

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2026, Том 18, № 1 / 2026, Vol. 18, Iss. 1 <https://esj.today/issue-1-2026.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/56SAVN126.pdf>

DOI: 10.15862/56SAVN126 (<https://doi.org/10.15862/56SAVN126>)

2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Заторский, С. П. Применение системного подхода к организации жизненного цикла модульных объектов строительства / С. П. Заторский, Л. А. Опарина, В. А. Огурцов // Вестник евразийской науки. — 2026. — Т. 18. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/56SAVN126.pdf>. DOI: 10.15862/56SAVN126.

For citation:

Zatorskiy S.P., Oparina L.A., Ogurtsov V.A. Applying a systematic approach to the organization of the life cycle of modular construction facilities. *The Eurasian Scientific Journal*. 2026;18(1): 56SAVN126. Available at: <https://esj.today/PDF/56SAVN126.pdf>. DOI: 10.15862/56SAVN126. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 69.056.32

Заторский Савелий Павлович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Аспирант кафедры «Технологий математического и информационного моделирования»
E-mail: saveliy_zatorskiy@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4234-8454>

Опарина Людмила Анатольевна

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», Иваново, Россия
Заведующий кафедрой «Организации производства и городского хозяйства»
Доктор технических наук
E-mail: l.a.oparina@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5534-727X>

Огурцов Валерий Альбертович

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», Иваново, Россия
Профессор кафедры «Строительства и инженерных систем»
Доктор технических наук
E-mail: ogurtzovvawork@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1154-6167>

Применение системного подхода к организации жизненного цикла модульных объектов строительства

Аннотация. В современных экономических условиях индустриализация строительства и внедрение масштабируемых типовых решений, в частности модульных объектов, выступают стратегическим вектором развития строительного комплекса. Согласно прогнозам Ассоциации развития модульного строительства, доля возведения объектов из готовых комплектов в России к 2030 году может увеличиться с 7 % до 30 % от общего объема строительства. Однако существующие подходы к управлению жизненным циклом, базирующиеся на линейной парадигме, демонстрируют ограниченную применимость в условиях высокой технологической сложности модульных конструкций. Традиционные линейные модели жизненного цикла не обеспечивают достаточной гибкости, необходимой согласованности стадий и обратной связи для управления итеративными процессами модульного производства. Поэтому авторами предложено концептуализированное представление жизненного цикла модульного здания как иерархически сложной системы. Предложен метод двухуровневой декомпозиции, разделяющий

объект на целевую систему (здание) и целевую подсистему (модуль), а также сформированы согласованные целевые функции уровней. Ключевой новизной подхода является рассмотрение модуля в качестве автономной единицы управления с собственным контуром информационных потоков. Разработанная структурно-функциональная модель жизненного цикла позволяет интегрировать данные о состоянии подсистем в реальном времени, что минимизирует риски рассогласования этапов и оптимизирует процесс принятия проектных и эксплуатационных решений. Таким образом, разработанный подход обладает большим потенциалом для развития устойчивости, адаптивности и повышения эффективности проектов модульного строительства.

Ключевые слова: префабрикация; модульное строительство; технологии информационного моделирования; управление жизненным циклом; управление данными; целевая система; целевая подсистема; алгоритмы

Введение

Модульное строительство — это технология, идея которой заключается в создании зданий на основе типовых блок-модулей, собранных заранее на заводе [1]. Они представляют из себя обособленную пространственную конструкцию с проложенными инженерными сетями и выполненной внутренней отделкой. После отгрузки на транспортное средство модули отправляются на стройплощадку, где из них собирается здание нужной конфигурации.

Такой подход имеет ряд преимуществ в сравнении с традиционным строительством, а именно: сокращение сроков строительства за счет параллельного выполнения площадочных работ и изготовления модулей на заводе [2]; облегчение конструкции здания за счет каркасного строения модулей; большая экологичность, так как работы на заводе в контролируемых условиях и используемые материалы имеют высокую степень экологичности и безопасности; мобильность — работы не привязаны к конкретному местоположению, монтаж ведется «с колёс» [3].

Модульные конструкции используются для строительных проектов различной направленности. Автор работы [4] выделяет 3 основных типа:

1. Трансформируемые модули. Характеризуются увеличенной полезной площадью за счет трансформации при помощи внутренних скользящих механизмов. Используются в отдаленных и труднодоступных местах.
2. Унифицированные типовые модули. Могут изготавливаться как на основе железобетонных конструкций, так и на основе металлического пространственного каркаса. Используются для гражданского строительства.
3. Модуль-контейнеры. Основой для изготовления таких модулей являются контейнеры стандартного размера с каркасом из металлических профилей. Это универсальные быстровозводимые конструкции, которые приобрели особую популярность в России за счет использования в качестве временного жилья на строительных площадках, общежитий и административных офисов и пр.

Современное развитие модульного строительства характеризуется перераспределением традиционных стадий жизненного цикла (ЖЦ) объектов капитального строительства (ОКС) между площадкой и заводом-изготовителем, усложнением логистических процессов и повышением требований к управляемости эксплуатационных характеристик здания. В этих условиях классическое линейное представление ЖЦ «Проектирование — строительство —

эксплуатация — вывод из эксплуатации» оказывается недостаточным для принятия обоснованных управленческих решений, поскольку не отражает системной взаимосвязи процессов, потоков данных, прямых и обратных связей между стадиями. Одной из основных причин появления обозначенных проблем является недостаточная реализация системного подхода при организации ЖЦ модульных зданий. Переход от рассмотрения здания как статичной конструкции к зданию как динамичной системы, функционирующей в динамике, включающей взаимосвязанные процессы, является принципиальным. ЖЦ при таком подходе определяется как совокупность процессов, связанных причинно-следственными зависимостями, формирующих законченный цикл развития ОКС — от планирования до вывода из эксплуатации.

По мнению авторов, модульное здание целесообразно рассматривать как сложную целевую систему, включающую совокупность взаимосвязанных подсистем — модулей, обладающих внутренней структурой жизненного цикла. Такая двухуровневая декомпозиция (уровень А — модульное здание как целевая система, уровень В — модуль как целевая подсистема) позволит формализовать процессы управления данными, определить точки перехода между стадиями и задать критерии продвижения системы по жизненному циклу.

В отличие от традиционного подхода, при котором модули рассматриваются как конструктивные элементы, предлагаемый системный подход позволит рассмотреть модуль как самостоятельную управляемую единицу с потоком данных, ресурсными характеристиками и сценариями использования.

Авторы исследования [5] приходят к выводу, что составление прогнозов возможного цикла продукта позволяет более рационально подходить к вопросу планирования и сбыта. Также помогает оптимизировать время протекания многих процессов после запуска продукта в эксплуатацию, включая возможность более быстрых решений, увеличение длительности жизни продукта и вывод старого продукта из эксплуатации и с рынка.

Актуальность двухуровневой модели обусловлена спецификой модульного строительства, поскольку значительная часть работ переносится на заводское изготовление; изменения сопряжены с существенными издержками, а эксплуатационная эффективность здания напрямую зависит от качества данных о модулях. Следовательно, управление ЖЦ невозможно без организации сквозного управления данными о модулях, включая их проектные параметры, производственные характеристики, результаты контроля качества и эксплуатационные данные.

Для обеспечения своевременно обновляющегося потока информации в организации управления ЖЦ в мировой практике используется BIM/ТИМ (технологии информационного моделирования). Главное в применении таких технологий — это эффективность управления данными, а этого недостаточно в OpenBIM («открытый BIM») [6]. Основная проблема как отечественных практик, так и зарубежных, заключается в том, что концепция OpenBIM работает с доказанной эффективностью на этапе проектирования. На этапах строительства и эксплуатации она либо приводит к низкой эффективности, либо препятствует эффективному управлению данными, так как квалификация и уровень внедрения технологий остается на низком уровне [7]. Предлагаемым выходом из сложившейся ситуации управления данными является применение ТИМ при системном подходе.

Наполнение системы информацией и её актуализация на протяжении всего жизненного цикла с использованием информационной модели как базы входных и исходящих данных позволит как ускорить управление данными, сократить количество ошибок, спрогнозировать состояние системы в любой момент времени, так и передать через обратные связи результаты для оптимизации процессов на различных этапах ЖЦ. Таким образом, главная задача организации системного подхода состоит в установлении заданного состояния функционирования системы, предусмотренного планированием как упреждающим управлением.

Материалы и методы

Для анализа существующего подхода к организации управления жизненным циклом были исследованы научные работы по данной тематике. В работе [8] ЖЦ здания в контексте достижения высокой энергетической эффективности описывается как сложная система процессов с параллельностью, итеративностью работ и движения ресурсов. Через систему проходят потоки материальных и информационных ресурсов, которые меняются в зависимости от стадии и взаимодействуют с внешней средой. Такой подход позволил сегментировать ЖЦ по стадиям, вывести контрольные точки и критерии для продвижения системы на следующую стадию. Автор делает вывод, что с точки зрения системного подхода энергоэффективность здания — это не статическая характеристика, а динамическая, изменяющаяся на протяжении всего жизненного цикла, от инвестиционного замысла до вывода из эксплуатации.

В соответствии с анализом материалов классификации основных методов системного подхода в исследовании [9], а именно блочно-модульный метод и метод SADT (Structured Analysis and Design Technique) при разработке системного подхода к управлению ЖЦ инженерных систем зданий, и оценке факторов полезности информации в течении жизненного цикла организаций и продукта в работе [10] был сделан вывод, что в настоящее время практика организации управляемого жизненного цикла зданий не отвечает основным принципам системного подхода, таким как:

1. Целеполагание — участники строительства и эксплуатирующие организации имеют разные цели и стремятся достигнуть их на разных этапах ЖЦ здания. Для заказчика основная цель — уложиться в сроки; критерии управляемости, эксплуатации и демонтажа формулируются слабо или постфактум. На уровне завода-изготовителя модулей оптимизируются производительность и стоимость без привязки к эксплуатационным целям здания.
2. Внутренние компоненты здания как системы — в массовой застройке и реконструкции не осуществляется учет взаимосвязи здания как иерархической системы с подсистемами. Например, ремонтпригодность здания не рассматривается как функция доступности и заменимости модулей и монтажных узлов.
3. Функционирование системы — отсутствует единая система комплексной оценки и регулирования, учитывающая изменяемые во времени показатели здания и его элементов, такие как стоимость, остаточный ресурс, сценарии повторного использования, ремонтпригодность и пр.

Для того, чтобы учесть данные выводы необходимо визуализировать ЖЦ модульного здания как системы. Это позволит сегментировать его по уровням, стадиям, а также сформулировать точки продвижения системы по ЖЦ и таким образом принимать решения по определенным критериям [8]. Также визуализация поможет выявить факторы, которые могли быть упущены на остальных этапах и уровнях.

С целью обобщения вышеизложенного, а также в соответствии с предлагаемой двухуровневой декомпозицией была разработана системная модель описания ЖЦ модульного здания как целевой системы (рис. 1).

На уровне модульного здания данные взаимодействия системы с внешними системами и результаты операций агрегируются, что позволяет реализовать системный подход к управлению жизненным циклом.

На уровне отдельного модуля была разработана системная модель описания ЖЦ модуля как целевой подсистемы (рис. 2).

уровень А: модульное здание как целевая система



Рисунок 1. Модульное здание как целевая система (разработано авторами)

уровень В: модуль как подсистема



Рисунок 2. Модуль как целевая подсистема (разработано авторами)

На изображении видно, что ЖЦ модуля как подсистема также существует на всех стадиях жизненного цикла. На каждой стадии происходит взаимодействие с внешними системами.

Целевой функцией при двухуровневой системной декомпозиции может являться многокритериальная оптимизация параметров жизненного цикла модульного здания, обеспечивающая устойчивость системы во времени.

Для уровня модульного здания она имеет вид:

$$F_A = f(C_{LC}, T_{LC}, S, E, R), \quad (1)$$

где:

C_{LC} — приведенные затраты на ЖЦ;

T_{LC} — совокупная продолжительность всех стадий;

S — устойчивость среды;

E — эксплуатационная эффективность;

R — потенциал повторного использования.

Для модуля целевая функция будет иметь вид:

$$F_B = f(C_{pref}, C_{log}, C_{inst}, C_{serv}, Q, D, O, R), \quad (2)$$

где:

C_{pref} — затраты производства;

C_{log} — затраты транспортировки;

C_{inst} — затраты монтажа;

C_{serv} — затраты технического обслуживания и ремонта;

Q — качество изготовления;

D — долговечность;

O — ремонтпригодность;

R — потенциал повторного использования.

Согласованность уровней А, В через иерархическую зависимость в данном случае будет иметь вид: $F_A \rightarrow$ ограничения $\rightarrow F_B$, то есть здание задает требования, модули оптимизируются внутри этих требований.

Таким образом, целевая функция системы обеспечивает основные характеристики жизненного цикла. Если целевой функцией задать многокритериальную оптимизацию параметров, то здание как система на протяжении всего жизненного цикла будет «стремиться к эффективности». Причем при реализации новых проектов модульных зданий и отдельных префаб-модулей, по мнению автора, при применении уже наработанного опыта эффективность будет возрастать, тем самым способствуя устойчивому развитию среды жизнедеятельности человека.

Для накопления данных, управления информацией в течении ЖЦ и экстраполяции опыта на другие проекты и направления требуются современные инструменты, такие как ТИМ. Авторы работы [11] исследуют вопрос применения цифровых информационных моделей (ЦИМ) для различных стадий ЖЦ. При анализе данной проблематики было выявлено, что при помощи ЦИМ возможно увеличить качество процессов проектирования и последующего строительства, а также описать бизнес-процессы. Но актуальным остается вопрос эффективности использования моделей для стадий, идущих после строительства. Аналогично в современной литературе практически не освещен вопрос обмена информацией между стадиями. В течении ЖЦ объекта строительства между собой взаимодействует большое количество участников процесса. Авторы исследования [12] рассматривают эту проблему как центральную. Каждый участник «формирует» свой ВИМ, из-за чего данные динамичны и фрагментированы. Также информационные системы в строительстве в основном разрабатываются для отдельной стадии, что приводит к недостатку информации о ЖЦ и накоплению опыта.

В статье [13] рассматривается применение ТИМ для разработки проектов блочно-модульного строительства. Сделан вывод о высокой эффективности данного вида зданий за счет возможности повторного использования, а также о возрастании эффективности применения ЦИМ для проектов повторного применения за счет разработанных библиотек, ранее полученных проектных данных и отработанных на практике решений.

В исследовании [14] ТИМ рассматривается как инструмент обеспечения функционирования строительных систем, например, планово-предупредительных и текущих ремонтов на стадии эксплуатации. Авторы приходят к выводу о необходимости детализации стадий ЖЦ, так как от этого зависит конкретизация задач и входной информации, что в свою очередь напрямую

влияет на ожидаемые (прогнозируемые) результаты. Аналогичная проблема изучается в работе [15]. Авторы говорят о необходимости включения данных Facility Management в ЦИМ. Поскольку ситуации, требующие ремонта, подразумевают немедленное вмешательство, обычная стратегия управления не предусматривает заранее определенного пути устранения проблемы. Это приводит к затратам времени и остановке работы части здания. В таких ситуациях предпочтительным становится поиск альтернативных решений в зависимости от их доступности. Основным недостаток здесь — отсутствие планирования с учетом обещанного стандарта качества. Затраты и время, потраченные на решение проблемы могут быть заметно сокращены, если изначально внести данные в проект, соответственно в ЦИМ.

Результаты исследования

В основе комплексной модели управления ЖЦ модульных объектов лежит управление данными на всех этапах ЖЦ с помощью ТИМ и расчетно-прогностического моделирования. Данные брались из тематических авторских исследований [16–18].

Управление и накопление опыта реализуется за счет системы прямых и обратных связей, обеспечивающей адаптацию проектных и экономических решений на основе данных производства, контроля качества, монтажа, эксплуатации и вывода из эксплуатации, что позволяет рассматривать модуль не как статический объект, а как управляемую динамическую систему. Модель управления ЖЦ для уровня В (модуль как подсистема) отражена на рисунке 3.

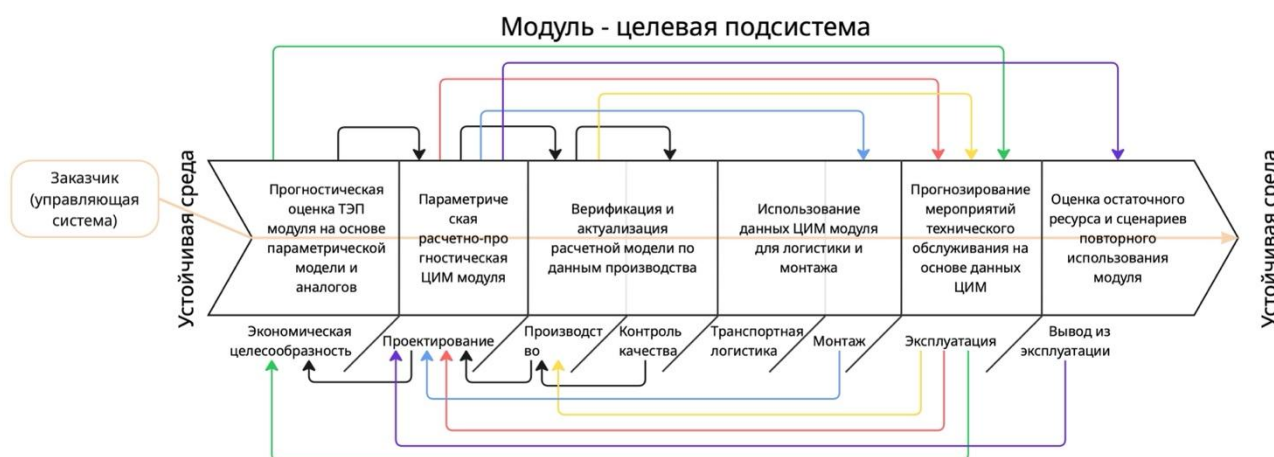


Рисунок 3. Модель управления ЖЦ модуля как подсистемой (разработано авторами)

Для модуля как подсистемы на каждом этапе ЖЦ данные аккумулируются в ЦИМ. Для тех этапов, которые еще не наступили в заданной точке ЖЦ используются расчетно-прогностические модели [16; 17]. В частности, они позволяют рассчитать проектно-производственные данные для одноименных этапов с высокой точностью. Для этапа эксплуатации модель прогнозирует плановые ремонты и затраты в зависимости от составляющих модуля, что в значительной степени снижает время и средства на решение данных вопросов [18]. По принципу оценки остаточного ресурса элементов модуля планируется демонтаж и оценивается потенциал повторного использования, что демонстрирует использование прямых связей между этапами ЖЦ.

Накопленный опыт в виде проектных, спрогнозированных данных и данных, полученных от уже реализованных этапов, с помощью обратных связей используется для реализации проектов модулей как производственной единицы или части здания. Таким образом, подсистема является динамической и настраиваемой. Благодаря изменению во времени, определению и

расчету параметров заданной целевой функции реализуется упреждающее управление с возможностью многокритериальной оптимизации.

В соответствии с согласованностью уровней системной декомпозиции сформированы контуры управления ЖЦ модульного здания (рис. 4).

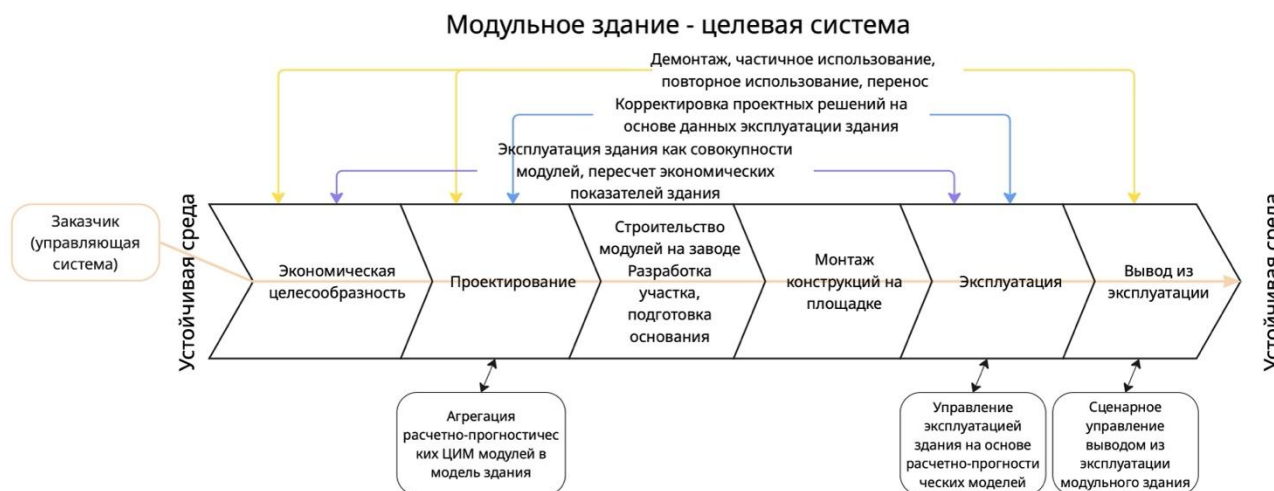


Рисунок 4. Модель управления ЖЦ модульного здания как системой (разработано авторами)

На изображении видно, что за счет агрегирования данных о модулях и последующей интеграции их в модель здания целевая функция системы уровня А обеспечивает основные характеристики ЖЦ модульного здания.

Заключение и обсуждение

Жизненный цикл здания как системы является сложной системой процессов, обладающих параллельными, итеративными и зависящими от времени характеристиками. Проведенное исследование показало, что жизненный цикл модульного здания целесообразно рассматривать как иерархически организованную динамическую систему, функционирование которой определяется взаимосвязанными потоками материальных, финансовых, трудовых и информационных ресурсов. В отличие от линейного представления стадий жизненного цикла, предложенная двухуровневая системная декомпозиция обеспечивает согласованное описание процессов, данных и управленческих воздействий на всех стадиях жизненного цикла — от экономического обоснования до вывода из эксплуатации. Такое представление позволяет формализовать точки продвижения по жизненному циклу, задать критерии перехода между стадиями и оптимизировать параметры системы. Предлагаемые схемы могут служить структурной основой процессов и действий, относящихся к жизненному циклу модульного здания как системы.

Разработанная комплексная модель управления жизненным циклом, основанная на интеграции ТИМ и расчетно-прогностического моделирования, обеспечивает функционирование системы с заданными характеристиками. За счет системы прямых и обратных связей обеспечивается накопление и экстраполяция опыта, что позволяет повысить устойчивость системы во времени, оптимизировать процессы на каждом этапе и перевести управление из реактивного в упреждающий режим.

Таким образом, предложенный подход обеспечивает переход от статического описания модульного здания к модели управляемой во времени системы, в которой целевая функция задает стратегическое направление развития, а агрегирование данных формирует основу для устойчивости, адаптивности и повышения эффективности последующих проектов. Полученные

результаты показывают, что применение принципов системного подхода является важным направлением развития архитектурно-строительной науки и может служить методической базой управления жизненным циклом модульных объектов строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Velikiy, Y., Nemova, D., Kotov, E., Olshevskiy, V. Modular construction development trends. A review // Construction of Unique Buildings and Structures. — 2024. — Т. 113. — № 11302. — DOI: 10.4123/CUBS.113.2.
2. Малаева, П.Ю., Ерохина, Е.В. Модульные строительные конструкции: Перспективы использования // Инновационная экономика и современный менеджмент. — 2020. — № 2(28). — С. 33–36. — EDN OCJLNR.
3. Сдобнова, Л.Д. Преимущества модульного строительства // Новая наука: Стратегии и векторы развития. — 2016. — № 1-2(58). — С. 107–109. — EDN VHTBGZ.
4. Крыжановский, В.В. Модульные здания в современном строительстве // Инженерные исследования. — 2023. — № 1(11). — С. 31–37. — EDN PQCATC.
5. Широкова, Г.В., Клемина, Т.Н., Козырева, Т.П. Концепция жизненного цикла в современных организационных и управленческих исследованиях // Вестник Санкт-Петербургского Университета. — 2007. — № 2. — С. 3–31. — EDN HZVHSB.
6. Галишников, В.В., Бочаров, М.Е. Информационные модели объектов строительства в течение их жизненного цикла // Недвижимость: экономика, управление. — 2024. — № 2. — С. 65–72. — DOI: 10.22337/2073-8412-2024-2-65-72. — EDN UMRISY.
7. Москвина, М.С., Ларионова, В.А. Оценка уровня развития BIM-технологий в российских регионах через призму потребности в специалистах данного профиля на региональных рынках труда // Российские регионы в фокусе перемен: Сборник докладов XVII Международной конференции, Екатеринбург, 17–19 ноября 2022 года. — Екатеринбург: ООО Издательский Дом «Ажур», 2023. — С. 211–221. — EDN MNBTFQ.
8. Опарина, Л.А. Системный подход к организации жизненного цикла энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. — 2014. — № 8. — С. 12–15. — EDN SJTXSH.
9. Саввин, Н.Ю., Ильина, Т.Н., Феоктистов, А.Ю., Алифанова, А.И. Разработка концепции системного подхода к управлению жизненным циклом инженерных систем здания // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 15. — № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/29SAVN525.pdf>.
10. Щербакова, Е.А. Системный подход к управлению жизненным циклом организации // Организатор производства. — 2013. — № 3(58). — С. 28–30. — EDN RDSCKT.
11. Федоров, С.С., Казаков, С.Д. Анализ цифровых информационных моделей на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства // Строительство и архитектура. — 2023. — Т. 11. — № 2. — С. 9. — DOI: 10.29039/2308-0191-2023-11-2-9-9. — EDN EUSCDA.
12. Xu, X., Ma, L., Ding, L. A Framework for BIM-Enabled Life-Cycle Information Management of Construction Project // International Journal of Advanced Robotic Systems. — 2014. — Т. 11. — № 8. — С. 126. — DOI: 10.5772/58445.

13. Ахмадиева, Р.А., Игнатова, Е.В. Информационное моделирование зданий высоковольтных подстанций // Строительство и архитектура. — 2023. — Т. 11. — № 1. — С. 14. — DOI: 10.29039/2308-0191-2022-11-1-14-14. — EDN GZKBDU.
14. Абрамян, С.Г., Бурлаченко, О.В., Оганесян, О.В., Соболева, Е.Д., Бурлаченко, А.О., Плешаков, В.В. К вопросу о стадиях жизненного цикла строительных систем в контексте применения информационных технологий // Инженерный вестник Дона. — 2022. — Т. 6(90). — С. 607–620. — EDN ETPPQZ.
15. Khodabocus, S., Seyis, S. Simplified guide on BIM integration to mitigate facilities management risks of modular construction projects // Eurosian BIM Forum 2021: Collection of conference materials, Istanbul, Turkey, November 2021. — Ozyegin University, Istanbul, Turkey, 2021. — С. 1–15. — URL: https://www.researchgate.net/profile/Senem-Seyis/publication/356267254_Simplified_guide_on_BIM_integration_to_mitigate_facilities_management_risks_of_modular_construction_projects/links/64b5921e95bbbe0c6e405e9c/Simplified-guide-on-BIM-integration-to-mitigate-facilities-management-risks-of-modular-construction-projects.pdf.
16. Заторский, С.П., Шумилов, К.А. Модель прогнозного расчета технико-экономических показателей префаб-модуля // Вестник МГСУ. — 2025. — Т. 20. — № 5. — С. 745–763. — DOI: 10.22227/1997-0935.2025.5.745-763. — EDN GRXJFH.
17. Заторский, С.П. Методика проектирования модульных конструкций при производстве по технологии префаб // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. — 2025. — Т. 10. — № 12. — С. 49–61. — DOI: 10.34031/2071-7318-2025-10-12-49-61. — EDN YFDWEF.
18. Заторский, С.П., Шумилов, К.А., Свириденко, В.А. Прогнозирование мероприятий технического обслуживания модулей заводского изготовления // Вестник Евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 6. — DOI: 10.15862/50SAVN625.

Zatorskiy Saveliy Pavlovich

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: saveliy_zatorskiy@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4234-8454>

Oparina Lyudmila Anatolyevna

Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia
E-mail: l.a.oparina@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5534-727X>

Ogurtsov Valery Albertovich

Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia
E-mail: ogurtzovvawork@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1154-6167>

Applying a systematic approach to the organization of the life cycle of modular construction facilities

Abstract. In modern economic conditions, the industrialization of construction and the introduction of scalable standard solutions, in particular modular facilities, are a strategic vector for the development of the construction complex. According to the forecasts of the Association for the Development of Modular Construction, the share of construction of facilities from ready-made kits in Russia by 2030 may increase from 7 % to 30 % of the total construction volume. However, existing lifecycle management approaches based on the linear paradigm demonstrate limited applicability in conditions of high technological complexity of modular structures. Traditional linear lifecycle models do not provide sufficient flexibility, necessary stage consistency, and feedback to manage iterative modular manufacturing processes. Therefore, the authors proposed a conceptualized representation of the life cycle of a modular building as a hierarchically complex system. A two-level decomposition method is proposed that divides an object into a target system (building) and a target subsystem (module), and consistent target functions of the levels are formed. The key novelty of the approach is to consider the module as an autonomous control unit with its own information flow circuit. The developed structural and functional life cycle model allows integrating data on the state of subsystems in real time, which minimizes the risks of stage misalignment and optimizes the process of making design and operational decisions. Thus, the developed approach has great potential for developing sustainability, adaptability and improving the efficiency of modular construction projects.

Keywords: prefab; modular construction; information modeling technologies; lifecycle management; data management; target system; target subsystem; algorithms