветительных приборах приведет к сокращению энергопотребления и повышению эффективности. Наиболее экономичная ориентация составляет $+180^\circ$ от базового уровня. При такой ориентации внешний фасад, обращен в южную сторону. Стекло интенсивно поглощает солнечное излучение, поэтому внешний фасад с большим количеством оконных блоков будет способствовать более высокому уровню проникновения солнечного тепла во внутреннее пространство дома. Способность естественным образом нагревать внутреннее пространство зависит от внешних компонентов здания и от того, как они взаимодействуют с солнцем. «Для обеспечения комфортного теплового режима в здании температура внутренней поверхности ограждающих конструкций должна быть, во-первых, как можно ближе к температуре внутреннего воздуха, а во-вторых, неравномерность этой температуры в различных частях здания необходимо свести к минимуму» [32, с. 92]. Оптимизация ориентации и формы здания может привести к экономии энергии на 36%, максимально используя возможности солнечной энергии для естественного обогрева помещений в холодные месяцы. Учет преимуществ ориентации расположения здания на участке потенциально могут снизить потребность здания в энергии на 20% за счет увеличения количества дневного света, попадающего во внутреннее пространство (см. рисунок 10).

Выводы

Увязывание требований энергоэффективности с целями экономичности, быстровозводимости, повышенной прочности конструктивного решения объектов индустриального домостроения позволяет выработать общие рекомендации по восстановлению разрушенного жилого фонда вновь присоединенных территорий. Методология архитектурного проектирования поддерживает минимизацию затрат в течении всего жизненного цикла здания при максимальной экологической выгоде. Экономия затрат за счет снижения энергопотребления значительно повышается. Энергоэффективная архитектура дает возможность сохранять прохладу в жаркие периоды (без необходимости использования кондиционеров), и тепло – в холодное время (практически не требуя нагревательных устройств и не потребляя энергии), минимизируя таким образом экономические затраты.

В настоящее время существует устойчивая потребность в доступном жилье, которое обеспечивается постоянно совершенствующимися материалами и сборными железобетонными рамными панелями, позволяющими сочетать вариативность планировочные схем с выразительной архитектурной формой, так же как при монолитном строительстве, но значительно сокращая при этом скорость возведения зданий. Рамные панели намного легче традиционных, что обеспечивает значительную экономию при их транспортировке. Технологии сборных конструкций способствуют внедрению экологических решений, снижая углеродный след и давление на окружающую среду. Высокое качество строительства обеспечивает использование современных технологий и оборудования, а также контроль в заводских условиях за критериями изготовления конструктивных элементов.

Эволюционное развитие методов панельного строительства, начиная с середины прошлого века, внедряя и совершенствуя новые технологии, позволили сегодня используя его достоинства (экономичность, скорость строительства и эргономичность) минимизировать отрицательные стороны, обеспечивая комфорт, энергоэффективность и экологичность жилого дома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ле Корбюзье. Архитектура XX века. М.: Прогресс, 1977. 306 с.
2. Воробьев В.С., Сидоренко И.Л. Крупнопанельное домостроение: историческая необходимость и перспективная технология строительной отрасли // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2022. № 1 (60). С. 130-139.
3. Калабин А.В., Куковякин А.Б., Массовая жилая застройка: проблемы и перспективы // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 3 (34). С. 55-60.
4. Казин А. С. Индустриальное домостроение: вчера, сегодня, завтра // Жилищное строительство. 2018. № 10. С. 22-26.
5. Николаев С.В. Обновление жилищного фонда страны на базе крупнопанельного домостроения // Жилищное строительство. 2018. № 10. С. 17-21.
6. Павленко Д.В., Шмелев С.Е., Кузнецов Д.В., Сапронов Д.В., Фисенко С.С., Дамрина Н.В. Универсальная система сборного домостроения РБ-Юг от идеи до воплощения на строительной площадке // Строительные материалы. 2019. № 3. С. 4-10.
7. Царитова Н.Г., Курбанов А.И., Курбанова А.А. Энергоэффективные здания на основе трансформируемых каркасов // Строительство и реконструкция. 2022. № 6(104). С. 91-103.
8. Baghdadi A. Heristchian, M. Kloft, H. Connections placement optimization approach toward new prefabricated building systems // Engineering structures. 2021. Vol. 233. [Online]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029620342498> (date of application: 07.05.2023).
9. Duan Y., Li G. Analysis on the Quality Problems and Preventive Measures of Prefabricated Building Construction // Journal of physics. Conferens series. 2020. Vol. 1648. Is. 3. [Online]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1648/3/032141/meta> (date of application: 07.05.2023).
10. Niemelä T., Kosonen R., Jokisalo J. Energy performance and environmental impact analysis of const-optimal renovation solutions of large panel apartment building in Finland // Sustainable cities and society. 2017. Vol. 32. Pp. 9-30.
11. Blaauwendraal J. Stringer-panel models in structural concrete: applied to D-region design / Cham: Springer, 2018. 99 p.
12. Гидион З. Пространство, время, архитектура. Москва: Стройиздат., 1984. 458 с.
13. Миронов А.В. Философия архитектуры: творчество Ле Корбюзье. Москва: Макс Пресс, 2012. 289 с.
14. Поляков Е.Н., Полякова О.П. Швейцарский период (1887–1917) в жизни и творчестве Шарля-Эдуара Жаннере-Гри (Ле Корбюзье) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 3. С. 9-20. doi:10.31675/1607-1859-2021-23-3-9-20
15. Очерки теории и истории культуры XX века / Отв. ред. Ю В Петров. Томск: Томский государственный университет, 2007. 440 с.
16. Олейник П.П., Пахомова Л.А. Моделирование возведения жилых домов из крупногабаритных блоков. Вестник МГСУ. 2023. Т. 18 (3). С. 463-470. doi:10.22227/1997-0935.2023.3.463-470
17. Сомов Г. Ю. Пластика архитектурной формы в массовом строительстве. М.: Стройиздат, 1986. 206 с.
18. Жданова И.В. Методы повышения качества серийной жилой застройки 70-80-х гг. XX в. // Вестник МГСУ. 2012. № 1. С. 22-26.
19. Самые быстрые стройки мира [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cre.ru/analytics/83393> (дата обращения 11.04.2023)
20. Сочалин О. Китайские инженеры возвели многоэтажный жилой дом за 28 часов [Электронный ресурс]. URL: <https://inlnk.ru/4yMPpp> (дата обращения 11.04.2023)
21. Логвинов В. От «зеленого строительства» к природоинтегрированной архитектуре. Принцип использования форм. Часть 2 // Проект Байкал. 2018. Т. 15. № 55. С. 156-163. doi:10.7480/projectbaikal.55.1310.
22. Бадьин Г.М. Технологии строительства и реконструкции энергоэффективных зданий. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. 464 с. ISBN 978-5-9775-3819-0
23. Кустова Д., Трухачева Г. Энергоэффективная архитектура: Особенности проектирования энергоэффективных жилых комплексов для различных социальных групп населения. Лондон: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 64 с.
24. Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., Бакаева Н.В. Инновационные технологии в строительстве городов. Биосферная совместимость и человеческий потенциал. М.: Издательство АСВ, 2019. 208 с.
25. Прокошев С.А., Сырчин Н.А., Турбинов А.Р., Лапин В.И., Раков Н.Д. Особенности планировочной структуры многоэтажных жилых домов с возобновляемыми источниками энергии // Инновации и инвестиции. 2018. № 3. С. 245-248.
26. Воличенко О.В. Взаимное тяготение и противоречие природных и архитектурных форм (эволюционный аспект) // Архитектон: известия вузов. 2011. № 3(35). С. 6.
27. Патент № 2790148 С1 Российская Федерация, МПК E04B 1/02. Здание из панельных элементов: № 2022121477: заявл. 08.08.2022: опубл. 14.02.2023 / В.И. Колчунов, В.С. Москвцева, Н.В. Федорова, С.Ю. Савин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет».

28. Воличенко О.В. Влияние мейнстримов западного авангарда в архитектуре Центральной Азии // Архитектон: известия вузов. 2013. № 1(41). С. 29-39.
29. De Garrido L. Arquitectura para la felicidad. Madrid: Institute Monsa de Ediciones, 2013. 96 p. ISBN-13: 978-8415223931
30. Binici H., Aksogan O., Demirhan C. Mechanical, thermal and acoustical characterizations of an insulation composite made of bio-based materials // Sustainable Cities and Society. 2016. V. 20. P. 17-26.
31. Yuan J., Farnham C., Emura K. Optimum insulation thickness for building exterior walls in 32 regions of China to save energy and reduce CO2 emissions // Sustainability, 2017. V. 9 (10). P. 1-13.
32. Воличенко О.В. Методы экологического проектирования жилых зданий на примере города Бишкек // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2022. № 2(38). С. 81-97.

REFERENCES

1. Le Korbyuz'e. Arhitektura XX veka [20th century architecture]. M.: Progress, 1977. 306 p. (rus)
2. Vorob'ev V.S., Sidorenko I.L. Krupnopanel'noe domostroenie: istoricheskaya neobhodimost' i perspektivnaya tekhnologiya stroitel'noj otrasli [Large-panel housing construction: historical necessity and promising technology of the construction industry] // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. 2022. No. 1(60). Pp. 130-139. doi:10.52170/1815-9265_2022_60_130 (rus)
3. Kalabin A.V., Kukovyakin A. B., Massovaya zhilaya zastroyka: problemy i perspektivy [Mass residential development. Problems and prospects] // Akademicheskij vuestnik UralNIiproekt RAASN. 2017. No. 3 (34). Pp. 55-60.
4. Kazin A.S. Industrial'noe domostroenie: vchera, segodnya, zavtra [Industrial housing construction: yesterday, today, tomorrow] // Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2018. No. 10. Pp. 22-26. (rus)
5. Nikolaev S.V. Obnovlenie zhilishchnogo fonda strany na baze krupnopanel'nogo domostroeniya [Renovation of the country's housing stock on the basis of large-panel housing construction] // Zhilishchnoe stroitel'stvo. 2018. No. 10. Pp. 17-21. (rus)
6. Pavlenko D.V., SHmelev S.E., Kuznecov D.V., Sapronov D.V., Fisenko S.S., Damrina N.V. Universal'naya sistema sbornogo domostroeniya RB-YUG ot idei do voploshcheniya na stroitel'noj ploshchadke [Universal system of prefabricated housing construction RB-South from idea to implementation at the construction site] // Stroitel'nye materialy. 2019. No. 3. Pp. 4-10. doi:10.31659/0585-430X-2019-768-3-4-10 (rus)
7. Caritova N.G., Kurbanov A. I., Kurbanova A. A. Energoeffektivnye zdaniya na osnove transformiruemykh karkasov [Energy-efficient buildings based on transformable frames] // Stroitel'stvo i rekonstrukciya. 2022. No. 6(104). Pp. 91-103. <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2022-104-6-91-103> (rus)
8. Baghdadi A., Heristchian M., Kloft H. Connections placement optimization approach toward new prefabricated building systems // Engineering structures. 2021. Vol. 233. [Online]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029620342498> (date of application: 07.05.2023).
9. Duan Y., Li G. Analysis on the Quality Problems and Preventive Measures of Prefabricated Building Construction // Journal of physics. Conferens series. 2020. Vol. 1648. Is. 3. [Online]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1648/3/032141/meta> (date of application: 07.05.2023).
10. Niemela T., Kosonen R., Jokisalo J. Energy performance and environmental impact analysis of const-optimal renovation solutions of large panel apartment building in Finland // Sustainable cities and society. 2017. Vol. 32. Pp. 9-30.
11. Blaauwendraal J. Stringer-panel models in structural concrete: applied to D-region design / Cham: Springer, 2018. 99 p.
12. Gidion Z. Prostranstvo, vremya, arhitektura [Raum, Zeit, Architektur]. Moskva: Strojizdat., 1984. 458 p. (rus)
13. Mironov A. V. Filosofiya arhitektury: tvorchestvo Le Korbyuz'e [Philosophy of architecture: the work of Le Corbusier]. Moskva: Maks Press, 2012. 289 p. (rus)
14. Polyakov E.N., Polyakova O.P. SHvejcarskij period (1887–1917) v zhizni i tvorchestve SHarlya-Eduara ZHannere-Gri (Le Korbyuz'e) [The Swiss period (1887–1917) in the life and work of Charles-Edouard Jeanneret-Gris (Le Corbusier)] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2021. T. 23. No. 3. Pp. 9–20. doi:10.31675/1607-1859-2021-23-3-9-20 (rus)
15. Ocherki teorii i istorii kultury XX veka /Otv. red. YU V Petrov [Essays on the theory and history of culture of the XX century]. Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj universitet, 2007. 440 p. (rus)
16. Olejnik P.P., Pahomova L.A. Modelirovanie vozvedeniya zhilyh domov iz krupnogabaritnyh blokov [Modeling the construction of residential buildings from large blocks]. Vestnik MGSU. 2023. T. 18 (3). Pp. 463-470. doi:10.22227/1997-0935.2023.3.463-470 (rus)
17. Somov G. YU. 1986. Plastika arhitekturnoj formy v massovom stroitel'stve [Plasticity of architectural form in mass construction]. M.: Strojizdat, 1986. 206 p. (rus)
18. Zhdanova I.V. Metody povysheniya kachestva serijnoj zhiloy zastroyki 70-80-h gg. XX v. [Methods for improving the quality of serial residential development in the 70-80s. 20th century] // Vestnik MGSU [Proceedings of the Moscow State University of Civil Engineering]. 2012. No. 1. Pp. 22-26. (rus)
19. Samye bystrye strojki mira [The fastest construction sites in the world]. URL: <https://www.cre.ru/analytics/83393> (data obrashcheniya 11.04.2023) (rus)

20. Sochalin O. Kitajskie inzheneri vozveli mnogoetazhnyj zhiloy dom za 28 chasov [Chinese engineers built a multi-storey residential building in 28 hours]. URL: <https://inlnk.ru/4yMPpp> (data obrashcheniya 11.04.2023) (rus)
21. Logvinov V. Ot «zelenogo stroitelstva» k prirodointegrirovannoj arhitekture. Princip ispolzovaniya form. Chast 2 [From «green building» to nature-integrated architecture. The principle of using forms. Part 2] // *Proekt Bajkal*. 2018. T. 15. No. 55. Pp. 156-163. doi:10.7480/projectbaik.55.1310. (rus)
22. Badin G.M. Tekhnologii stroitelstva i rekonstrukcii energoeffektivnyh zdaniy [Technologies of construction and reconstruction of energy efficient buildings]. SPb.: BHV-Peterburg, 2017. 464 p. (rus)
23. Kustova D., Truhacheva G. Energoeffektivnaya arhitektura: Osobennosti proektirovaniya energoeffektivnyh zhilyh kompleksov dlya razlichnyh socialnyh grupp naseleniya [Energy Efficient Architecture: Features of Designing Energy Efficient Residential Complexes for Various Social Groups of the Population]. London: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. 64 p. (rus)
24. Il'ichev V. A., Emel'yanov S.G., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V. Innovacionnye tekhnologii v stroitelstve gorodov. Biosfernaya sovmestimost i chelovecheskij potencial [Innovative technologies in the construction of cities. Biospheric Compatibility and Human Potential]: uchebnoe posobie. M.: Izdatelstvo ASV, 2019. 208 p. (rus)
25. Prokoshev S.A., Syrchin N.A., Turbinov A.R., Lapin V.I., Rakov N.D. Osobennosti planirovochnoj struktury mnogoetazhnyh zhilyh domov s vozobnovlyaemymi istochnikami energii [Features of the planning structure of multi-storey residential buildings with renewable energy sources] // *Innovacii i investicii*. 2018. No. 3. Pp. 245-248. (rus)
26. Volichenko O.V. Vzaimnoe tyagotenie i protivorechie prirodnyh i arhitekturnykh form (evolyucionnyj aspekt) [Mutual attraction and contradiction of natural and architectural forms (evolutionary aspect)] // *Arhitekton: izvestiya vuzov*. 2011. No. 3(35). Pp. 6. (rus)
27. Patent № 2790148 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK E04B 1/02. Zdanie iz panelnykh elementov [Panel building]: № 2022121477: zayavl. 08.08.2022: opubl. 14.02.2023 / V.I. Kolchunov, V.S. Moskovceva, N.V. Fedorova, S.YU. Savin; zayavitel Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Yugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet». (rus)
28. Volichenko O. V. Vliyanie mejnstrimov zapadnogo avangarda v arhitekture Centralnoj Azii [Influence of mainstream Western avant-garde in the architecture of Central Asia] // *Arhitekton: izvestiya vuzov*. 2013. No. 1(41). Pp. 29-39. (rus)
29. De Garrido L. Arquitectura para la felicidad. Madrid: Institute Monsa de Ediciones, 2013. 96 p.
30. Binici H., Aksogan O., Demirhan C. Mechanical, thermal and acoustical characterizations of an insulation composite made of bio-based materials // *Sustainable Cities and Society*. 2016. V. 20. Pp. 17-26.
31. Yuan J., Farnham C., Emura K. Optimum insulation thickness for building exterior walls in 32 regions of China to save energy and reduce CO2 emissions // *Sustainability*. 2017. V. 9 (10). Pp. 1-13.
32. Volichenko O.V. Metody ekologicheskogo proektirovaniya zhilyh zdaniy na primere goroda Bishkek [Methods of ecological design of residential buildings on the example of the city of Bishkek] // *Biosfernaya sovmestimost: chelovek, region, tekhnologii*. 2022. No. 2(38). Pp. 81-97. doi:10.21869/2311-1518-2022-38-2-81-97. (rus)

Информация об авторах:

Воличенко Ольга Владимировна

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия,
доктор архитектуры, профессор кафедры архитектуры, градостроительства и графики.
E-mail: wolitschenko@mail.ru

Литягина Арина Вячеславовна

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия,
студентка кафедры архитектуры, градостроительства и графики.
E-mail: arina.lityagina@gmail.com

Information about authors:

Volichenko Olga V.

Southwest State University, Kursk, Russia,
doctor of architecture, professor of the department of architecture, urban planning and graphics.
E-mail: wolitschenko@mail.ru

Lityagina Arina V.

Southwest State University, Kursk, Russia,
student of the department of architecture, urban planning and graphics.
E-mail: arina.lityagina@gmail.com