



DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.13

УДК 624.05

## **ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПО МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**М.В. Захарова, А.Б. Пономарев**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

### О СТАТЬЕ

Получена: 30 декабря 2016  
Принята: 10 января 2017  
Опубликована: 30 марта 2017

#### *Ключевые слова:*

модульное строительство, объемно-блочное домостроение, предварительно изготовленные на заводе унифицированные модульные конструкции, продолжительность строительного проекта, высокая скорость строительства, модуль, унификация

### АННОТАЦИЯ

Сегодня в нашей стране уделяется серьезное внимание использованию новых технологий, которые бы позволили значительно повысить качество строительства, скорость окупаемости проектов и, соответственно, максимально сократить сроки производства работ. Модульное строительство объединяет в себе различные технологии быстровозводимых зданий. В России существуют достаточный опыт и достижения в развитии объемно-блочного домостроения.

Особое внимание к данной технологии обусловлено необходимостью достижения в нашей стране глобальных целей: решение проблем обеспечения населения доступным и комфортным жильем в рамках государственных программ; скоростное строительство и восстановление жилья, разрушенного при стихийных бедствиях, либо создание полноценно функционирующих временных мобильных зданий и сооружений; упрощение строительства путем унификации и стандартизации монтажных работ при реконструкции зданий и сооружений, возведении особо опасных и промышленных объектов; перенос строительных работ, а также специализированных процессов по сборке оборудования тепло-, водо-, газоснабжения, сварочных работ и мокрых процессов, в заводские условия, исключая влияние погодных факторов; упрощение проектирования вследствие создания типовых серий объектов и внедрения заводами-изготовителями баз данных и каталогов продукции – унифицированных модулей (или модульных единиц).

В данной работе рассмотрен и проанализирован опыт применения модульного строительства в России и за рубежом. Сформулированы основные преимущества и недостатки использования данной технологии. Сделаны выводы, определены пути решения поставленных целей и оптимизации блочно-модульного строительства в России в части технического нормирования, планирования строительства, наиболее рационального применения технологий.

© ПНИПУ

© Захарова Мария Викторовна – аспирант, e-mail: spstf@pstu.ru.

Пономарев Андрей Будимирович – доктор технических наук, профессор, e-mail: spstf@pstu.ru

Mariia V. Zakharova – Postgraduate Student, e-mail: spstf@pstu.ru.

Andrei B. Ponomarev – Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: spstf@pstu.ru.

## EXPERIENCE IN CONSTRUCTING BUILDINGS AND STRUCTURES USING MODULAR TECHNOLOGY

M.V. Zakharova, A.B. Ponomarev

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

---

### ARTICLE INFO

Received: 30 December 2016  
Accepted: 10 January 2017  
Published: 30 March 2017

#### Keywords:

modular construction, volume-block house construction, prefabricated standardized modular constructions, duration of construction project, high-speed construction, module, unification

### ABSTRACT

In Russia much attention today is paid to the use of new technologies that would significantly improve the quality of construction, the speed of payback, and thus minimize the timing of work production. Modular construction combines various technologies prefabricated buildings, and in Russia there is sufficient experience and achievements in the development of volume-block construction.

Particular attention to this technology is associated with the need to achieve global goals in our country: to solve the problems of providing the population of Russia with affordable and comfortable housing in the framework of state programs; for rapid construction and restoration of housing destroyed in the event of natural disasters, or the creation of fully functioning temporary mobile buildings and structures; for simplification by unification and standardization of installation works during the reconstruction of buildings and structures, in the construction of special-hazardous and industrial facilities; for transfer to factory conditions, excluding the influence of weather conditions, specialized processes for assembling equipment with heat, water, gas services, welding and wet processes; and as a result, the simplification of design due to the creation of typical series of objects and the introduction by manufacturers of databases and product catalogs - unified modules (or modular units).

The article considers and analyzes the experience of the use of modular construction in Russia and abroad, it formulates main values and disadvantages of using this technology. Summarizing the analysis, conclusions and ways of solving and optimizing of the technology of block-modular construction in Russia are determined in terms of normative technical standardization, construction planning, the most rational application.

© PNRPU

---

Помимо жилищного строительства, модульные конструкции активно используются в сфере энергетики, нефтяной и газовой промышленности. Наиболее широкое применение в России имеют мобильные (временные) здания и сооружения с блок-контейнерами, обладающие легкой и быстрой сборкой с помощью стандартных инструментов, используемые для строительства бытовых городков, вахтовых поселков, временных складов, КПП и др.

В свое время в СССР успешно применялось объемно-блочное домостроение, которое являлось одним из наиболее перспективных методов, обеспечивающих высокие темпы строительства жилых зданий. В Краснодарском крае и по сей день действует и развивается завод «ОБД», который был образован еще в 1974 г. для выпуска железобетонных объемно-блочных элементов для строительства жилых домов серии БКР-2, разработанной ЦНИИЭП жилища г. Москвы (рис. 1). Технологическая линия рассчитана на производство более 50 блоков в сутки, размер базового элемента – 3,4×2,5×6,0 м. Площадь стандартной блок-комнаты составляет 19,6 м<sup>2</sup>, в зависимости от функционального назначения возможна установка дополнительных перегородок, вентблоков, лестниц и т.п. С 2005 г. практически все жилые дома, возводимые из продукции этого завода, изготавливаются в 16-этажном варианте, строительство трехсекционного жилого дома занимает один месяц.

Известен опыт положительного применения блочно-модульных зданий котельного оборудования, насосных станций очистки вод, резервуаров, трансформаторных подстанций, АЗС и т.д. Современные компании, специализирующиеся на отдельных видах инженерных систем, берутся выполнять комплексные работы «под ключ»: квалифицированный персонал обеспечивает подбор оптимальных схем тепло-, водо-, газо- и электроснабжения,

осуществляет проектирование модулей с заданными параметрами в зависимости от исходных данных проекта строительства, сборку и комплектацию в заводских условиях, транспортировку, строительные-монтажные и пусконаладочные работы на объекте.



Рис. 1. Объемные блоки серии БКР-2  
Fig. 1. Volumetric blocks of BKR-2 series

К унифицированным модульным блокам также часто относят элементы различной степени сложности, такие как железобетонные изделия (панельное строительство), дымовые трубы, фасадные панели, готовые к сборке металлические конструкции в комплекте с инженерными сетями и отделкой, мусоропроводы и т.д.

Зарубежный опыт свидетельствует о более широком внедрении модульных конструкций в строительство жилых и общественных зданий.

Широко известно строительство малогабаритного жилья, распространенного в основном в Японии и Америке. Отель капсульного типа построен и в Москве в 2009 г., в аэропорту Шереметьево. В капсулах (ячейках) создаются комфортные условия для временного отдыха человека [1] (рис. 2).



Рис. 2. Капсульный отель Sleepbox Hotel Tverskaya, состоящий из модульных комнат – «слипбоксов» (Москва)  
Fig. 2. Sleepbox Hotel Tverskaya consisting of modular rooms, i.e. slipboxes (Moscow)

Интересным примером применения модульной технологии является пятизвездочный отель в провинции Китая Хуань на берегу озера Дунтин (рис. 3–5). Его высота – 30 этажей, общая площадь – 17 тысяч м<sup>2</sup>. Данный отель был построен всего за 15 суток. При этом для монтажа здания понадобились совсем небольшая группа строителей (200 человек) и всего один башенный кран. Разработкой и реализацией проекта занималась компания BSB (Broad Sustainable Building), причем в состав работ, совершенных в столь короткие сроки, вошли также отделка и «начинка» здания.



Рис. 3. Отель T30 в Китае, BROAD Group  
Fig. 3. Hotel T30 in China, BROAD Group



Рис. 4. Отель T30 в Китае на этапе строительства, BROAD Group  
Fig. 4. Hotel T30 in China, BROAD Group

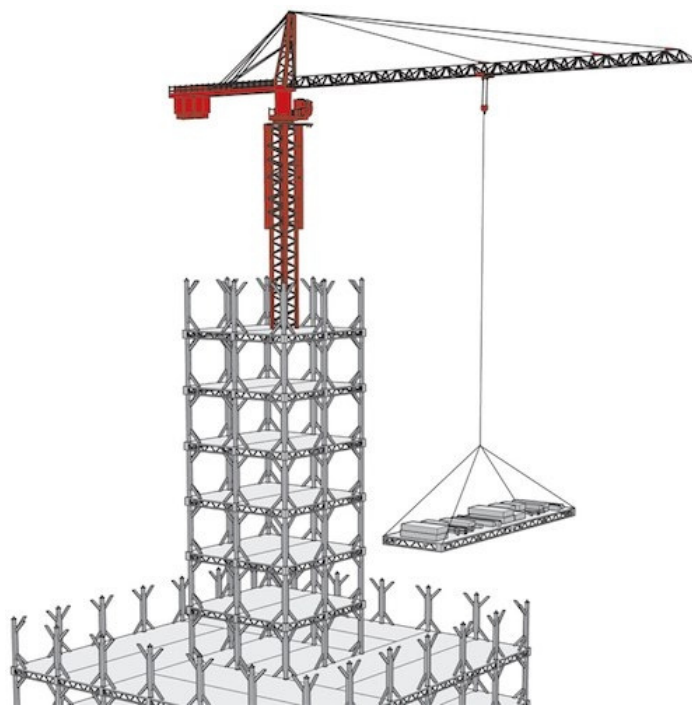


Рис. 5. Процесс сборки каркаса (Отель Т30 в Китае, BROAD Group)  
Fig. 5. The process of the frame assembly (Hotel T30 in China, BROAD Group)

Уже на заводе была сделана большая часть работ по прокладке коммуникаций. Кроме того, во всех деталях предусматривались штифты и пазы, облегчающие процесс сборки. Если верить заявлениям разработчиков, погрешность не превышала 2 мм, а значит, не требовалось ни дополнительной подгонки, ни обмеров. В результате в ходе возведения здания строителям нужно было просто соединить готовые и идеально подогнанные друг к другу части, затем после установки плит перекрытия поставить на место стены, протянуть электросети и прочие коммуникации, и основа здания была готова. Подобно несущим конструкциям монтировались лестницы и внешние стены толщиной 15 см. Технология наружной отделки стен была максимально упрощена. Она тоже была сборная: на несущих колоннах были предусмотрены крепления для утеплителей, конструкций отопления и т.д. [2].

В данном случае модульными единицами являются отдельные элементы каркаса, изготовленные в заводских условиях и полностью готовые к монтажу на строительной площадке.

Другой распространенный за рубежом вариант модульных блоков – это объемный элемент полной заводской готовности с геометрически неизменяемым металлическим каркасом. Областью применения таких модулей являются индивидуальное жилищное строительство (индивидуальный жилой дом, состоящий из одного-двух модульных блоков), общественные здания медицинского назначения (в том числе «чистые» помещения и операционные блоки, при этом комплектация модулей в данном случае включает и негабаритное медицинское оборудование с подключением стерильных трубопроводов), общественные здания различного назначения, требующие повторяющихся планировочных решений (детские и образовательные учреждения, гостиницы, административные объекты и др.).

Пример такого проекта – строительство самого высокого в мире модульного дома 461Dean в Бруклине (Нью-Йорк). Это 32-этажное здание высотой 109 м, состоящее из 930 модулей, каждый из которых полностью укомплектован в заводских условиях. Автор проекта – архитектурная фирма SHoP Architects [3].

Учитывая ситуацию в нашей стране, при которой складывается необходимость реализовывать сложнейшие проекты в минимальные сроки, застройщики и заказчики выбирают заимствованную у стран, успешно решающих подобные проблемы, технологию с использованием модульных блоков полной заводской готовности.

Наиболее известными крупнейшими современными объектами, построенными с использованием данной технологии в России, являются федеральные центры высоких медицинских технологий в рамках национального проекта «Здоровье», который стартовал 1 января 2006 г., а также модульные детские сады в разных регионах России. Начиная с 2016 г. планируется реализация масштабной программы по созданию новых мест в российских школах, в рамках которой разрабатываются типовые проекты школ-конструкторов – «модульных» зданий [4, 5].

Обобщая имеющийся российский и зарубежный опыт блочно-модульного строительства, можно выделить достоинства и недостатки применения данной технологии.

К преимуществам можно отнести:

- высококачественное производство в оптимальных заводских условиях, минимизацию неблагоприятных воздействий стройплощадки;
- рациональное объединение всех видов работ «под одной крышей», организованные команды специалистов на производстве и стандартизированные рабочие процессы;
- сокращение трудоемкости работ на строительной площадке за счет максимальной механизации всех работ в заводских условиях (в заводские условия переносится до 80 % трудозатрат на возведение здания);
- снижение общей трудоемкости и себестоимости работ;
- сокращение продолжительности возведения зданий, следовательно, более быстрые сроки окупаемости проекта;
- возможность разделения строительства здания и отдельных видов работ по независимым эксплуатационным блокам;
- снижение загрязнения окружающей среды в районе строительства.

Среди недостатков можно выделить следующее:

- значительное увеличение грузоподъемности используемых механизмов и транспорта;
- основные вложения необходимы задолго до начала производства строительных работ на площадке, особенно при закупке импортных модулей;
- отсутствие технологических мощностей в России (необходимого оборудования, обученного персонала, внедрения специального программного обеспечения) для производства модулей с точным соблюдением проектных решений и высокого качества, что приводит к значительным дополнительным работам на строительной площадке и, следовательно, к увеличению продолжительности строительства [6, 7];
- скудность и пробелы в техническом нормировании как по производству модульных блоков в заводских условиях, так и по возведению модульных зданий в целом (отсутствие стадии проектирования «Заводская документация», норм контроля качества производства модульных блоков и строительно-монтажных работ) [8];
- сложность транспортировки модульных блоков, особенно в городских условиях;
- повышенные требования к подъездным путям на строительную площадку, так как вес одного модульного блока может достигать 45 т.

Вышеперечисленные факторы могут привести к удорожанию строительства здания методом объемных элементов по сравнению с другими технологиями. Однако, учитывая тот факт, что модули покидают территорию завода полностью оснащенными всем оборудованием, включая, к примеру, медицинскую технику, лабораторные приборы, инженер-

ные коммуникации, внутреннюю отделку, фасад, транспортировка модулей даже в самые отдаленные регионы в итоге является экономически выгодной.

Проведенный анализ опыта российского и зарубежного блочно-модульного строительства позволяет сделать следующие выводы:

1. Блочно-модульное строительство может применяться в качестве принципиальной концепции строительной технологии при строительстве малоэтажного и высотного жилого фонда, зданий общественного назначения независимо от исходных параметров и заданных технических условий [9].

2. Данная технология, в особенности в России, может быть определена для федеральных программ строительства, которые предполагают жесткие фиксированные сроки осуществления проектов. При этом финансирование за счет федерального бюджета обычно осуществляет по нормативной стоимости для каждого региона, следовательно, необходимо разрабатывать данные нормативы применительно к модульному строительству [4].

3. Требуется совершенствование нормативно-технической базы по проектированию и производству строительно-монтажных работ блочно-модульного строительства, по изготовлению и контролю качества модульных блоков на заводах-изготовителях.

4. С целью оптимизации и минимизации необходимых ресурсов, соблюдения установленных сроков строительства (в том числе и производства модулей) и, как следствие, сроков окупаемости строительного проекта в целом необходима разработка методов поэтапного многовариантного планирования строительного цикла возведения модульных зданий [10].

## **Библиографический список**

1. Генералов В.П., Петрова Е.А., Чернышева И.В. Мини-жилье как типологический элемент жилой ячейки // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сб. статей / Самар. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2016. – С. 74–79.

2. Скоростное строительство. Тридцатизэтажный дом-конструктор, построенный всего за две недели [Электронный ресурс]. – URL: [http://archi.ru/tech/news\\_57142.html](http://archi.ru/tech/news_57142.html) (дата обращения: 28.11.2016).

3. В Бруклине появился самый высокий в мире дом сборной конструкции [Электронный ресурс]. – URL: <http://inostrannik.ru/news/a-2514.html> (дата обращения: 28.11.2016).

4. Генералов В.П., Генералова Е.М. Проблемы формирования массового доступного жилья в России // Вестник Самар. гос. арх.-строит. ун-та. Градостроительство и архитектура. – 2014. – Вып. 4 (17). – С. 10–18.

5. Школа-конструктор. Какими в России будут новые образовательные учреждения? [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.aif.ru/society/education/shkola-konstruktor\\_kakimi\\_v\\_rossii\\_budut\\_novye\\_obrazovatelnye\\_uchrezhdeniya](http://www.aif.ru/society/education/shkola-konstruktor_kakimi_v_rossii_budut_novye_obrazovatelnye_uchrezhdeniya) (дата обращения: 28.11.2016).

6. Гранев В.В., Келасьев Н.Г. Новый этап развития проектирования, строительства и реконструкции производственных зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – Вып. 5. – С. 34–37.

7. Сычев С.А. Прогнозирование инновационных решений и технологий полносборного строительства // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – Вып. 1 (54). – С. 97–102.

8. Генералова Е.М., Галстян К.Э. Анализ существующей нормативной базы для строительства высотных зданий в России // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сб. статей / Самар. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2015. – С. 52–55.

9. Туснина В.М. Перспективы строительства доступного и комфортного жилья на основе стальных каркасов // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 6. – С. 43–46.
10. Олейник П.П., Бродский В.И. Организация строительства как вид работ, влияющих на безопасность объектов // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 7. – С. 71–75.

## References

1. Generalov V.P., Petrova E.A., Chernysheva I.V. Mini-zhil'e kak tipologicheskii element zhiloi iacheiki [Mini-housing as a typological element of the living cell]. *Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Arkhitektura i dizain: sbornik statei*, Samara, SGASU, 2016, pp. 74-79.
2. Skorostnoe stroitel'stvo. Tridsatietazhnyi dom-konstruktor, postroennyi vsego za dve nedeli [Speedy construction. Thirty-storey house constructor, built in just two weeks], available at: [http://archi.ru/tech/news\\_57142.html](http://archi.ru/tech/news_57142.html) (accessed 28 November 2016).
3. V Brukline poiavilsia samyi vysokii v mire dom sbornoj konstruktsii [There was the world's tallest building design team in Brooklyn], available at: <http://inostrannik.ru/news/a-2514.html> (accessed: 28 November 2016).
4. Generalov V.P., Generalova E.M. Problemy formirovaniia massovogo dostupnogo zhil'ia v Rossii [Problems of large-scale housing construction in Russia]. *Vestnik SGASU. Gradostroitel'stvo i arkhitektura*, 2014, no. 4 (17), pp. 10-18.
5. Shkola-konstruktor. Kakimi v Rossii budut novye obrazovatel'nye uchrezhdeniia? [Constructor-school. What will be new in the Russian educational institutions?], available at: [http://www.aif.ru/society/education/shkola-konstruktor\\_kakimi\\_v\\_rossii\\_budut\\_novye\\_obrazovatelnye\\_uchrezhdeniya](http://www.aif.ru/society/education/shkola-konstruktor_kakimi_v_rossii_budut_novye_obrazovatelnye_uchrezhdeniya) (accessed: 28 November 2016).
6. Granev V.V., Kelas'ev N.G. Novyi etap razvitiia proektirovaniia, stroitel'stva i rekonstruktsii proizvodstvennykh zdaniy i sooruzhenii [A new stage of development of design, construction and reconstruction of production buildings and facilities]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2015, no. 5, pp. 34-37.
7. Sychev S.A. Prognozirovaniie innovatsionnykh reshenii i tekhnologii polnosbornogo stroitel'stva [Forecasting of innovative solutions and technologies of prefabrication construction]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2016, no. 1 (54), pp. 97-102.
8. Generalova E.M., Galstian K.E. Analiz sushchestvuiushchei normativnoi bazy dlia stroitel'stva vysotnykh zdaniy v Rossii [Analysis of the existing regulatory framework for high-rise construction in Russia]. *Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Arkhitektura i dizain: sbornik statei*. Samara: SGASU, 2015, pp. 52-55.
9. Tushina V.M. Perspektivy stroitel'stva dostupnogo i komfortnogo zhil'ia na osnove stal'nykh karkasov [Prospects of construction of affordable and comfortable housing on the basis of steel frameworks]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2015, no. 6. pp. 43-46.
10. Oleinik P.P., Brodskii V.I. Organizatsiia stroitel'stva kak vid rabot, vliiaiuushchikh na bezopasnost' ob'ektov [Construction management as a type of works affecting safety of facilities]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2015, no. 7, pp. 71-75.