

© В.П. Грахов, Ю.А. Толкачев

Научная статья

УДК 338.3:69.003

DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2023.4.19>**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ МОДУЛЬНЫХ ЗДАНИЙ**

В.П. Грахов, Ю.А. Толкачев

**Грахов Валерий Павлович,**

доктор экономических наук, профессор,  
Ижевский государственный технический  
университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск,  
Россия.

ORCID iD: 0000-0002-4783-9044

pgs@istu.ru

**Толкачев Юрий Александрович,**

аспирант, Ижевский государственный  
технический университет имени М.Т.  
Калашникова, Ижевск, Россия.

ukushen13@gmail.com

**Аннотация.** *С каждым годом увеличивается количество объектов, при возведении которых используется технология модульного строительства. Популярность модульной технологии объясняется возможностью быстрого оборудования строительных площадок жилыми и общественными зданиями, которые по своим характеристикам не уступают зданиям, построенным традиционными методами. С развитием популярности и интереса к данной технологии, растёт и количество предприятий, которые заняты в сфере модульного домостроения. Для усиления позиций модульной технологии на рынке строительства, необходимо снизить трудоёмкость производства и себестоимость изготовления отдельных элементов быстровозводимого здания, что может быть достигнуто за счёт улучшения показателей технологичности производства. Однако, в настоящее время отмечается недостаток информации об эффективности применяемых решений, которые используются при возведении модульных зданий. Целью данной работы является разработка методики комплексной оценки технологичности модульных зданий, которая учитывает процессы производства, транспортировки и монтажа. Для достижения поставленной цели был проведён анализ литературы, связанной с технологией модульного строительства. Результатом работы является формирование структурированной системы показателей, определение которых позволит принимать правильные управленческие решения при реализации технологии модульного строительства. В работе предложены частные показатели оценки уровня производственной, транспортной и монтажной технологичности, которые позволят объективно оценивать общую технологичность модульных зданий, с учётом всех особенностей данной технологии. Полученные результаты могут применяться в целях снижения затрат при модульном строительстве зданий и сооружений, а также*

*стать основой при последующей разработке комплексного показателя оценки уровня технологичности.*

**Ключевые слова:** *блок-модуль, модульное строительство, технологичность, показатели технологичности, методика оценки, экономическая эффективность.*

**Библиографическая ссылка:** *Грахов В.П., Толкачев Ю.А. Методика оценки уровня технологичности модульных зданий // ЦИТИСЭ. 2023. № 4. С. 200-208. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2023.4.19>*

Research Full Article

UDC 338.3:69.003

## METHODOLOGY FOR ASSESSING THE LEVEL OF MANUFACTURABILITY OF MODULAR BUILDINGS

V.P. Grakhov, Y.A. Tolkachev

**Valery P. Grakhov,**

Doctor of Economic Sciences, Professor,  
Kalashnikov Izhevsk State Technical University,  
Izhevsk, Russian Federation.

ORCID iD: 0000-0002-4783-9044

[pgs@istu.ru](mailto:pgs@istu.ru)

**Yuri A. Tolkachev,**

Postgraduate student, Kalashnikov Izhevsk State  
Technical University, Izhevsk, Russian  
Federation.

[ukushen13@gmail.com](mailto:ukushen13@gmail.com)

**Abstract.** *Every year, the number of objects in the construction of which the technology of modular housing construction is used increases. The popularity of modular technology is explained by the possibility of quickly equipping construction sites with residential and public buildings, which in their characteristics are not inferior to buildings built using traditional methods. With the growing popularity and interest in this technology, the number of enterprises engaged in modular housing construction is also growing. To strengthen the position of modular technology in the construction market, it is necessary to reduce the labor intensity of production and the cost of manufacturing individual elements of a prefabricated building, which can be achieved by improving the technological performance of production. However, there is currently no information on the effectiveness of solutions used in the construction of modular buildings. The purpose of this work is to develop a methodology for a comprehensive assessment of the manufacturability of modular buildings, taking into account the processes of production, transportation and installation. To achieve this goal, an analysis of the literature related to the technology of modular construction was carried out. The result of the work is the formation of a structured system of indicators, the definition*

*of which will make it possible to make the right management decisions when implementing modular construction technology. The article offers specific indicators for assessing the level of manufacturability of production, transportation and installation, which will allow an objective assessment of the overall manufacturability of modular buildings, taking into account all the features of this technology. The results obtained can be applied in order to reduce costs in the modular construction of buildings and structures, as well as to become the basis for the subsequent development of a comprehensive indicator to assess the level of manufacturability.*

**Keywords:** *block module, modular construction, manufacturability, manufacturability indicators, evaluation methodology, economic efficiency.*

**For citation:** *Grakhov V.P., Tolkachev Y.A. Methodology for assessing the level of manufacturability of modular buildings). CITISE, 2023, no. 4, pp. 200-208. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2023.4.19>*

### **Введение.**

Развитие индустриального строительства способствовало появлению быстровозводимых блок-модулей, применение которых позволяет увеличить скорость, а также сократить себестоимость производства работ [1, с. 25].

Модульные здания являются объектами, монтаж которых производится с применением блок-модулей. Блок-модули – пространственная конструкция, состоящая из несущего металлического каркаса и ограждающих элементов. Каждый отдельный блок-модуль достигает максимальной заводской готовности на заводе-изготовителе, и включают в себя: инженерные системы, оборудование и мебель [2, с. 70]. Производство блок-модулей в высокотехнологичных цехах обеспечивает геометрическую неизменяемость, устойчивость, а также жесткость и прочность конструкции.

Модульные здания в целом и каждый отдельный блок-модуль тщательно прорабатываются проектировщиками, конструкторами, технологами и другими специалистами, с целью достижения необходимых потребительских качеств, с учетом ограничений, связанных со снижением себестоимости производства [3, с. 3].

Понимание преимуществ использования модульной технологии является одной из причин, способствующих увеличению роста популярности проектов, разрабатываемых с использованием такой технологии. Основной объем строительно-монтажных работ проводится в высокотехнологичных производственных корпусах и сопровождается обязательным технологическим контролем, что позволяет увеличить качество производства работ и снизить количество отходов в процессе строительства [4, с. 220].

Даже учитывая отсутствие масштабного применения блок-модулей при строительстве, Российский рынок данного вида продукции действительно огромен. При этом, каждый производитель разрабатывает собственные стандарты и типовые решения для модульных зданий.

Совокупность всех свойств продукции, которые позволяют не только снизить затраты на производство, транспортировку, монтаж и эксплуатацию, но также обеспечить высокое качество и соблюдение всех нормативных требований, представляет собой технологичность модульного здания.

### **Разработка методики оценки уровня технологичности.**

Основной задачей в обеспечении технологичности модульного здания является достижение требуемых характеристик при минимальных затратах материальных, трудовых и временных ресурсов. Однако действующие в настоящее время нормативные и технические

документы не регламентируют процедуры определения и отбора показателей технологичности, поэтому при разработке настоящей методики принято решение о необходимости формирования набора частных показателей, которые будут характеризовать конструкцию модульного здания в целом [4, с. 598]. Для этих целей, основные показатели технологичности разделены на две группы, каждая из которых в свою очередь подразделяется на частные и общие.

Первая группа показателей характеризует производственную технологичность. Общим показателем производственной технологичности является трудоемкость всех производственных процессов. К частным показателям были отнесены: коэффициент использования рабочего времени, коэффициент применяемости составных элементов, а также коэффициент использования материала.

Вторая группа включает в себя показатели, которые оказывают непосредственное влияние на процесс транспортировки и монтажа блок-модулей. Именно эти показатели являются необходимыми для корректной и объективной оценки уровня технологичности здания, состоящего из блок-модулей. Основным показателем второй группы является трудоемкость процессов монтажа модульного здания. К частным показателям отнесены: степень заводской готовности, коэффициент модульности здания, а также рациональность компоновки блоков. Коэффициент модульности является ключевым показателем, способствующим снижению затрат на этапе монтажа модульного здания. Однако при проектировании зданий с применением крупногабаритных блок-модулей стоит также учитывать максимально допустимые габариты укрупненных сборок и отдельных элементов, а также их рациональное размещение в транспортном средстве, с целью снижения затрат при доставке до удаленной строительной площадки [5, с. 2].

Трудоемкость производственных процессов позволяет определить количество времени, необходимое при производстве блок-модулей и других укрупненных конструкций модульного здания на заводе-изготовителе. Формула расчета производственной трудоемкости имеет следующий вид:

$$T_1 = \sum P_i \quad (1);$$

где  $P_i$  – количество затраченного времени для  $i$ -го процесса производства элементов модульного здания.

На основании того, что оценка уровня технологичности может производиться как для полностью выполненных и введенных в эксплуатацию объектов, так и для объектов которые находятся на этапе предпроектной подготовки, трудоемкость производственных процессов может быть нормативной, планируемой и фактической [6, с.77]. Для достоверного определения технологичности модульного здания рекомендуется использовать в расчетах фактическую трудоемкость.

Коэффициент использования рабочего времени при производстве блок-модулей, входящих в состав полноценного модульного здания, является важной характеристикой технологичности. Вычисление данного коэффициента позволит оценить эффективность использования времени, отведенного на работу и определить резервы для роста производительности труда [7, с. 67]. Вместе с этим, оценка полноты использования рабочего времени будет способствовать принятию обоснованных решений при управлении производственным процессом [8, с. 415]. Целью расчета данного коэффициента является определение мер по снижению фактической трудоемкости производства блок-модулей. Коэффициент использования рабочего времени выражается следующей формулой:

$$K_1 = \frac{t_0 - t}{t_0} \leq 1 \quad (2);$$

где  $t_0$  – планируемое время производства модульного здания;

$t$  – потери времени при внеплановых остановках производственного процесса.

С целью сокращения затрат, связанных со складированием материалов и стабилизацией темпов производства, заводы-изготовители стараются стандартизировать и унифицировать основные решения [9, с. 159]. Это позволяет снизить вероятность задержки производства при появлении проблем с поставками материалов.

Для определения уровня унификации и стандартизации при производстве модульного здания предусматривается использование коэффициента применяемости составных элементов [10, с. 24]. Этот коэффициент характеризует уровень преемственности составных частей в разрабатываемом модульном здании. Однако для удобства анализа всех составных элементов предлагается разбить данную формулу на отдельные группы, в зависимости от назначения рассматриваемых элементов. В результате преобразования, формула коэффициента применяемости составных элементов выглядит следующим образом:

$$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} \left( \frac{Q_i - q_i}{Q_i} \right)}{n_2} \leq 1 \quad (3);$$

где  $Q_i$  – общее количество типоразмеров, применяемых для  $i$ -ой группы составных элементов проекта;

$q_i$  – количество оригинальных (впервые разработанных) типоразмеров в  $i$ -ой группе составных элементов проекта;

$n_2$  – количество групп составных элементов, учтенных при расчете.

Коэффициент использования материала является еще одним частным показателем, который предлагается использовать для оценки уровня производственной технологичности модульных зданий. Эффективность использования материалов играет важную роль в управлении и оптимизации производственных процессов [11, с. 25]. Коэффициент использования материала рассчитывается как отношение фактического использования материала к его потенциальному использованию. Чем выше значение данного показателя, тем эффективнее используются материалы в процессе производства. Это позволяет снизить себестоимость модульного здания, а также сократить негативное воздействие на окружающую среду. Данный показатель вычисляется по формуле:

$$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^{n_3} \left( \frac{M_i - m_i}{M_i} \right)}{n_3} \leq 1 \quad (4);$$

где  $M_i$  – масса израсходованного  $i$ -го материала;

$m_i$  – масса потерь  $i$ -го материала при производстве блок-модулей;

$n_3$  – количество материалов, учтенных при расчете.

После производства отдельных блок-модулей и других элементов модульного здания, необходимо произвести транспортировку и последующий монтаж крупногабаритных конструкций на удаленной строительной площадке [12, с. 87]. На основании этого была выделена отдельная группа показателей, которая позволяет оценить уровень технологичности модульных зданий при их транспортировке и монтаже.

Общим показателем второй группы является трудоемкость монтажных процессов, которая позволяет определить количество времени, необходимое при монтаже блок-модулей на строительной площадке. Формула расчета монтажной трудоемкости имеет следующий вид:

$$T_2 = \sum A_i \quad (5);$$

где  $A_i$  – количество затраченного времени для  $i$ -го процесса монтажа блок-модулей.

Концепция модульного строительства подразумевает сокращение сроков производства работ непосредственно на объекте строительства. Такая особенность достигается за счет проработанного до мелочей процесса сборки каждого отдельного блок-модуля в условиях производственного цеха [13, с. 66]. Именно поэтому для оценки технологичности модульного здания предложен частный показатель, позволяющий определить степень заводской готовности. Данный показатель позволяет оценить готовность модульного здания к монтажу и вычисляется по формуле:

$$K_4 = \frac{\sum K_i}{\sum P_i + \sum T_i + \sum A_i} \leq 1 \quad (6);$$

где  $T_i$  – количество затраченного времени для  $i$ -го процесса транспортировки элементов модульного здания.

Коэффициент модульности сооружения характеризует крупность монтажных элементов. Чем больше отдельных элементов собраны в укрупненные монтажные блоки и чем больше их масса, тем меньше сборочных работ будут выполнять монтажники при установке элементов в проектное положение [14, с. 74]. Коэффициент модульности сооружения равен:

$$K_5 = \frac{M_m}{M_0} \leq 1, \quad (7);$$

где  $M_m$  – общая масса элементов, собранных в укрупненные монтажные элементы;  
 $M$  – общая масса модульного здания.

Однако модульные здания не могут быть произведены полностью готовыми к монтажу. Во многом это связывается с максимально допустимыми к транспортировке габаритами отдельных блок-модулей, которые зависят от выбранного транспортного средства. Поэтому на этапе проектирования производится разделение модульного здания на отдельные блок-модули, а также разрабатывается схема установки дополнительных элементов, превышавших разрешенные габариты [15, с. 233]. Кроме того, для снижения транспортных затрат необходимо обеспечить максимально эффективную загрузку транспортного средства. Для этого, на этапе проектирования производится компоновка в транспортном средстве блок-модулей, укрупненных монтажных элементов и прочих конструктивных элементов модульного здания. Для оценки рациональности компоновки блок-модулей предлагается использовать следующую формулу:

$$K_6 = \frac{V_0}{V} \leq 1 \quad (8);$$

где  $V_0$  – объем блок-модулей, укрупненных монтажных элементов и прочих конструктивных элементов модульного здания;

$V$  – общий объем транспортного средства, определенный на основании максимально допустимых габаритов для перевозки грузов.

#### **Выводы.**

Модульное строительство имеет большое количество преимуществ и обеспечивает сокращение сроков производства работ на строительной площадке. Однако по сравнению с привычным нам классическим видом строительства применение модульных зданий все еще относительно невелико. Внедрение методики оценки уровня технологичности модульных зданий позволит снизить себестоимость производства, а также увеличить качество выпускаемой продукции, что в целом положительно скажется на развитии данного направления строительства.

Уровень технологичности модульных зданий, зависит от показателей, которые формируются еще на этапе предпроектной подготовки и самого этапа проектирования. Эти показатели оказывают непосредственное влияние друг на друга, таким образом, что улучшение одного из показателей может привести к нежелательному ухудшению остальных.

Показатели, предложенные для комплексной оценки технологичности блок-модулей, были сведены в таблицу для упрощения восприятия информации.

Таблица

Показатели технологичности блок-модулей

Производственная технологичность	Общие показатели	Трудоемкость производственных процессов	$T_1 = \sum P_i$
----------------------------------	------------------	---	------------------

	Частные показатели	Коэффициент использования рабочего времени	$K_1 = \frac{t_0 - t}{t_0} \leq 1$
		Коэффициент применяемости составных элементов	$K_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} (\frac{Q_i - q_i}{Q_i})}{n_2} \leq 1$
		Коэффициент использования материала	$K_3 = \frac{\sum_{i=1}^{n_3} (\frac{M_i - m_i}{M_i})}{n_3} \leq 1$
Технологичность монтажа и транспортировки	Общие показатели	Трудоемкость процессов монтажа	$T_2 = \sum A_i$
	Частные показатели	Степень заводской готовности	$K_4 = \frac{\sum K_i}{\sum P_i + \sum T_i + \sum A_i} \leq 1$
		Коэффициент модульности	$K_5 = \frac{M_m}{M_0} \leq 1$
		Коэффициент рациональности компоновки блоков	$K_6 = \frac{V_0}{V} \leq 1$

В работе представлена методика оценки модульных зданий, которая учитывает общие и частные показатели производственной, транспортной и монтажной технологичности. Предложенные в работе показатели позволят принять важные решения при реализации объекта модульного строительства. Полученные результаты также могут быть использованы в дальнейшем при разработке комплексного показателя оценки уровня технологичности модульных зданий.

#### Список источников:

1. Пахомова Л.А., Олейник П.П. Комфортное жилье нового индустриального поколения // Строительное производство. 2020. № 2. С. 23-28. DOI: [10.54950/26585340\\_2020\\_2\\_23](https://doi.org/10.54950/26585340_2020_2_23)
2. Черных Г.Н. Объемно-модульное частное домостроение. Перспективы развития и проблемы индивидуальности // Архитектурные исследования. 2021. № 3(27). С. 66-75. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46591067>
3. Толкачев Ю.А. Особенности этапов предпроектной и проектной подготовки при реализации модульных объектов // Современное строительство и архитектура. 2023. № 6(37). DOI: [10.18454/mca.2023.37.1](https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1)
4. Лукьяненко Л.А., Артемьева Ю.В., Шайбакова Н.И. Модульное строительство как современное направление возведения доступного жилья // Фотинские чтения. 2018. № 1(9). С. 218-225. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32844462>
5. Маликова Д.М. Разработка методологии оценки технологичности промышленных изделий в условиях опытно-серийного производства // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2021. Т. 31, № 4. С. 597-602. DOI: [10.35634/2412-9593-2021-31-4-597-602](https://doi.org/10.35634/2412-9593-2021-31-4-597-602)
6. Широков В.С. Конструктивные особенности модульных зданий // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14, № 3. DOI: [10.18454/mca.2023.37.1](https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1)
7. Перцев А.А., Подобрий А.Н. Формирование и анализ плана производства машиностроительного предприятия // Автоматизация процессов управления. – 2019. – № 1(55). – С. 74-83. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37174088>

8. Богатырева И.В., Илюхина Л.А., Симонова М.В. Оценка влияния рабочего времени на рост производительности труда работников предприятия // Проблемы развития предприятий: теория и практика. 2018. № 2. С. 66-74. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36533418>
9. Богатырева И.В. Повышение производительности труда на основе эффективного использования рабочего времени: методические основы и практика применения // Экономика труда. 2019. Т. 6, № 1. С. 407-418. DOI: [10.18334/et.6.1.40454](https://doi.org/10.18334/et.6.1.40454)
10. Полякова М.А., Касаткина Е.Г., Снимщиков С.В. Использование принципа опережающей стандартизации при разработке стандарта на металлопродукцию // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. – 2018. – № 17. – С. 158-163. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36809786>
11. Есенкова Г.А., Демченко А.А., Евченко А.В. Система методологии и логика сквозного планирования, контроля, диагностики и повышения качества выпускаемой продукции на предприятии: цели, подходы, показатели, методы, этапы // Деловой вестник предпринимателя. 2020. № 1(1). С. 17-29. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44902839>
12. Газетдинов Ш.М. Современные подходы к управлению материально-техническим обеспечением в интегрированных аграрных формированиях // Фундаментальные исследования. 2020. № 7. С. 25-30. DOI: [10.17513/fr.42800](https://doi.org/10.17513/fr.42800)
13. Комарова Н.Д., Козин М. Перспективы быстровозводимого жилья // Университетская наука. 2020. № 2(10). С. 85-88. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44268023>
14. Рыбакова А. О. Анализ особенностей проектирования на основе применения модульных элементов максимальной готовности // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11, № 2. С. 65-77. DOI: [10.22227/2305-5502.2021.2.5](https://doi.org/10.22227/2305-5502.2021.2.5)
15. Кожушков И.П., Смирнов А.П., Колонских К.В. Перспективные методы блочно-модульного строительства нефтегазовых объектов с применением суперблоков // ПРОнефть. Профессионально о нефти. 2019. № 2(12). С. 71-75. DOI: [10.24887/2587-7399-2019-2-71-75](https://doi.org/10.24887/2587-7399-2019-2-71-75)
16. Огородников С.Н. Принципы планировочных решений модульных жилых объектов // Системные технологии. 2022. № 1(42). С. 232-239. DOI: [10.55287/22275398\\_2022\\_1\\_232](https://doi.org/10.55287/22275398_2022_1_232)
17. Ермолина Л.В., Пронина Н.Н., Мельникова Д.А. Промышленность строительных материалов в условиях новой экономической реальности // Эксперт: теория и практика. 2023. № 2 (21). С. 38-44. EDN: [FZDZZY](https://www.edn.ru/entry/10.51608/26867818_2023_2_38), DOI: [10.51608/26867818\\_2023\\_2\\_38](https://doi.org/10.51608/26867818_2023_2_38)
18. Ошанин В.А. Ценообразование в строительстве - в фокусе внимания // Сметно-договорная работа в строительстве. 2020. № 7. С. 12-19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44261749>

## References:

1. Pakhomova L.A., Oleinik P.P. Comfortable housing of the new industrial generation. *Construction production*, 2020, no. 2, pp. 23-28. (In Russian). DOI: [10.54950/26585340\\_2020\\_2\\_23](https://doi.org/10.54950/26585340_2020_2_23)
2. Chernykh G.N. Volumetric-modular private housing construction. Prospects of development and problems of individuality. *Architectural research*, 2021, no. 3(27), pp. 66-75. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46591067>
3. Tolkachev Yu.A. Features of the stages of pre-design and project preparation for the implementation of modular objects. *Modern construction and architecture*, 2023, no. 6(37). (In Russian). DOI: [10.18454/mca.2023.37.1](https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1)
4. Lukyanenko L. A., Artemyeva Yu. V., Shaibakova N. I. Modular construction as a modern direction of affordable housing construction. *Fotinsky readings*, 2018, no. 1(9), pp. 218-225. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32844462>



5. Malikova D.M. Methodological development of the assessment of the manufacturability of releases in research is a derivative of serial production. *Bulletin of a successful university. Economics and Law Series*, 2021, vol. 31, no. 4, pp. 597-602. (In Russian). DOI: [10.35634/2412-9593-2021-31-4-597-602](https://doi.org/10.35634/2412-9593-2021-31-4-597-602)
6. Shirokov V.S. Constructive features of modular buildings. *Bulletin of Eurasian Science*, 2022, vol. 14, no. 3. (In Russian). DOI: [10.18454/mca.2023.37.1](https://doi.org/10.18454/mca.2023.37.1)
7. Pertsev A.A., Podobriy A.N. Formation and analysis of the production plan of a machine-building enterprise. *Automation of management processes*, 2019, no. 1(55), pp. 74-83. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37174088>
8. Bogatyreva I.V., Ilyukhina L.A., Simonova M.V. Assessment of the impact of working time on the productivity growth of employees of the enterprise. *Problems of enterprise development: theory and practice*, 2018, no. 2, pp. 66-74. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36533418>
9. Bogatyreva I.V. Improving labor productivity based on the effective use of working time: methodological foundations and practice of application. *Labor economics*, 2019, vol. 6, no. 1, pp. 407-418. (In Russian). DOI: [10.18334/et.6.1.40454](https://doi.org/10.18334/et.6.1.40454)
10. Polyakova M.A., Kasatkina E.G., Snimshchikov S.V. The use of the principle of advanced standardization in the development of a standard for metal products. *Technologies of metallurgy, mechanical engineering and material processing*, 2018, no. 17, pp. 158-163. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36809786>
11. Yesenkova G.A., Demchenko A. A., Evchenko A.V. Methodology system and logic of end-to-end planning, control, diagnostics and quality improvement of products at the enterprise: goals, approaches, indicators, methods, stages. *Business Bulletin of the entrepreneur*, 2020, no 1(1), pp. 17-29. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44902839>
12. Gazetdinov Sh.M. Modern approaches to the management of material and technical support in integrated agricultural formations. *Fundamental research*, 2020, no. 7, pp. 25-30. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.17513/fr.42800>
13. Komarova N.D., Kozin M. Prospects of prefabricated housing. *University Science*, 2020, no 2(10), pp. 85-88. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44268023>
14. Rybakova A.O. Analysis of design features based on the use of modular elements of maximum readiness. *Construction: science and education*, 2021, vol. 11, no. 2, pp. 65-77. (In Russian). DOI: [10.22227/2305-5502.2021.2.5](https://doi.org/10.22227/2305-5502.2021.2.5)
15. Kozhushkov I.P., Smirnov A.P., Kolonskikh K.V. Promising methods of block-modular construction of oil and gas facilities using superblocks. *Proneft. Professionally about oil*, 2019, no 2(12), pp. 71-75. (In Russian). DOI: [10.24887/2587-7399-2019-2-71-75](https://doi.org/10.24887/2587-7399-2019-2-71-75)
16. Ogorodnikov S.N. Principles of planning solutions for modular residential facilities. *System technologies*, 2022, no 1(42), pp. 232-239. (In Russian). DOI: [10.55287/22275398\\_2022\\_1\\_232](https://doi.org/10.55287/22275398_2022_1_232)
17. Ermolina L.V., Pronina N.N., Melnikova D.A. Construction materials industry in the new economic reality. *Expert: theory and practice*, 2023, no. 2 (21), pp. 38-44. (In Russian). EDN: [FZDZZY](https://www.edn.ru/2023/02/38/), DOI: [10.51608/26867818\\_2023\\_2\\_38](https://doi.org/10.51608/26867818_2023_2_38)
18. Oshanin V.A. Pricing in construction - the focus of attention. *Estimate and contractual work in construction*, 2020, no. 7, pp. 12-19. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44261749>

