



Архитектура жилых зданий из крупных панелей – тенденции формирования

© О. И. Саландаева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

Резюме: Цель – исследование опыта и тенденций проектирования и строительства жилых зданий с использованием крупных панелей, в том числе в структуре формообразующей составляющей селитебных территорий города. Строительство, реконструкция и/или реновация жилых крупнопанельных зданий в нашем регионе приобретает особую актуальность в контексте государственных программ повышения устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации и Иркутской области в частности. Опыт отечественного и зарубежного строительства с использованием крупных панелей позволяет структурировать изучаемый материал и выделить несколько аспектов исследования: а) стилистические и планировочные приемы формирования жилой застройки; б) вариативность архитектурного формообразования жилых зданий в соответствии с социальной востребованностью и экономическим потенциалом; в) индустриальные методы строительства, отображающие технические достижения определенного периода; г) использование современных инструментов создания структуры, композиции и фактуры фасадов; д) сейсмостойкость зданий в зависимости от территориальных условий и периода строительства. Как показало исследование, существующие крупнопанельные здания старой постройки имеют значительный физический и сейсмический износ, а также часто не соответствуют техническим, социальным и эстетическим требованиям, и потому нуждаются в реконструкции или реновации. Данные об опыте крупнопанельного домостроения позволяют объективно утверждать, что развитие и совершенствование технологий возведения жилых зданий с использованием крупных панелей заводского или площадочного изготовления, современный уровень строительных технологий, разнообразие строительных и отделочных материалов и инструменты архитектурного моделирования способны помочь преодолеть проблему однотипности существующих и строящихся жилых зданий и обеспечить хорошее качество архитектуры и строительства, высокий уровень энергоэффективности и сейсмостойкости в массовом строительстве жилых зданий.

Ключевые слова: жилые крупнопанельные здания, жилая застройка, архитектурное моделирование, сейсмостойкость, сейсмичность, сейсмогеологические условия территории

Для цитирования: Саландаева О. И. Архитектура жилых зданий из крупных панелей – тенденции формирования // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 3. С. 544–561. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-544-561>.

Architecture of prefabricated large-panel housing - tendencies in development

Olga I. Salandaeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

Abstract: The paper discusses the experience and trends in the design and construction of residential buildings using large prefabricated panels, including a shape-generating factor of residential areas in the city. In the seismic regions of the Russian Federation and the Irkutsk region, in particular, the construction, reconstruction and renovation of large-panel housing have become of particular relevance owing to state programmes to increase the stability of residential buildings and basic and life-support infrastructure. The domestic and foreign experience in construction using large panels allows the information to be systematised and several aspects of the study to be highlighted: a) stylistic and planning methods for developing residential buildings; b) the variability of the architectural form making of residential buildings following social demand and economic potential; c) industrial construction methods,

reflecting the technical achievements of a certain period; d) using conventional tools to create a structure, arrangement and texture of facades; e) seismic capacity of buildings depending on site conditions and construction period. The results indicate that old prefabricated large-panel buildings have significant physical and seismic deterioration and rarely meet technical, social and aesthetic requirements; therefore, reconstruction or renovation is necessary. Experimental data evidences the following. Developing and improving the construction technologies of residential buildings using prefabricated or on-site produced large panels, state-of-the-art construction technologies, a variety of construction and finish materials, tools of architectural modelling will overcome the uniformity of existing residential buildings and buildings under construction. They also ensure good construction quality, a high level of energy efficiency and seismic capacity in mass housing construction.

Keywords: residential large-panel buildings, residential development, architectural modeling, seismic resistance, seismicity, seismogeological conditions of the territory

For citation: Salandaeva O. I. Architecture of prefabricated large-panel housing - tendencies in development. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(3):544-561. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-544-561>.

Введение

Технология крупнопанельного домостроения (КПД) – способ сборного строительства зданий типовых серий из элементов, которые изготавливаются на специализированных предприятиях (комбинаты КПД), заводах (заводы КПД, заводы железобетонных изделий и пр.) или специально оборудованных производственных площадках. Предприятия преимущественно ориентированы на долгосрочный выпуск неизменяемой продукции, что препятствует созданию многоплановой архитектуры жилых зданий массовой застройки. Реализовать возможность моделирования крупнопанельных жилых зданий с увеличением вариативности формообразования позволяет создание гибких технологических процессов. Данный способ эффективен для обеспечения качественной архитектуры жилых зданий разной этажности с разнообразными планировочными решениями. В отечественном современном опыте проектирования и строительства жилых зданий в условиях высокой сейсмичности с использованием технологии КПД устойчиво прослеживается приоритетное влияние строительного сейсмостойкого конструирования в соответствии с нормативными требованиями и на базе существующей строительной индустрии регионов¹ [1–12]. Существующие крупнопанельные здания старой постройки нуждаются в преоб-

разовании в связи с моральным, физическим и сейсмическим износом.

Методы

Изучен отечественный и зарубежный опыт возникновения технологий и методов крупнопанельного домостроения и его развития; опыт проектирования и строительства жилых зданий из крупных железобетонных изделий [13–15]. Исследованы основные типы крупнопанельных жилых зданий массового строительства и жилищная застройка Байкальского региона и Улан-Батора автором в составе коллектива лаборатории сейсмостойкого строительства Института земной коры СО РАН; проведены натурные исследования жилых зданий и жилой застройки Окленда (Новая Зеландия). Изучены материалы исследований жилой застройки Иркутска, проанализированы и предложены гипотетические возможности и тенденции развития жилых зданий с учетом сейсмогеологических условий, согласующиеся с общегосударственным нормированием строительства в сейсмических районах, и тенденции современных архитектурных преобразований застройки. Рассмотрены требования отечественного архитектурного конструирования, которые отсылаются на воздействие сейсмических нагрузок. Изучен опыт преобразования существующей жилой застройки из крупнопанельных зданий. В данной статье рассмотрены основные задачи и спосо-

¹История индустриального домостроения: эксперименты с каркасом и панелью [Электронный ресурс] // Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: https://stroim.mos.ru/builder_science/istoriya-industrialnogo-domostroeniya-eksperimenty-s-karkasom-i-panelu?from=cl (09.05.2021); Кусаинов А.А., Ильичев В.А., Ботабеков А.К., Хенкель Ф.О., Шальк М., Холь Д. Проектирование сейсмостойких конструкций с комплектными системами сухого строительства: учеб. пособие. / под общ. ред. А.А. Кусаинова и В.А. Ильичева. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. 272 с.; Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений. М.: МЧС России, 2003. 85 с.

бы актуального архитектурного моделирования жилых зданий с использованием крупных панелей, в том числе способствующих обеспечению сейсмической устойчивости и сейсмической безопасности сооружений.

Результаты и их обсуждение

Крупнопанельное домостроение зародилось в Америке и получило широкое распространение на территориях европейских, восточных государств и СССР в XX веке. Первый опыт разработки и строительства жилых зданий с использованием крупных панелей из армированного бетона был реализован в 1910 г. по технологии, разработанной инженером и архитектором Гросвенором Аттербери. «Аттербери развивал практику загородного дома, особенно на Лонг-Айленде. Этот разносторонний архитектор с легкостью создавал самые разные проекты: от таунхаусов до макетов многоквартирных домов, от загородных усадеб до лофтов. Но он был мыслителем, особенно интересовавшимся тем, как делать не просто лучшие особняки, но и лучшие города»² (рис. 1–3). Фонд для улучшения городских условий жизни в 1909 году уполномочил Гросвенора Аттербери вместе с Джоном Чарльзом Олмстедом и Фредериком Лоу Олмстедом-младшим проектировать пригород Нью-Йорка – город-сад Форест-Хиллз в Куинсе на территории 142 акров. Они реализовывали английскую идею города-

сада, создали изогнутую структуру улиц, парков и компактных участков под застройку одно-, двух- и многоквартирных жилых домов разных экономических классов, в том числе и для улучшения жилищных условий рабочих. Г. Аттербери поставил и решил задачу снижения стоимости комфортных жилых зданий – провел научные исследования, эксперимент возведения стен из формованных бетонных плит и достиг снижения затрат на 20%. «Аттербери разработал систему сборных железобетонных панелей, созданных за пределами участка и собранных на месте, из которых был построен каждый дом в сообществе. Это было первое из его продолжающихся исследований использования сборных материалов. За свою карьеру Аттербери работал над более чем 100 проектов, включая заказы для Джона Д. Рокфеллера-младшего. Его статья “Образцовые города в Америке” о Форест-Хиллз-Гарденс для июльского номера Скрибнера 1912 года вдохновила других первых городских планировщиков»³. В Европе описанная технология известна как Система Аттербери. Такие эксперименты архитектор продолжал на протяжении всей своей жизни. Г. Аттербери отличался от большинства других специалистов своим постоянным интересом к жилищному и другим социальным вопросам.

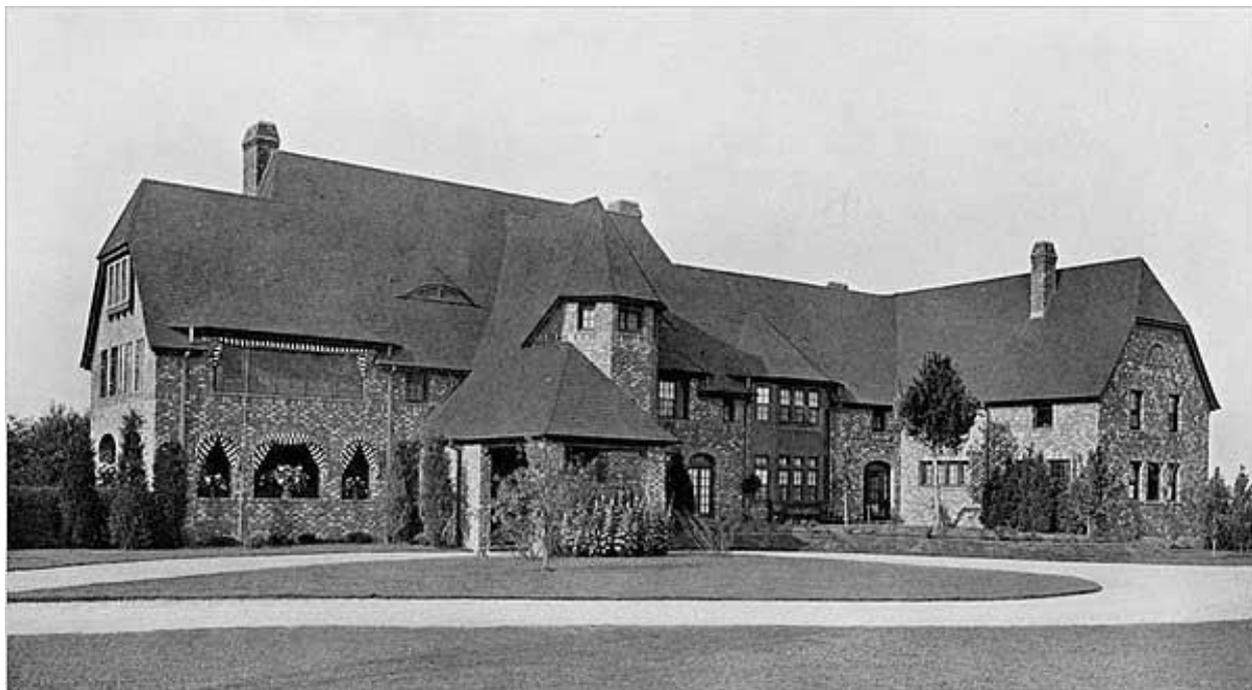


Рис. 1. Дом Генри Тревора в Саутгемптоне, штат Нью-Йорк, 1913 г. Фото из *Brickbuilder* 1913 г.
Fig. 1. The Henry Trevor house in Southampton, N.Y., 1913. The photo from *The Brickbuilder*, 1913

²1869–1956 Grosvenor Atterbury. Available from: <https://tclf.org/pioneer/grosvenor-atterbury> (06.07.2021).

³Там же.

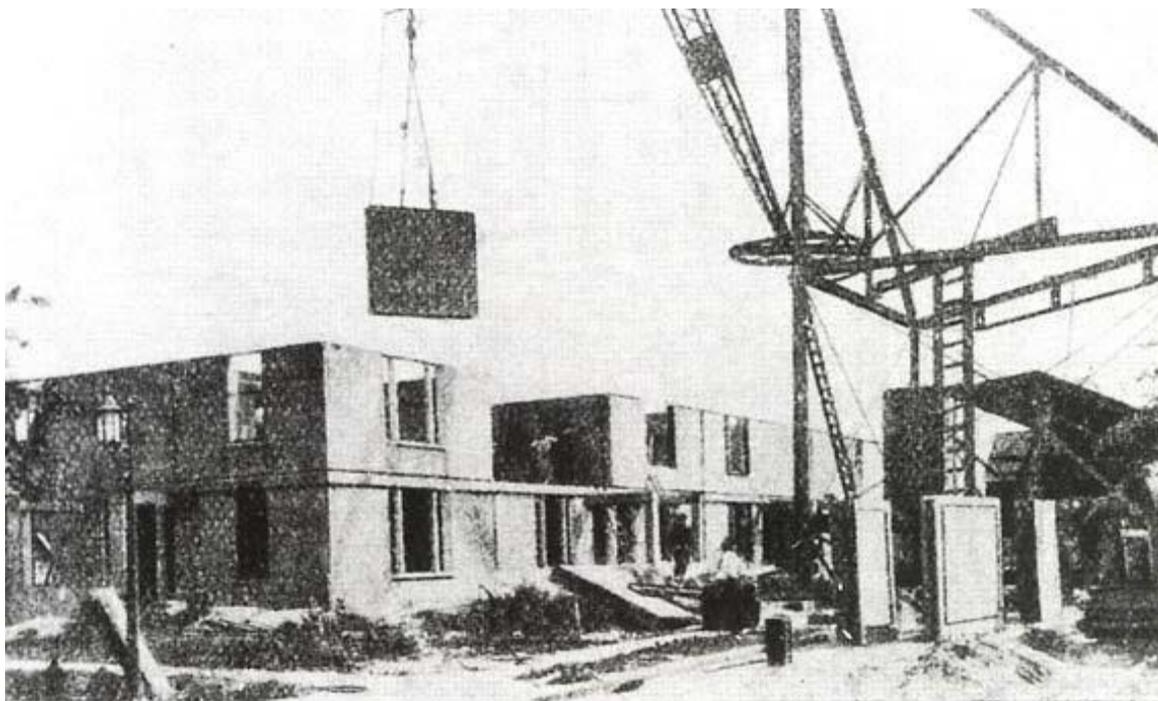


Рис. 2. Монтаж экспериментального бетонного дома Г. Аттербери
Fig. 2. Installation of G. Atterbury's experimental concrete house



Рис. 3. Один из экспериментальных бетонных домов Г. Аттербери в Сьюарене, штат Нью-Джерси. Фото *Standardized Housing Corporation / The Manufacture of Standardized Houses*
Fig. 3. One of G. Atterbury's experimental concrete houses in Sewaren, N.J. Photo by *Standardized Housing Corporation / The Manufacture of Standardized Houses*⁴

⁴Walker A., Pennoyer P. *The Architecture of Grosvenor Atterbury*. W.W. Norton & Company, 2009. 288 p.

Экспериментальное и индивидуальное строительство жилых домов велось с учетом национальных и государственных традиций до 20-х гг. XX в., но последствия Первой мировой войны стали причиной рождения нового течения в архитектуре, которое с 1950-х годов получило название интернационального стиля. Его основные принципы: отказ от историчности и ее формообразующих стилей, применение прогрессивных строительных материалов (сталь, стекло, предварительно напряженный бетон), отказ от изысков и украшения зданий. Урбанизация и острая потребность в доступном жилье в сжатые сроки стимулировала строительство сборных типовых жилых зданий без излишеств.

Строительство кварталов из типовых зданий началось в 1920-х годах. Архитектор Мартин Вагнер в 1921 г. реализовал проект «бетонной деревни» в одном из районов восточного Амстердама и в 1926 г. в районе Лихтенберге Берлина – первое типовое здание. В 1925 году на Международной выставке в Париже архитектор Ле Корбюзье презентовал «жилую единицу» многоквартирного дома в

натуральную величину как составляющий элемент павильона «Эспри Нуво». Марсельский блок (1947–1952) – многоквартирный жилой дом в зеленой зоне Марселя – Ле Корбюзье задумал как дом-коммуну, с типовыми квартирами в двух уровнях «дуплекс», внутренним общественным ядром, расположенным в центральной части по высоте и включающим почту, библиотеку, магазины, кафе и пр.

Фасады здания с лоджиями выполнены в технике активной полихромии с использованием ярких чистых цветов. Пропорционирование фасадов Ле Корбюзье разработал по своей системе «Модулар» (рис. 4). По проектам, основанным на концепции «жильной единицы», после Второй мировой войны были построены жилые крупнопанельные здания (с типовыми квартирами) в городах Нант-Резе (1955), Бриан-Форе (1961), Фирмини (1968), Западный Берлин (1957) (рис. 5). Философия и архитектура «жильного дома Ле Корбюзье» была признана мировым строительным сообществом и принята как эталон для эффективного решения массового строительства жилья.

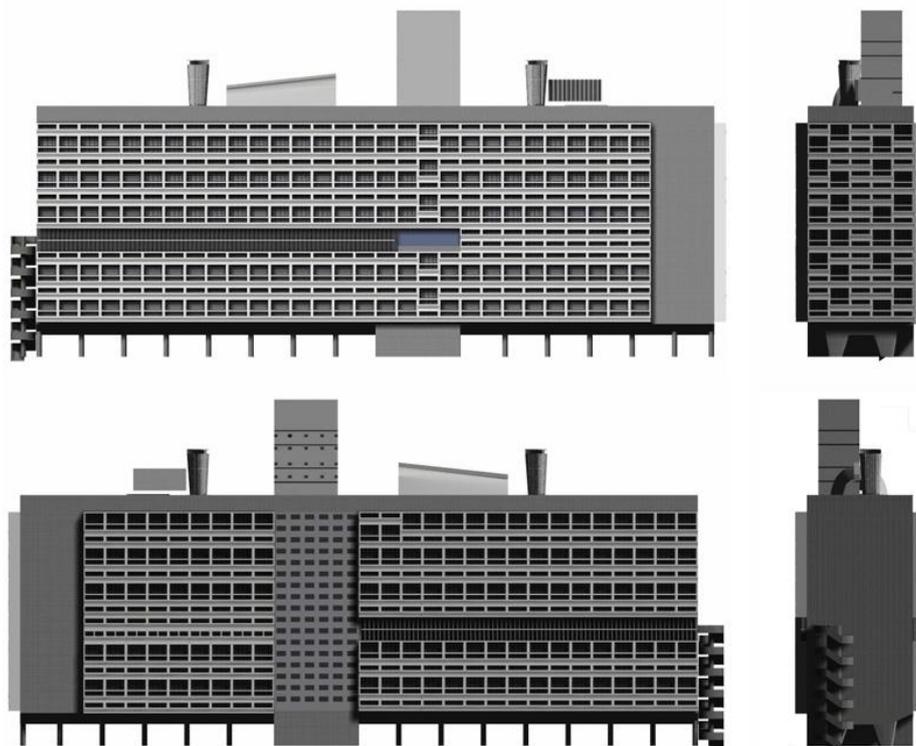


Рис. 4. Марсельская жилая единица (Unité d'Habitation) – семнадцатизэтажный единый комплекс в Марселе (1945–1952), расположен среди парка на бульваре Мишле⁵

Fig. 4. The Marseille residential unit (Unité d'Habitation) is a seventeen-story single complex in Marseille (1945–1952) located in the middle of a park on Boulevard Michelet

⁵Жилая единица (Unité d'Habitation), Марсель, Франция. 1945–1952 [Электронный ресурс] // Le Corbusier. Totalarch. URL: http://corbusier.totalarch.com/unite_d_habitation_marseille (06.07.2021).



Рис. 5. Крупнопанельный жилой дом, архитектор Ле Корбюзье. Жилая единица (Unité d'Habitation) в Берлине⁶. Построена в 1957 году.

Fig. 5. Large-panel residential building, architect Le Corbusier. Housing unit (Unité d'Habitation) in Berlin. Built in 1957

Примером первого эксклюзивного отечественного опыта строительства жилых зданий с применением крупных индустриальных изделий, а именно сборных железобетонных блоков, является жилой дом, построенный в 1940 г. по проекту архитекторов Андрея Булова и Бориса Блохина на Ленинградском проспекте в Москве. Планировочные решения квартир уже начали отражать общие тенденции в строительстве жилья в Америке и Европе –

были предусмотрены совмещенные санузлы и малые кухни в расчете на изменения бытовых условий, а именно заказы готовых блюд в кафе, расположенном на 1 этаже. Высота помещений оставалась 3,2 м. Фасады были декорированы рельефами, ажурные решетки ограждали лоджии, впоследствии здание стали называть «Ажурный дом» (рис. 6). Проект планировался как типовой, но реализации массового строительства помешала Вторая мировая война.



Рис. 6. Шестиэтажный крупноблочный жилой дом на Ленинградском шоссе⁷, построенный архитекторами А.К. Буловым и Б.Н. Блохиным в 1939–1940 гг.

Fig. 6. A six-story large-block residential building on the Leningradskoe highway, built by architects A.K. Burov and B.N. Blokhin in 1939–1940

⁶Фото из сети интернет. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a1/Corbusierhaus_B-Westend_06-2017.jpg (06.07.2021);

Сносная архитектура: краткая история хрущевок [Электронный ресурс] // Bazaar. URL: <https://bazaar.ru/lifestyle/design/snosnaya-arhitektura-kratkaya-istoriya-hrushchevok/> (06.07.2021).

⁷Крупноблочный жилой дом на Ленинградском проспекте, 27 [Электронный ресурс] // Культура.РФ. URL: <https://www.culture.ru/institutes/13800/krupnoblochnyi-zhiloi-dom-na-leningradskom-prospekte-27> (06.07.2021).

Начиная с 1940 г. под руководством Г. Кузнецова начались научные исследования и разработка проекта панельно-каркасного жилищного строительства в НИИ строительной техники Академии архитектуры СССР, прерванные Второй мировой войной. В 1943–1944 гг. остро встал вопрос о строительстве капитального жилья в ограниченные сроки.

Был создан первый завод для изготовления строительных конструкций и деталей, и первый в стране панельный дом был собран в декабре 1945 года. Метод получил широкое применение в период индустриализации в СССР, что было связано с необходимостью обеспечения благоустроенным недорогим жильем трудящихся, в том числе на новых и развивающихся территориях. Идея типового индустриального строительства согласовывалась с планами партии и правительства того периода. «В 1947–1948 годах по проекту, разработанному в НИИ строительной техники Академии архитектуры СССР (арх. Б. Богомолов, инж. Г. Кузнецова), на Соколиной горе возводится первый экспериментальный каркасно-панельный дом с полным каркасом из стали»⁸. Примеры выразительного решения крупнопанельных жилых зданий реализованы в Москве, Петербурге, Вильнюсе, Минске, Алматы, Иркутске и проч. (табл. 1).

Институтом «Ленпроект» в середине 50-х годов была разработана типовая серия крупнопанельных жилых домов 1-506 и первые экспериментальные жилые дома (серия 1-506Э), которые известны как панельные «сталинки» с полноценными площадями и высотой помещений и толстыми стенами.

Архитекторы и проектировщики СССР внесли значительный вклад в создание жилых зданий КЖД на территориях с разным климатом; они разрабатывали проекты для территорий с суровыми природными условиями, высокими и низкими температурами, сильными ветрами, снежными заносами, вечной мерзлотой и высокой сейсмичностью. Ленинградские архитекторы разрабатывали 4-, 5-, 9-этажные типовые проекты жилых зданий для разных климатических условий, в том числе для сейсмических районов.

Типовые проекты ленинградских архитекторов использовали в городах: Мурманск, Тюмень, Сургут, Надым, Архангельск, Ангарск, Воркута, Норильск, Якутск, Магадан и др. Были разработаны типовые проекты для поселков Байкало-Амурской магистрали на терри-

ториях с сейсмичностью 7–8 баллов и вечной мерзлотой.

Номенклатура элементов заводского изготовления в отечественном КЖД обеспечивает, как правило, полную сборку зданий и включает: крупные железобетонные стеновые панели разного назначения, плиты покрытия и перекрытия, санитарно-технические кабины, объемные блоки шахт лифтов, вентиляционные блоки, элементы лестничных клеток, балконов, лоджий, эркеров, карнизов, парапетов и пр. Но типовые формообразующие изделия имели ограниченное количество типоразмеров в рамках установленных сериями стандартных параметров.

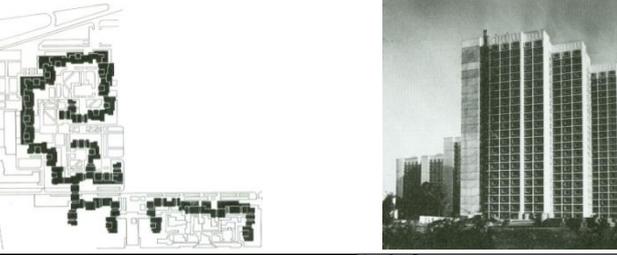
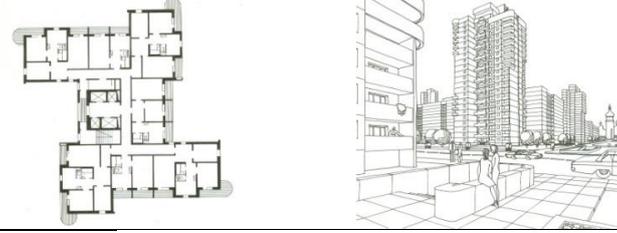
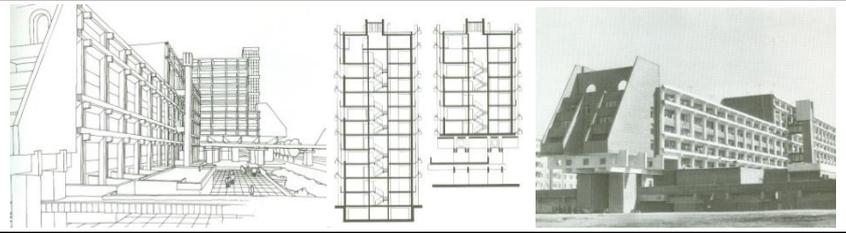
Основные способы производства железобетонных изделий: а) вертикальное формование в кассетах (кассетный); б) горизонтальное формование на поворотных обогреваемых вибростолах; г) агрегатно-поточный метод (формование панелей в горизонтальном положении в отдельных формах), или конвейерный; д) способ вибропроката (используется прокатный стан конструкции Н.Я. Козлова). Качество железобетонных изделий заводского изготовления обеспечивается: а) техническим контролем технологических процессов; б) техническим контролем изготавливаемых элементов на разных стадиях производственного процесса; в) контролем температурно-влажностного режима производственного процесса.

В заводских условиях можно достичь высокой степени готовности сборных изделий и обеспечить высокие темпы строительства на строительной площадке, что и является главным преимуществом панельного домостроения перед другими типами строительства, особенно в регионах с продолжительным зимним периодом, сопровождающимся низкими (минусовыми) температурами.

Доставка готовых изделий на строительные площадки осуществляется на специальном автотранспорте – панелевозах (рамных, безрамных, ферменных) грузоподъемностью до 24 тонн. Монтаж каркасно-панельных (с полным и неполным каркасом) и крупнопанельных зданий осуществляется при помощи специального грузоподъемного и монтажного оборудования. Соединение элементов при помощи сварки закладных деталей и их замоноличивания обеспечивает неизменяемость несущего остова.

⁸История индустриального домостроения: эксперименты с каркасом и панелью [Электронный ресурс] // Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: https://stroim.mos.ru/builder_science/istoriya-industrialnogo-domostroeniya-eksperimenty-s-karkasom-i-panelu?from=cl (06.07.2021).

Таблица 1. Индивидуальные и типовые крупнопанельные жилые дома советского периода
Table 1. Individual and typical large-panel residential buildings of the Soviet period

Наименование	Общий вид
<p>Москва. Северное Чертаново. Крупнопанельный жилой дом. Разрез, общий вид застройки. Архитекторы: М. Посохин, Л. Дюбек, А. Шапиро. Инженер – С. Корштейн</p>	
<p>Москва. Беговая улица. Крупнопанельный жилой дом. Фрагмент плана 1 этажа, фрагмент общего вида, фасад, общий вид. Архитекторы: А. Меерсон, Е. Подольская. Инженеры: Ю. Дыховичный и др.</p>	
<p>Москва. Тропарево. Крупнопанельные жилые дома серии П4/22. План типового этажа, общий вид. Архитекторы: А. Самсонов, А. Бергельсон. Инженеры: В. Шулькин, И. Гриншпун, Л. Вержбицкая</p>	
<p>Москва. Жилой район Воронцово. Крупнопанельные жилые дома. Генплан застройки, общий вид. Архитекторы: А. Рогачев, М. Былинкин. Инженеры: О. Ширяев, А. Гордон, В. Карганов, В. Марин, А. Пятецкий, Ф. Феритер</p>	
<p>Киев. Жилой район Троещина, Оболонь. Крупнопанельные жилые дома. План типового этажа, общий вид. Архитекторы: В. Воткало, Г. Гуренков, В. Гречина, В. Коломеев, В. Ежов. Инженеры: В. Золотарев и др.</p>	
<p>Минск. Улица Горького. Крупнопанельные жилые дома. Фасады, общий вид. Архитекторы: Л. Москалевич, Г. Ласковая. Скульпторы: А. Крокалев, О. Хохлов. Инженер – В. Суевко</p>	
<p>Иркутск. Улица Карл-Маркс-Штадт. Жилой комплекс с использованием крупных панелей. Архитекторы: В. Павлов, А. Беляков. Инженеры: Ю. Бержинский, Л. Латышев, Ю. Торгашин</p>	

Однако оснащение существующей строительной базы домостроительных комбинатов, как правило, ориентированное на долгосрочный выпуск неизменяемой продукции, препятствует расширению ассортимента и типоразмеров железобетонных изделий для более свободного архитектурного формирования зданий.

По существу, строительство жилых зданий по типовым сериям, с одной стороны, позволило эффективно обеспечить благоустроенным жильем значительную часть населения, но при этом массовое строительство однотипных зданий не может быть признано положительным опытом в формировании архитектурной среды городов.

В процессе развития крупнопанельного домостроения основной акцент был сделан на совершенствование строительного конструирования, в том числе обеспечение требований сейсмостойкости.

Исследования в этой области достигли высоких результатов. Но сегодня перед нами стоит задача достижения результатов архитектурных. Следует признать, что строительство жилых домов по типовым сериям не всегда обеспечивало необходимую сейсмостойкость, как правило, по причинам использования серий, не соответствующих сейсмичности территорий.

Опыт трагических последствий катастрофических землетрясений в Ашхабаде, Туркмении (1948 год), Ташкенте, Узбекистане (1966 год), Спитаке, Армении (1988 год) был изучен, и дальнейшие научные исследования имели не только теоретическую и экспериментальную основу, но и опирались на результаты исследований последствий реальных катастрофических землетрясений.

Первые Правила антисейсмического строительства были введены в РСФСР в 1937 г., затем были разработаны еще несколько инструкций по проектированию и строительству зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах, и уже начиная с 60-х годов XX в. проектирование и строительство в городе официально велось с учетом СНиП II-A.12-62 «Строительство в сейсмических районах». Нормативные требования для проектирования и строительства в сейсмических районах совершенствуются на основе накапливаемого опыта, изменений сейсмических условий на деградирующих территориях, разработки новых и развития существующих технологий – нормативная база обновляется. В настоящее время действующими нормативными документами являются СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная ре-

дакция», СНиП II-7-81*, СП 31-114-2004 «Свод правил по проектированию и строительству. Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах» и др. Сейсмостойкость жилых зданий в определенных сейсмогеологических условиях характеризуется конструктивной уязвимостью (учитывает факторы конструктивного и объемно-планировочного решения, габариты, физический и сейсмический износ) и планировочной уязвимостью (учитывает градостроительные условия, в т.ч. плотность застройки и ландшафт). Иркутск расположен в области влияния Байкальской рифтовой зоны, с развитой сетью тектонических разломов различного возраста, активности, глубин заложения и сейсмической опасности. Сейсмичность в Иркутске – 8, 9 баллов согласно картам А, В и С ОСП-2015. Расчетная сейсмичность территории застройки уточняется в соответствии с дополнительными характеристиками сейсмических свойств грунтов, геологических и гидрогеологических условий территории города. При проектировании учитывается степень значимости здания: для особенно важных зданий расчетная сейсмичность дополнительно может увеличиться.

В советский период развитие Иркутска было обусловлено курсом на строительство предприятий тяжелой промышленности, энергетических и энергоемких производств. Территория города значительно расширилась, потребность в рабочих кадрах привела к значительному росту населения. Стремительное развитие добывающих, промышленных и энергетических комплексов требовало значительных финансовых вложений и притока населения, которое в кратчайшие сроки необходимо было обеспечить благоустроенным жильем. При разработке типовых проектов жилых зданий авторы-проектировщики были ориентированы на решение задач функциональной целесообразности в существующих экономических обстоятельствах. Дальнейшее развитие индустриализации Иркутска определило типологию жилых зданий. Жилой фонд начал формироваться главным образом на свободных территориях из 5-этажных зданий индустриальной постройки. Массовое строительство крупнопанельных жилых домов с 60-х годов XX века велось преимущественно по типовым проектам.

В Иркутске крупнопанельные жилые здания по типовым проектам, как правило, обезличенные, с крайней унификацией форм, не предоставляющие возможности определить «место архитектуры», обозначить индивидуальность района и пр. Архитектурные задачи проектирования застройки по типовым проектам ограни-

чивались моделированием планировочных решений застройки микрорайонов. К наиболее удачным районам в планировочном отношении относится Солнечный, этому способствовали и его местоположение, и ландшафт. Микрорайон имеет четкую шлейфовую планировочную структуру – «ковровая» застройка из типовых крупнопанельных зданий расположена с двух сторон коммуникационной оси: ядро города – микрорайон – озеро Байкал. Композиционной доминантой Солнечного изначально являлся индивидуальный жилой комплекс, в котором использовались крупные панели, на Карл-Маркс-Штадт (архитекторы В. Павлов, А. Беляков; инженеры Ю. Бержинский, Л. Латышев, Ю. Торгашин; см. табл. 1).

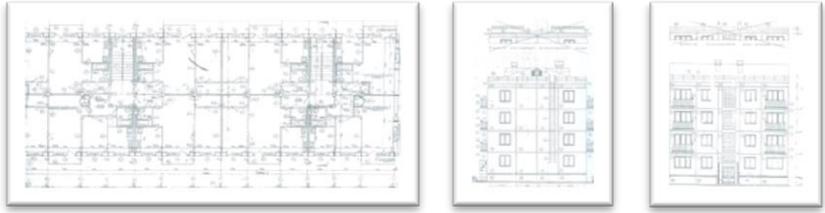
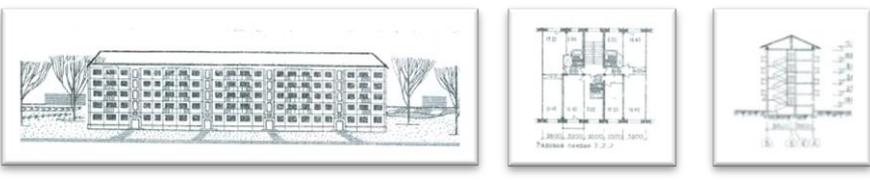
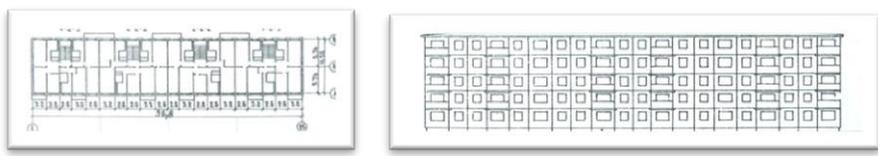
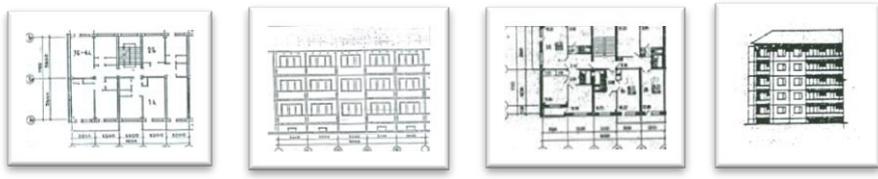
Индустриальная база для крупнопанельного домостроения Иркутской области начала свое формирование с освоения жилых домов серии 1-335с, со смешанной конструктивной схемой с неполным каркасом (без пристенных колонн), высотой 4–5 этажей, которые строились в 1959–1966 гг.; 5-этажные дома усовершенствованной серии 1-335-АС (1970–1980 гг.) имеют внутренний каркас (с пристенными колоннами и с диафрагмами жесткости). Сейсмостойкость жилых зданий, построенных в 1960–1965 годах, уступает зданиям усовершенствованной серии более поздней постройки. В строительстве домов стали применяться наружные стены из газозолобетона, прочность которых значительно уменьшилась за годы эксплуатации при активном климатическом воздействии (ветер, влага, температурные перепады). В 1977 г. было освоено строительство домов серии 135с, планировочное решение которых предусматривало 4 типа зданий (основной, с колясочной, со сквозным проходом, с уширенным торцом) и было унифицировано для 5- и 9-этажных домов. Конструктивная схема с поперечными несущими стенами, двумя продольными железобетонными стенами и жестким диском перекрытия образует пространственную жесткую систему, обеспечивающую сейсмостойкость здания. Строительство домов этой серии велось до 1990 г. Серия 1-464 для строительства 5-этажных жилых домов впервые разработана бывшим институтом Гипростройиндустрия (г. Москва) в 1959 г. Впоследствии серия типовых проектов была переработана ЦНИИЭП жилища в серию 1-464 АС, введена в действие в 1964 г. и скорректирована в 1966 г. Далее в 1975–1980 гг. Иркутскгражданпроект разработал вариант серии 1-464 АС с учетом минского опыта. Главное отличие данной серии от предшествующей: а) введены декоративные железобетонные эле-

менты на фасаде и планировочные изменения за счет устройства лоджий в шаге 3,2 м; б) увеличено количество типов планировочных решений; в) применены отдельные санузлы. В продольном направлении сейсмостойкость зданий обеспечивается одной внутренней и двумя наружными продольными стенами. В поперечном направлении – сквозными на всю ширину здания стенами, расположенными с шагом 2,6 и 3,2 м. Совместность работы стен обеспечивается горизонтальным жестким диском перекрытия. Первые типовые проекты 5-этажных жилых домов серии И-163.04 (7- и 8-балльные варианты), разработанные ЛенЗНИИЭП, датированы 1973 г. При освоении строительства домов этой серии в Прибайкалье некоторые решения были адаптированы для Иркутской области Сибирским филиалом ОргстройНИИпроект (конструктивная схема смешанная, каркас предназначен для восприятия только вертикальных нагрузок). Типовой проект 9-этажных жилых домов серии И-163.02 для строительства в районах с сейсмичностью 7 баллов разработан ЛенЗНИИЭП в 1977 г. По конструктивной схеме жилые дома этой серии представляют собой перекрестно-стенную систему. Наиболее уязвимым местом домов серий И-163.04 и И-163.02 являются стены из газозолобетона. В 1992–93 годах на блок-секции серии И-163.02 в г. Ангарске проведены экспериментальные и расчетно-теоретические исследования по оценке сейсмостойкости жилых домов этой серии. На основании результатов испытаний специалистами ГУП «Сибирский Оргстройпроект» и ООО «Спецпроект» был разработан конструктивный вариант зонального типового проекта с применением блок-секций серии И-163.02/94 в 10-этажном варианте для районов с сейсмичностью до 8 баллов включительно. В 1997 году, с введением трехслойных железобетонных панелей взамен однослойных газозолобетонных повышена надежность всей конструктивной системы с учетом современных требований по тепловой эффективности жилых домов серии И-163.02/94 [8] (табл. 2).

В соответствии с архитектурными требованиями ГУАГ администрации города Иркутска в рамках модернизации серии ООО «Спецпроект» (с участием автора) и «Ангарское управление строительства» были разработаны и внедрены улучшенные архитектурно-планировочные решения блок-секций. Было предложено более 10 типов планировочных решений блок-секций с разнообразным составом квартир, включающим малосемейные (рядовые и поворотные блок-секции).

Таблица 2. Конструктивные типы крупнопанельных жилых домов массового строительства Прибайкалья

Table 2. Constructive types of large-panel residential buildings for mass construction in the Baikal region

Наименование	Общий вид
Жилые крупнопанельные дома серии 1-335с, 5 этажей (для 7 баллов), после Ташкентского землетрясения 1967 г. высоту зданий понизили до 4 этажей (для 8 баллов)	
Жилые крупнопанельные дома серии 1-335 АС (модернизированная серия 1-335с) с улучшенной конструктивной схемой и планировками, 5 этажей	
Жилые крупнопанельные дома серии 135с, 5 и 9 этажей. 9-этажный вариант состоит из унифицированной неизменяемой части блок-секции и набора торцевых и рядовых элементов блокировки, сочетание которых обеспечивает различный набор квартир. Планировочные решения унифицированы для 5- и 9-этажных домов	
Жилые крупнопанельные дома серии 1-464 АС, 5 этажей. В 1975–1980 гг. Иркутскгражданпроект разработал вариант с учетом минского опыта	
Жилые крупнопанельные 5-этажные дома (для 8 баллов) серии И-163.04 (ЛенЗНИЭП), 3-этажные разработаны на базе серии И-163.04 институтом «Иркутскгражданпроект»	
Жилые крупнопанельные 9-этажные дома (для 7 баллов) серии И-163.02 (ЛенЗНИЭП), на базе серии И-163.02 разработан 10-этажный вариант И-163.02/94	

Блок-секции характеризуются разнообразным набором типов квартир – от 1-комнатных общей площадью 35 кв. м до 3-комнатных

площадью 79 кв. м. Стандартная комбинация 2- и 3-комнатных квартир легко трансформировалась, в т.ч. в процессе строительства, в со-

четание 1-, 2-, и 4-комнатных квартир с общей площадью 4-комнатной квартиры 93 кв. м. Блок-секции были разработаны с устройством эркеров, что значительно повысило возможности планирования застройки в части инсоляции и улучшило архитектуру фасадов и планировку квартир (площадь общей комнаты повысилась до 23 кв. м).

В период модернизации жилых зданий серии И-163.02/94 в СНиП II-7-81* действовало требование, отраженное в разделе «крупнопанельные здания» в пункте 3.34: «... устройство эркеров не допускается», что значительно осложняло работу архитекторов. В связи с этим были проведены дополнительные конструктивные мероприятия и расчеты по устройству эркеров с применением железобетонных рам, которые были согласованы с ЦНИИСК. И уже в версии СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах», актуализированной редакции СНиП II-7-81*, требование относительно эркеров из пункта 3.34 было исключено.

Однообразная, монотонная жилая застройка из зданий, построенных по типовым сериям панельных домов, преобладает в спальных районах городов. Жесткая унификация планировочных решений жилых домов старой постройки не учитывает индивидуальных потребностей жильцов, в том числе и людей с ограниченными возможностями. Планировочные решения квартир оптимальны, но, как правило, помещения имеют маленькую площадь, часто с проходной общей комнатой, что не всегда удовлетворяет потребности семей. При этом жилые дома имеют достаточный уровень оснащения утилитарными инженерными коммуникациями – электроснабжение, системы связи, водоснабжение (холодное, горячее),

отопление, системы канализации, в зданиях выше 5 этажей – лифты.

Состояние существующих крупнопанельных зданий ранней постройки характеризует моральный, физический и сейсмический износ, они не соответствуют и современным требованиям по энергоэффективности. Наибольший физический и сейсмический износ в Иркутске имеют жилые дома серии 1-335с, со смешанной конструктивной схемой с неполным каркасом, со стенами из газозолобетона, высотой 4–5 этажей, которые эксплуатируются уже 50–60 лет. Современные технические, социальные и архитектурные требования делают очевидной необходимость реконструкции и/или реновации подобных жилых зданий с целью не только повышения сейсмостойкости и энергоэффективности, но и улучшения архитектурного качества жилых массивов, зданий, квартир, а также их социальной и эстетической модернизации.

В западных странах работа инвестиционных программ по возрождению крупнопанельных жилых комплексов и повышению их привлекательности ведется способами частичного или полного сноса зданий, их реновации и модернизации, а также введения различных форм жилья, благоустройства, озеленения и формирования социальной инфраструктуры.

Модели перестройки крупнопанельных жилых домов старой постройки применимы в малых городах, на окраинах крупных городов (рис. 7).

Модели преобразования крупнопанельных жилых домов старой постройки, адаптирующие здания к современным потребностям жителей и нормативным требованиям, представлены на рис. 8.



Рис. 7. Модели перестройки крупнопанельных жилых домов старой постройки:

a – трехквартирные дома из крупных панелей, восстановленные после сноса большого здания (фото Пшемислава Новаковского); *b* – уменьшение этажности (уменьшение количества квартир) и получение более разнообразного вида зданий (фото Пшемислава Новаковского)

Fig. 7. Models of restructuring of old large-panel residential buildings: *a* – three-family houses built of large panel pre-fabricates reclaimed after the demolition of a large building (photograph by Przemyslaw Nowakowski); *b* – reduction of the number of floors (reduction of number of apartments) and obtaining a more diversified look of buildings (photograph by Przemyslaw Nowakowski)



Рис. 8. Модели преобразования крупнопанельных жилых домов старой постройки [15]:
a – системное и комплексное остекление балконов (фото Пшемислава Новаковского);
b – архитектурная трансформация входной зоны здания и его приспособление для людей на инвалидных колясках (фото Пшемислава Новаковского); *c* – пристройка лифта на лестничной клетке в четырехэтажном доме и остекление балконов частными арендаторами

Fig. 8. Conversion models for old large-panel residential buildings [15]:
a – system and complex glazing of balconies (photograph by Przemyslaw Nowakowski);
b – architectural transformation of the building entrance area and its adaptation for people on wheelchairs (photograph by Przemyslaw Nowakowski); *c* – extension of a lift at the staircase in a four-storey building and glazing of balconies installed by individual tenants

Формообразование жилых зданий в контексте качества и эстетики архитектуры зависит от экономических возможностей, функциональных требований и требований обеспечения качества строительства, а в сейсмически опасных районах и от требований сейсмостойкости. В современном строительстве крупнопанельных жилых домов жилые здания малоэтажные (многоквартирные, индивидуальные) и многоэтажные (многоквартирные) могут иметь разные конструктивные особенности, в том числе при строительстве в сейсмических районах. В Институте земной коры СО РАН и ООО «Спецпроект» авторским коллективом была разработана индустриальная конструктивно-технологическая система для малоэтажного строительства в сейсмических районах (Патент на изобретение № 2340751, с участием автора). Основными конструктивными элементами системы являются армированные стеновые виброкирпичные панели и железобетонные плиты перекрытия, обрамленные металлическими рамами, которые являются элементами опалубки и собственно скрытым металлическим каркасом, определяющими габариты панелей. В конструкции каркаса жилого здания реализована идея так называемой упруго-фрикционной системы, особенностью которой является целенаправленное использование эффекта повышенного рассеяния энергии при колебаниях здания за счет сухого трения специально запроектированных конструктивных элементов. В сущности, мы получили гибкую систему производ-

ства панелей с индивидуальными габаритами в рамках габаритов используемой виброплатформы и различные габариты панелей для формообразования малоэтажных жилых зданий. Обеспечена максимальная вариативность объемно-планировочных решений с широкими возможностями изменения шагов и пролетов, а также высот этажей для каждого конкретного объекта, в зависимости от поставленных архитектурных задач. Наружные стены формируются как многослойная конструкция: несущие элементы – стеновые панели, утеплитель и система вентилируемого фасада – позволяют использовать самый широкий спектр фасадных материалов по фактуре, цветовому решению, расположению, габаритам и заполнению световых проемов. Не ограничены возможности по решению объемов крыш – чердачные, плоские, эксплуатируемые и пр. Система может быть использована как для высокоплотной блокированной застройки, так и для проектирования усадебных жилых домов, отдельно стоящих коттеджей или многоквартирных зданий (рис. 9).

Гибкость проектных решений в разработке объемно-пространственной структуры и планов зданий и квартир, оформление фасадов, создание условий для людей с ограниченными возможностями, оптимальное использование особенностей территории при современном строительстве демонстрируют крупнопанельные здания средней этажности, реализованные в Окленде (Новая Зеландия) (рис. 10).



Рис. 9. Фасады малоэтажной жилой застройки Академгородка в Иркутске в конструкциях конструктивно-технологической системы (проект автора)

Fig. 9. Facades of low-rise residential buildings of Akademgorodok in Irkutsk in the structures of the structural and technological system (author's project)

Заключение

Повышение сейсмической активности Прибайкалья в 2020–2021 гг. еще раз обращает наше внимание на актуальность задачи обеспечения сейсмостойкости жилых зданий. Последние землетрясения происходили преимущественно ночью, когда люди не могут спешно покинуть помещения, особенно в зимнее время.

Доля жилых крупнопанельных зданий в Иркутске составляет более 40% от общей жилой площади помещений. По современному состоянию крупнопанельные здания разных серий можно оценить по шкале ГОСТ Р (тип по ММСК -86) в диапазоне от С6,5 (тип В) до С8 (тип В). Существующие крупнопанельные здания старой постройки имеют значительный моральный, физический и сейсмический износ, а также часто не соответствуют техническим, социальным и эстетическим требованиям, а значит, нуждаются в реконструкции или реновации. Избежать проблемы утилизации крупных железобетонных изделий при демонтаже жилых зданий можно путем повторного их применения в малоэтажном строительстве.

Строительство крупнопанельных жилых домов имеет свои недостатки и достоинства. К недостаткам можно отнести жесткость производственного процесса, что ограничивает ассортимент и параметры готовых из-

делий и создает некоторые проблемы при заделке наружных стыков панелей (швов). К достоинствам – высокую степень изученности конструктивной системы, в том числе данных последствий землетрясений, экспериментальных исследований, теоретических изысканий, указывающих на целесообразность использования этой конструктивной системы в сейсмических районах.

Технологические процессы в современном крупнопанельном домостроении претерпевают изменения в связи с повышением конкуренции. Разрабатываются новые требования и технологии строительства. Повышается качество готовых изделий, в том числе уменьшаются допуски отклонений геометрических параметров, увеличивается ассортимент готовых изделий и налаживается производство панелей любых габаритов (возможны ограничения веса с учетом возможностей транспортных средств и монтажного оборудования).

В современном проектировании жилых зданий в условиях высокой сейсмичности часто устойчиво прослеживается первостепенное влияние строительного сейсмостойкого конструирования в соответствии с существующими нормативными требованиями и на базе существующей строительной индустрии регионов и игнорируются архитектурные задачи.



▲ Крупнопанельный жилой комплекс, тип 1, общие виды, фрагмент, Tamaki Dr (фото автора)



▲ Крупнопанельные жилые комплексы, тип 2 и 3, общие виды, Tamaki Dr (фото автора)



▲ Крупнопанельный жилой комплекс, тип 4, общие виды, фрагменты, College Rd (фото автора)



▲ Крупнопанельный жилой комплекс, тип 5, общие виды, фрагменты, College Rd (фото автора)

Рис. 10. Крупнопанельные жилые здания средней этажности, Окленд, Новая Зеландия
Fig. 10. Large Panel Mid-Rise Residential Buildings, Auckland, New Zealand

Фактически же при формировании архитектурных образов сейсмостойких жилых зданий существует множество архитектурных инструментов на разных этапах проектирования, которые отзываются на влияние факторов сейсмостойкого проектирования и охватывают широкую область знаний.

Методологический подход к постановке и решению основных задач архитектурного моделирования жилых зданий и жилой застройки может способствовать обеспечению их сейсмической устойчивости и сейсмической безопасности. В настоящее время мы прослеживаем очередную волну формирования архитектурного характера жилой застройки, которая, в соответствии с современными требованиями, имеет потенциальную тенденцию повышения качества архитектуры жилой застройки.

Отечественный опыт строительства крупнопанельных жилых зданий по индивидуаль-

ным проектам и зарубежный опыт строительства жилых зданий, новые разработки ученых (такие, как индустриальная конструктивно-технологическая система для малоэтажного строительства в сейсмических районах) указывают на более широкие возможности формирования сейсмостойких жилых зданий.

Повышение качества архитектуры жилых зданий по технологии КПД может быть реализовано при использовании эффективного архитектурного конструирования.

Совершенствование методов проектирования и изготовления сборных изделий расширяет возможности архитектурного моделирования. Внедряются новые технологии отделки фасадов в заводских условиях, появилась возможность использования разнообразных вентилируемых фасадных систем с широким спектром цветовой гаммы и фактур облицовочных поверхностей, современные технологии заполнения световых проемов и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архитектурное проектирование жилых зданий / под ред. М.В. Лисициана, Е.С. Пронина. М.: Архитектура-С, 2006. 448 с.
2. Белаш Т.А., Зенченкова Д.В. Сейсмостойкие конструкции крупнопанельных зданий // *Academia. Архитектура и строительство*. 2019. № 3. С. 130–137. <http://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-3-130-137>.
3. Бержинская Л.П., Саландаева О.И., Базаров А.Д., Киселев Д.В., Дэмбэрэл С. Оценка сейсмической надежности современной застройки г. Улаанбаатара // *Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений*. 2014. №1. С. 49–54.
4. Зейферт М.Г. Градостроительные аспекты реконструкции жилой среды // *Известия КГАСА*. 2004. № 1 (2). С. 21–24.
5. Коссаковский В.А., Чистова В.А. Архитектурная композиция жилого дома. М.: Стройиздат, 1990. 237 с.
6. Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий: в 2 ч. Часть II. Индустриальные технологии реконструкции жилых зданий различных периодов постройки. М.: ГУП ЦПП, 1999. 364 с.
7. Опыт решения жилищной проблемы в городах Сибири в XX – нач. XXI вв. Новосибирск: Параллель, 2008. 216 с.
8. Проект новой Российской сейсмической шкалы // *Инженерные изыскания*. 2011. № 10. С. 62–71.
9. Саландаева О.И., Бержинская Л.П. Градостроительные особенности жилой застройки города Шелехова в условиях высокой сейсмичности // *Вестник ИрГТУ*. 2013. № 6. С. 97–105.
10. Саландаева О.И., Бержинская Л.П. Формирование архитектурно-типологического ряда жилых зданий и территорий города Улан-Батора в условиях высокой сейсмичности // *Вестник ИрГТУ*. 2013. № 11. С. 117–186.
11. Саландаева О.И. Формирование архитектурно-конструктивных приемов жилой застройки г. Иркутска в условиях высокой сейсмичности // *Вестник ИрГТУ*. 2015. № 2. С. 132–145.
12. Творчество ленинградских архитекторов. Л.: Стройиздат, Ленингр. Отд-ние, 1979. 304 с.
13. Demberel S., Klyuchevskii A.V., Bayaraa G. Strong earthquake in Mongolia in the past, today, tomorrow // *The 9th General Assembly of Asia Seismological Commission*. Ulaanbaatar, 2012. p. 152.
14. Kawase H., Mathema M.E. Earthquake Disaster Risk Management Scenario for Ulaanbaatar City, Mongolia // *Final Report Submitted to United Nations Development Programme in Mongolia*. Ulaanbaatar: City Ulaanbaatar, 2000. 193 p.
15. Nowakowski P. Functional and Aesthetic Aspects of Modernization of Large Panel Residential Buildings // *Charytonowicz J., Falcão C. (eds.). Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure*. AHFE 2019. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 966. p. 335–346. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20151-7_32.

REFERENCES

1. Lisitsian MV, Pronina ES (eds). Architectural design of residential buildings. Moscow: Architecture-S; 2006. 448 p. (In Russ.).
2. Belash TA, Zenchenkova DV. Earthquake-resistant design of large-panel buildings. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2019;3:130-137. (In Russ.). <http://doi.org/10.22337/2077-9038-2019-3-130-137>.
3. Berzhinskaya LP, Salandaeva OI, Bazarov AD, Kiselev DV, Demberel S. Seismic reliability of modern housing in Ulaanbaatar city. *Seismostoitkoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenii = Earthquake engineering. Constructions safety*. 2014;1:49-54. (In Russ.).
4. Zeifert MG. Urban planning aspects of the reconstruction of the living environment. *Izvestiya KGASA*. 2004;1(2):21-24. (In Russ.).
5. Kossakovskiy VA, Chistova VA. Architectural composition of a residential building. Moscow: Stroyizdat; 1990. 237 p.
6. Matveev EP. Reconstruction of residential buildings: in 2 parts. Part II. Industrial technologies for the reconstruction of residential buildings of various periods of construction. Moscow: GUP TsPP; 1999. 364 p. (In Russ.).
7. The experience of solving the housing problem in the cities of Siberia in the XX - beginning XXI centuries. Novosibirsk: Parallel; 2008. 216 p.
8. Draft of a new Russian seismic scale. *Inzhenernye izyskaniya*. 2011;10:62-71. (In Russ.).
9. Salandaeva OI, Berzhinskaya LP. Town planning features of Shelekhov residential development under high seismicity conditions. *Vestnik IrGTU = Proceedings of ISTU*. 2013;6:97-105. (In Russ.).
10. Salandaeva OI, Berzhinskaya LP. Formation of architectural and typological range of residential buildings and areas in Ulaanbaatar under conditions of high seismicity. *Vestnik IrGTU = Proceedings of ISTU*. 2013;11:117-186. (In Russ.).
11. Salandaeva OI. Formation of architectural and constructive techniques for Irkutsk residential development under conditions of high seismicity. *Vestnik IrGTU = Proceedings of ISTU*. 2015;2:132-145. (In Russ.).
12. Creativity of Leningrad architects. Leningrad: Stroyizdat, Leningrad. Separate; 1979. 304 p. (In Russ.).
13. Demberel S, Klyuchevskii AV, Bayaraa G. Strong earthquake in Mongolia in the past, today, tomorrow. *The 9th General Assembly of Asia Seismological Commission*. Ulaanbaatar, 2012. p. 152.
14. Kawase H, Mathema ME. Earthquake Disaster Risk Management Scenario for Ulaanbaatar City, Mongolia. *Final Report Submitted to United Nations Development Programme in Mongolia*. Ulaanbaatar: City Ulaanbaatar; 2000. 193 p.
15. Nowakowski P. Functional and Aesthetic Aspects of Modernization of Large Panel Residential Buildings. In: Char-ytonowicz J., Falcão C. (eds.). *Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure. AHFE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 966. p. 335-346. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20151-7_32.

Сведения об авторе

Саландаева Ольга Ивановна,
доцент кафедры
архитектуры и градостроительства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
ведущий инженер отдела сейсмостойкого
строительства,
Институт земной коры СО РАН,
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128,
Россия,
e-mail: salandaeva@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6887-4113>

Information about the author

Olga I. Salandaeva,
associate professor,
Department of architecture and urban planning,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
Lead Engineer of the Earthquake Engineering
Department,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
128 Lermontov St., Irkutsk 664033, Russia,
e-mail: salandaeva@rambler.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6887-4113>

Заявленный вклад автора

Саландаева О.И. подготовила статью в полном объеме и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 25.06.2021.
Одобрена после рецензирования 21.07.2021.
Принята к публикации 23.07.2021.

Contribution of the authors

Salandaeva O. I. has prepared the article for publication and is responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests regarding the publication of this article.

The article was submitted 25.06.2021.
Approved after reviewing 21.07.2021.
Accepted for publication 23.07.2021.