

Е.В. Хмель, канд. экон. наук, зав. кафедрой,
К.А. Крижановская, студент,
Ф.В. Гулис, студент
(БНТУ, г. Минск)

МОДУЛЬНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В статье рассмотрено модульное домостроение как современное и перспективное направление развития строительной отрасли в условиях цифровизации. Проанализированы сущность и эволюция модульного строительства. Рассмотрена роль цифровых технологий в повышении эффективности модульного строительства, снижении сроков и стоимости возведения объектов, а также в управлении их жизненным циклом. Выявлены основные сдерживающие факторы развития модульного домостроения в Беларуси

Объект исследования – процессы развития модульного домостроения в строительной отрасли Республики Беларусь.

Предмет исследования – организационно-технологические и экономические особенности модульного домостроения в условиях цифровизации строительной отрасли.

Как правило под модульным строительством подразумевается современный и эффективный метод строительства, когда основные процессы осуществляются за пределами строительной площадки. Основная особенность данного метода строительства заключается в том, что различные части (модули) здания проектируются и изготавливаются на заводе в виде отдельных модулей, а на строительной площадке происходит только их монтаж [1].

Модульное строительство – это современный метод строительства, однако его принципы и практическая реализация не так уж и новы. Достаточно вспомнить жилища кочевых народов: монголов, казахов, киргизов, индейцев, эскимосов и т.д., которые используют аналогичный подход к строительству, только в других масштабах и с другими материалами [2]. Все их жилища (юрта, вигвам, яранга и т.д.) легко разбираются, перевозятся и снова собираются.

Родиной модульного строительства можно считать Англию, так как считается, что впервые в 1830 году английский плотник Джон Маннинг разработал проект и построил дом, который можно было легко разобрать, перевезти и собрать на новом месте [3].

Изготовление модульных домов в заводских условиях было реализовано в США, когда компания Aladdin Homes в 1906 году начала производство и продажу сборных домов из дерева [4]. Возможность

реализации данного направления в промышленных масштабах стало возможным благодаря развитию транспортной инфраструктуры и машиностроения.

В Беларуси модульные дома собственного производства начали производиться в 2015 году ООО «DublDom», которая действовала по российской франшизе архитектурного бюро ВЮ Architects Ивана Овчинникова [5]. Также в 2015 году состоялся запуск полностью белорусского проекта по возведению энергоэффективных модульных домов под брендом HouseMachine [6]. Несмотря на такое динамичное развитие в 2021 году Беларусь импортировала модульных зданий на сумму 21,9 млн. долларов из Российской Федерации, Словении, Китая, Польши, Чехии. Только к 2023 году ситуация кардинально поменялась и Беларусь стала экспортировать модульные здания в Европейский Союз (30 809,35 тыс. долл.), Литву (15 254,17 тыс. долл.), Польшу (8 321,03 тыс. долл.), Казахстан (3 291,07 тыс. долл.), Германию (2 222,47 тыс. долл.). За два года ситуация с модульным домостроением в Беларуси кардинально изменилась и стала перспективным направлением экспорта. Сейчас в Беларуси насчитывается более 40 предприятий, занимающихся модульным домостроением [5].

Ключевым элементом эффективного развития модульного строительства в современном мире является цифровизация (таблица 1).

В настоящее время цифровые технологии позволяют решать абсолютно все задачи, стоящие перед модульным строительством начиная с чертежей и возведения, заканчивая эксплуатацией и утилизацией.

Заводские условия производства и BIM-технологии обеспечивают геометрическую точность модулей и соединений, снижение уровня брака и более рациональное использование материальных, трудовых и финансовых ресурсов, что позволяет ускорять процесс строительства на 30–50% и снижать стоимость строительства до 15-20% [11].

Кроме того, применение цифровых решений на стадии эксплуатации зданий обеспечивает управление жизненным циклом объектов недвижимости, повышая их энергоэффективность и эксплуатационную надёжность.

Высокая плотность населения в городах способствует росту привлекательности пригородного жилья, особенно при условии его быстрого возведения, относительно низкой стоимости, а также высокого уровня энергоэффективности и комфортности проживания, в том числе в круглогодично. Все это способствует тому, что интерес к модульному строительству растет по всему миру и в Беларуси тоже.

**Таблица 1 – Ключевые цифровые технологии используемые
в модульном строительстве**

Цифровая технология	Описание технологии	Эффект от применения технологии
CAD/CAM системы	Программное обеспечение для реализации дизайнерских и проектных решений, а также автоматизированное изготовление модулей. В итоге точная цифровая модель будущего изделия благодаря CAD/CAM системам, которые являются цифровым мостом между конструктором и станком с числовым программным управлением (ЧПУ) появляются на свет.	Создание точных цифровых моделей и чертежей (проектирование в CAD-системах) с последующей разработкой управляющих программ в CAM-системах и изготовлением на станках с ЧПУ геометрически точных деталей и модульных элементов.
BIM (Building Information Modeling)	Информационное моделирование здания для интеграции архитектурных, конструктивных, технологических и экономических данных в единой цифровой модели. В отличие от CAD систем, BIM-модель это не только графическое представление объекта, а единая база данных, содержащая всю информацию о будущем здании: от архитектуры и инженерных систем (3D), до сроков (4D) и стоимости строительства (5D) и затрат на эксплуатацию (6D) и соответствие принципам устойчивого развития (7D)	Проектирование модулей и проверка на коллизии до процесса строительства на стадии проектирования (уменьшение брака). Разработка оптимальных конструкторских решений за счет возможности прогнозирования ресурсов и затрат. Интеграция BIM с системами планирования ресурсов предприятия (ERP) создаёт единую среду для управления данными, улучшает контроль затрат и управление рисками, что ведёт к повышению общей эффективности проекта. Интеграция BIM-моделей, систем мониторинга и платформ управления жизненным циклом зданий (FM) позволяет создавать цифровые двойники модульных зданий для эффективной эксплуатации.
Цифровые платформы управления логистикой TMS (Transport Management System)	Цифровые логистические платформы позволяют в режиме реального времени планировать маршруты доставки модулей, учитывать габариты конструкций, грузоподъемность транспорта и ограничения дорожной инфраструктуры.	Возможность строгого соблюдения графиков поставки и синхронизации логистических операций со строительно-монтажными работами, что позволяет оптимально управлять запасами, минимизировать простои и затраты на транспортировку модулей.
3D-сканирование и цифровой контроль качества	Использование лазерного для создания объемной цифровой модели (точечное облако) каждого модуля, которая сравнивается с BIM-моделью или CAD-чертежом.	Выявление отклонений по размерам, определение кривизны, положения монтажных соединений и других конструктивных элементов ещё до транспортировки и монтажа на строительной площадке.

Источник: собственная разработка автора на основе [6-10]

Вместе с тем дальнейшее развитие модульного строительства в Беларуси требует совершенствования нормативно-правовой базы и подготовки квалифицированных кадров, способных работать с цифровыми технологиями и индустриальными методами строительства. Существенным сдерживающим фактором развития модульного строительства также является недостаточный уровень цифровой зрелости отдельных участников строительной деятельности, выражающийся в ограниченном использовании BIM-технологий, автоматизированных систем управления производством, цифровых решений в процессе эксплуатации зданий, что снижает совокупный экономический эффект от применения модульных технологий.

Таким образом можно сказать, что модульное строительство для Беларуси это перспективное и активно развивающееся направление строительства, а также экспортная составляющая не смотря на наличие ряда сдерживающих факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kamali, M. Life cycle performance of modular buildings: A critical review / M. Kamali, K. Hewage // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2016. – Vol. 62. – P. 1171–1183
2. Compact homes, rich lives: lessons from nomadic design [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dokmimarlik.com/en/compact-homes-rich-lives-lessons-from-nomadic-design/>. – Дата доступа: 19.01.2026.
3. A time capsule of modularity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blarrow.tech/a-time-capsule-of-modularity/>. – Дата доступа: 19.01.2026.
4. Бородейко, И. В. История развития модульного строительства // Путь в науку. Прикладные науки. Строительство: Электрон. сб. тр. мол. специалистов Полоц. гос. ун-та им. Евфросинии Полоцкой. – Полоцк, 2020. – № 34. – С.15-17.
5. Как мечта инвестировать в недвижимость и поиск ниши привели к производству, которого в Беларуси не было: история DublDom [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://probusiness.io/experience/1204-kak-mechta-investirovat-v-nedvizhimost-i-poisk-nishi-priveli-k-proizvodstvu-kotorogo-v-belarusi-ne-bylo-istoriya-dubldom.html>. – Дата доступа: 19.01.2026.
6. World Bank. Imports of prefabricated buildings (HS 940600) to Belarus, 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/All/year/2023/tradeflow/Imports/partner/BLR/product/940600>. – Дата доступа: 19.01.2026.

7. Третьякова, Н.М. Взаимосвязь между системами автоматизированного проектирования САПР/CAE/CAD/CAM, применяемыми в строительстве // Студенческий научный форум – 2019 : материалы Междунар. студенч. науч. конф. – М., 2019. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018014452>. – Дата доступа: 19.01.2026.
8. Integrated BIM workflows in modular prefabricated construction: concept to fabricate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medium.com/autodesk-university/integrated-bim-workflows-in-modular-prefabricated-construction-concept-to-fabricate-2cff9b3573e1>. – Дата доступа: 19.01.2026.
9. Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/340234659_Towards_a_semantic_Construction_Digital_Twin_Directions_for_future_research. – Дата доступа: 19.01.2026.
10. Цифровая логистика и управление транспортными системами: внедрение и перспективы развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cleverence.ru/articles/sklad-i-logistika-tsifrovaya-logistika-i-upravlenie-transportnymi-sistemami-vnedrenie-i-perspektivy-razvitiya/>. – Дата доступа: 19.01.2026.
11. The opportunities and challenges of modular construction [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nibs.org/the-opportunities-and-challenges-of-modular-construction/>. – Дата доступа: 19.01.2026.

УДК: 697.1:621.311.25:004

Е.В. Хмель, зав. кафедрой, канд. экон. наук,
А.А Бирюкова, магистрант,
А.Н. Стаховский, студент (БНТУ, г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОДОМОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В статье рассмотрены предпосылки развития электродомов в Республике Беларусь в контексте цифровизации экономики страны с учетом развития атомной энергетики. Особое внимание уделено роли цифровых технологий в повышении энергоэффективности, эксплуатационной надёжности и комфорта проживания в электродомах.