

© В.П. Грахов, Ю.А. Толкачев

DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2022.2.27>

УДК 332.82:005.31

**МЕТОДИКА СРАВНЕНИЯ ВАРИАНТОВ БЫСТРОВОВОЗВОДИМОГО  
ВРЕМЕННОГО ЖИЛЬЯ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПОСТРАДАВШЕГО В  
РЕЗУЛЬТАТЕ СТИХИЙНОГО БЕДСТВИЯ**

В.П. Грахов, Ю.А. Толкачев

**Грахов Валерий Павлович,**

доктор экономических наук, профессор,

Ижевский государственный технический университет

имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия.

РИНЦ SPIN-код: 7817-4743 / ORCID iD: 0000-0002-4783-9044

E-mail: [pgs@istu.ru](mailto:pgs@istu.ru)**Толкачев Юрий Александрович,**

магистрант инженерно-строительного факультета,

Ижевский государственный технический университет

имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия.

E-mail: [ukushen13@gmail.com](mailto:ukushen13@gmail.com)

**Аннотация.** Стихийные бедствия вызывают серьезные неблагоприятные последствия, которые приводят к гибели людей и материальному ущербу, а также оказывают значительное негативное экономическое воздействие. После крупных катастрофических бедствий очень важно, чтобы государственные учреждения быстро реагировали на жилищные проблемы и предоставляли такие первоочередные виды жизнеобеспечения населения, как временное жилье, которые будут задействованы до полного восстановления и реконструкции разрушенных и поврежденных домов. Целью работы является разработка методики сравнения существующих методов строительства быстровозводимых зданий, с целью выявления наиболее эффективного варианта строительства временного жилья после стихийных бедствий, которое способно в короткий срок обеспечить пострадавших высококачественными жилыми помещениями для проживания. В результате анализа литературы были выявлены три основных варианта временного жилья для населения: модульные, панельные и сборные дома. Сравнительный анализ вариантов быстровозводимых зданий произведён на основании метода комплексной оценки. Для достижения поставленной цели были изучены ключевые факторы быстровозводимого временного жилья, которое позволяет поддерживать жизнедеятельность населения, пострадавшего в результате стихийного бедствия. В результате работы был выявлен наиболее эффективный метод организации временного жилья. Полученные результаты должны послужить ценной основой для корректного использования быстровозводимых зданий при организации временных жилых единиц для пострадавшего населения.

**Ключевые слова:** временное жилье, модульное здание, быстровозводимые здания, чрезвычайная ситуация, показатели эффективности.

UDK 332.82:005.31

**METHODOLOGY FOR COMPARING OPTIONS FOR FAST BUILDING  
TEMPORARY HOUSING TO ACCOMMODATE THE POPULATION  
AFFECTED BY A NATURAL DISASTER**

V.P. Grakhov, Yu.A. Tolkachev

**Valery P. Grakhov,**

Doctor of Economic Sciences, Professor,  
Kalashnikov Izhevsk State Technical  
University, Izhevsk, Russian Federation.  
ORCID iD: 0000-0002-4783-9044  
E-mail: pgs@istu.ru

**Yuri A. Tolkachev,**

Master's student of the Faculty of Civil Engineering,  
Kalashnikov Izhevsk State Technical University,  
Izhevsk, Russian Federation.

**Abstract.** *Natural disasters cause serious adverse consequences that lead to loss of life and material damage, as well as have a significant negative economic impact. After major catastrophic disasters, it is very important that State institutions respond quickly to housing problems and provide such priority types of life support for the population as temporary housing, which will be used until the complete restoration and reconstruction of destroyed and damaged houses. The aim of the work is to develop a methodology for comparing existing methods of construction of prefabricated buildings, in order to identify the most effective option for the construction of temporary housing after natural disasters, which is able to provide victims with high-quality living quarters for living in a short time. As a result of the analysis of the literature, three main options for temporary housing for the population were identified: modular, panel and prefabricated houses. A comparative analysis of the options for prefabricated buildings was carried out based on the integrated assessment method. To achieve this goal, the key factors of pre-erected temporary housing were studied, which allows supporting the livelihoods of the population affected by a natural disaster. As a result of the work, the most effective method of organizing temporary housing was identified. The results obtained should serve as a valuable basis for the correct use of prefabricated buildings in the organization of temporary housing units for the affected population.*

**Keywords:** *temporary housing, modular building, prefabricated buildings, emergency situation, efficiency indicators.*

**Введение**

Бедствия, которые разрушают дома и инфраструктуру и наносят значительный финансовый ущерб, становятся все более распространенными по мере роста населенных пунктов [11, с. 3]. Кроме того, несколько последних стихийных бедствий создали бесчисленное множество беженцев из-за повреждения жилья.

Согласно докладу Всемирной метеорологической организации, количество стихийных бедствий за последние 50 лет увеличилось в пять раз. Из-за экстремальных погодных

условий в течении 1970-2019 годов в мире было зарегистрировано более 11 тысяч стихийных бедствий, экономический ущерб от которых превысил 3,5 триллиона долларов.

В связи с разрушением домов, государственные учреждения предоставляют аварийные убежища сразу же после стихийных бедствий. Однако также очень важно предоставить временное жилье, которое обеспечит жильем тех, чьи дома были полностью разрушены и нуждаются в восстановлении. Временное жилье будет использовано после завершения чрезвычайного положения и до момента, когда пострадавшие от стихийного бедствия переедут в постоянное жилье.

Кроме того, жилье играет решающую роль, поскольку оно является одной из наиболее важных потребностей людей и имеет важное значение для их благополучия [13, с. 120]. Быстровозводимые временные жилищные единицы должны быть безопасными и удобными, чтобы они могли помочь жертвам стихийных бедствий жить и работать в благоприятных условиях.

Катастрофические стихийные бедствия обычно требуют, чтобы государственное учреждение подготовило план предоставления временного жилья эвакуируемым людям. Временное жилье в случае стихийных бедствий также должно включать в себя достаточный набор вариантов компоновки и размещения, совместимых с характеристиками территории временного проживания, включая плотность населения, климатический район и геологические особенности. Кроме того, жилые единицы из быстровозводимых зданий должны быть безопасными, долговечными и экономически эффективными [7, с. 220].

Среди основных вариантов временного жилья – развертывания временных жилых единиц (каркасных палаток, быстровозводимых зданий и сооружений) является наиболее востребованным, поскольку это позволяет обеспечить комфортным жильем население, пострадавшее после стихийного бедствия [14, с. 6].

#### **Анализ существующих вариантов устройства временного жилья**

В этом разделе описываются различные типы вариантов временного жилья, которые в настоящее время используются для ликвидации последствий стихийного бедствия. При анализе необходимо учитывать множество факторов, но решающее значение имеет предоставление жилых помещений, отвечающих соответствующим нормам охраны здоровья и безопасности населения.

Последние разработки в области проектирования и строительства жилья предоставляют следующие варианты быстровозводимых зданий: модульные, панельные и сборные дома.

Модульные дома. Модульные дома - это быстровозводимые здания из блок-модулей произведенных на заводе и готовые к монтажу более чем на 90 процентов. Отдельные блок-модули транспортируются на строительную площадку в полностью собранном или разобранном виде (в транспаках), в зависимости от выбранного варианта перевозки и габарита одиночного блок-модуля. После чего одиночные блок-модули собираются в различных конфигурациях в готовое модульное здание, соответствующее проекту. Наиболее известный и распространенный в России каркас для модульного здания – сложногнутые металлические профили, которые позволяют достичь требуемых прочностных характеристик, без увеличения себестоимости производства [1, с. 7]. Стены модульных единиц выполняют их стеновых сэндвич-панелей, с наполнителем из минеральной ваты, толщиной от 50 до 200 мм.

Быстровозводимые здания из блок-модулей обладают всеми удобствами для проживания (отопление, канализация, вентиляция, электрооборудование, качественная отделка внутри помещения). Также стоит отметить, модульные здания обладают достаточно продолжительным сроком службы, и благодаря своей конструкции могут неоднократно транспортироваться на новое место возведения [10, с. 82].

Установка одиночных блок модулей, в случае организации временного жилья для пострадавших от стихийного бедствия, не требует устройства фундамента. Основанием для небольшого одноэтажного модульного здания может служить: выровненная и уплотненная земля или ровный асфальт. В том случае, если модульное здание состоит более чем из одного этажа, достаточно устроить сборные фундаментные балки или винтовые сваи, под основные точки опоры модульного здания.

**Панельные дома.** Панельные дома состоят из унифицированных СИП панелей - готовой плоской конструкции с окнами, дверями, проводкой и электрическим оборудованием - которые изготавливаются на заводе, транспортируются на стройплощадку и собираются в проектное положение [2, с. 43]. Панели имеют различные толщины, что позволяет обеспечить эксплуатацию зданий в различных климатических условиях. Готовые панели могут быть скомбинированы в широком разнообразии размеров и конфигураций и обеспечивают высокий уровень индивидуализации здания. Соединение наружных стен, основания, перекрытия и покрытия из панелей осуществляется за счет болтовых соединений. Панели доставляются на строительную площадку в упаковке «транспак», что обходится дешевле, чем доставка объемных блок-модулей. Здания также комплектуются всеми необходимыми инженерными сетями, а также мебелью и оборудованием. Однако в данном варианте уменьшается процент заводской готовности здания в целом, что приводит к увеличению сроков монтажа на строительной площадке.

В отличие от модульных зданий, эффективность повторного применения панельных домов снижается после каждого демонтажа.

Панельные дома имеют небольшой вес, что также позволяет устраивать их на ровном уплотненном основании или сборном фундаменте [15, с. 156].

**Сборные дома.** На рынке быстровозводимых зданий существует направление строительства сборных домов, состоящих из строительных материалов, которые изготавливаются на заводе в соответствии с проектом, транспортируются на стройплощадку и собираются. За счет отсутствия ограничений в однообразии строительных конструкций можно достигнуть гибкости планировки и разнообразия проектных решений. Однако продолжительность монтажа такого здания значительно превышает показатели конкурентов. А также отсутствует возможность быстрой транспортировки сборного здания на новое место, что значительно снижает эффективность в случае экстренной необходимости временного жилья.

#### **Разработка методики расчета показателей эффективности**

Для определения наилучшего варианта быстровозводимого здания, необходимо определить значимость оцениваемых показателей. Было проведено структурирование проблемы временного жилья, для граждан, пострадавших от стихийного бедствия. Выстроена иерархия количественных показателей, для оценки показателей эффективности, в соответствии с которой присвоена значимость, в долях единицы. Присвоенная значимость каждой характеристики показана в таблице 1. В методике расчета показателей эффективности не применяются качественные показатели, для исключения влияния экспертного мнения на результаты расчета.

Таблица 1

Значимость количественных показателей эффективности

Количественные показатели качества	Значимость показателей, в долях единицы
Время развертывания жилой единицы	0,3
Затраты на развертывание	0,2
Продолжительность применения	0,2
Количество передислокаций зданий	0,1

Диапазон температурных режимов	0,1
Процент заводской готовности	0,1

Наиболее приоритетным показателем эффективности временного жилья – оперативность развертывания и подготовки жилых единиц. Данный показатель оценивается продолжительностью возведения жилой единицы, без учёта продолжительности этапа производства. Рассматриваемый вариант предполагает максимальную заводскую готовность быстровозводимых зданий.

Вторым показателем эффективности является оценка затрат на возведения временного жилья. Основанием для оценки показателя послужит отношений стоимости готовой жилой единицы, без учета транспортировки и окончательного монтажа. Для упрощения анализа затрат на развертывание городка, в работе принято решение оценивать жилые единицы схожих габаритов, которые будут доставляться на удаленную строительную площадку в максимальной заводской готовности на строительную площадку. Также стоит учесть установку однотипного оборудования для различных типов быстровозводимых зданий. Это позволит напрямую оценивать стоимость производства типовой жилой единицы.

При оценке эффективности вариантов временного жилья, важным фактором является возможность повторного использования и продолжительность применения. Возможность передислокации временного жилья с одного места на другое, без потери эстетических и эргономических характеристик здания. Также стоит отметить продолжительность жизненного цикла каждого из вариантов строительства.

Устойчивость к агрессивным средам. Это четвертый по значимости показатель, при оценке эффективности применяемых вариантов строительства. Оценка проводится на основании диапазона температурных режимов, приемлемых для эксплуатации этих зданий.

Отдельным показателем стоит отметить максимальный процент заводской готовности быстровозводимого здания.

Характеристика количественных показателей сведена в таблицу 2, для упрощения восприятия информации.

Таблица 2

Количественные показатели вариантов быстровозводимых зданий

Количественные показатели	Тип быстровозводимого здания		
	Модульное	Панельное	Сборное
Время развертывания жилой единицы	0,33 дня/м <sup>2</sup>	0,48 дня/м <sup>2</sup>	0,58 дня/м <sup>2</sup>
Затраты на развертывание	36,5 тыс.руб/м <sup>2</sup>	29,7 тыс.руб/м <sup>2</sup>	18,1 тыс.руб/м <sup>2</sup>
Продолжительность применения (не менее)	30 лет	40 лет	35 лет
Количество передислокаций зданий (не менее)	5 раз	3 раза	3 раза
Диапазон температурных режимов	110 °С	100 °С	115 °С
Процент заводской готовности	95%	80%	60%

Необходимое время для монтажа быстровозводимого здания зависит от размеров объекта. Для расчета будет принято значение продолжительности возведения в днях по отношению к площади здания. Таким образом, монтаж модульного здания, общими габаритами 6 x 9 метров, выполняется за 21 день. Продолжительность монтажа панельного здания схожими габаритами немного превышает данное значение и составляет примерно 26

дней. [6, с. 42] Количественные показатели сборных зданий во многом зависят от применимых материалов. Однако среднее значение для возведения небольшого временного жилья составляет примерно 1 месяц.

Стоимость квадратного метра быстровозводимого здания во многом зависит от габаритов и назначения здания. После проведенного анализа рынка быстровозводимых зданий, можно сделать вывод о стоимости квадратного метра жилой единицы. Средняя цена за квадратный метр типового одиночного блок-модуля составляет примерно 36,5 тыс. руб. Для панельных домов, средняя стоимость квадратного метра жилого помещения составляет примерно 29,7 тыс.руб. В то же время, стоимость производства и монтажа самого простого сборного составляет всего 18,1 тыс. руб.

Заявленная продолжительность применения модульных зданий составляет не менее 30 лет, с учетом возможности многократной транспортировки с места на место. [5, с. 213]. Срок эксплуатации зданий с использованием СИП панелей превышает 40 лет, при этом данные сооружения продолжают успешно эксплуатироваться [8, с. 436]. Сборные дома, в зависимости от материалов, применимых при производстве, имеют срок службы от 20 до 50 лет. Для расчета эффективности показателей примем среднее значение – 35 лет.

Согласно методическому пособию по проектированию модульных зданий, количество передислокаций быстровозводимых зданий за расчетный срок службы должен быть не менее: 3 раз - для сборно-разборных зданий из плоских и линейных элементов и комбинированных зданий; 5 раз – для сборно-разборных зданий из блок-контейнеров. Это означает, что для зданий из панелей, минимальное количество возможных перемещений составляет всего 3 раза, когда для объемного каркаса блок модуля, данное значение достигает 5 раз [16, с. 104].

Модульные здания обладают отличной теплостойкостью. Высокая прочность и устойчивость к любым погодным воздействиям позволяют избегать деформации и поглощения влаги в любой климатической зоне.

Допустимые температурные условия использования для модульного здания, в зависимости от климатического исполнения, от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  [9, с. 38].

Здания с использованием СИП-панелей могут выдержать температурный диапазон от  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  [12, с. 197]. Такие жилые единицы пригодны даже для суровых климатических условий.

Быстровозводимые сборные дома имеют температурный диапазон применения, схожий с модульными зданиями от  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ .

Для определения наилучшей и наиболее подходящей технологии организации временного жилья используется один из методов сравнительного анализа – метод комплексной оценки. Однако, прежде чем использовать данный метод определим множество Парето, с целью возможного исключения заведомо неподходящего варианта [3, с. 51]. Однако все типы быстровозводимых зданий имеют как минимум один показатель, по которому они превосходят своих конкурентов.

Следующим шагом является приведение качественных показателей к безразмерному виду. Преобразование выполняется по-разному в зависимости от вида и направленности показателей [4, с. 29].: для критериев, подлежащих максимизации, все оценки объектов по данному критерию делятся на максимальную оценку; для критериев, подлежащих минимизации, из оценок по данному критерию выбирается минимальная, и она делится на все оценки объектов по данному критерию; для содержательных (словесных) критериев, выполняется переход к числовым оценкам.

В таблицу 3 занесены полученные в результате преобразования безразмерные оценки показателей для каждого варианта быстровозводимого здания. Все безразмерные оценки имеют значения в пределах от 0 до 1.

Таблица 3

## Безразмерная оценка количественных показателей быстровозводимых зданий

Количественные показатели	Тип быстровозводимого здания		
	Модульное	Панельное	Сборное
Время развертывания жилой единицы	1	0,69	0,56
Затраты на развертывание	0,5	0,61	1
Продолжительность применения	0,75	1	0,88
Количество передислокаций зданий	1	0,6	0,6
Диапазон температурных режимов	0,96	0,86	1
Процент заводской готовности	1	0,84	0,63

После определения безразмерных оценок для каждого показателя, необходимо определить вес показателей, на основе разброса полученных оценок. Показатели, по которым оценки объектов существенно различаются, считаются более важными.

Следующим шагом является определение обобщенного веса показателей, посредством вычисления среднего значения веса и значимости качественных показателей. Процесс вычисления продемонстрирован в таблице 4.

Таблица 4

## Расчет обобщенного веса показателей

Количественные показатели	Средняя оценка	Величина разброса	Вес показателей	Обобщенный вес
Время развертывания жилой единицы	0,75	0,22	0,21	0,255
Затраты на развертывание	0,7	0,28	0,27	0,235
Продолжительность применения	0,88	0,09	0,08	0,14
Количество передислокаций зданий	0,73	0,24	0,23	0,165
Диапазон температурных режимов	0,94	0,06	0,06	0,08
Процент заводской готовности	0,82	0,16	0,15	0,125
Суммарное значение показателей		1,05	1	1

На основании полученной информации можно определить взвешенный оценки показателей для каждого рассматриваемого варианта временного жилья. Для определения комплексной оценки необходимо просуммировать все взвешенные оценки (таблица 5).

Таблица 5

## Комплексные оценки показателей быстровозводимых зданий

Количественные показатели	Тип быстровозводимого здания		
	Модульное	Панельное	Сборное
Время развертывания жилой единицы	0,25	0,173	0,14
Затраты на развертывание	0,115	0,14	0,23
Продолжительность применения	0,105	0,14	0,123
Количество передислокаций зданий	0,16	0,096	0,096

Диапазон температурных режимов	0,079	0,1	0,082
Процент заводской готовности	0,12	0,101	0,076
Комплексная оценка показателей	0,829	0,75	0,747

По результатам исследования, наиболее эффективным вариантом реализации временного жилья является использование модульных зданий. Несмотря на высокую стоимость и среднюю продолжительность жизненного цикла, данное решение является наиболее эффективным по причине высокой скорости монтажа и последующего демонтажа, в случае необходимости перемещения на новое место.

Данное решение позволит с легкостью возводить временные жилые дома средней этажности для обеспечения жильем население, пострадавшее в результате чрезвычайной ситуации.

### Выводы

На основе анализа существующих решений быстровозводимых зданий и требований необходимых для создания пунктов временного размещения был выявлены наиболее значимые количественные характеристики быстровозводимого здания. На основе этого была разработана методика, которая позволила определить наиболее эффективный вариант организации временных жилых единиц. В случае появления на рынке быстровозводимых зданий новой технологии, данная методика может также успешно использоваться, но только при учете внесения незначительных изменений.

### Литература:

1. Абрамян С.Г., Бурлаченко О.В., Галда З.Ю. Объемные блок-модули как разновидность модульных конструкций быстровозводимых строительных систем // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2021. - № 1 (82). - С. 5-13. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45643395>
2. Анненкова О.С., Криволапова А.И. Совершенствование технологических решений возведения индивидуальных жилых домов из СИП-панелей // Ползуновский альманах. - 2019. - № 2-1. - С. 41-44. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42349581>
3. Басков О.В., Ногин В.Д. Нечеткие множества второго порядка и их применение в принятии решений. Общие понятия // Искусственный интеллект и принятие решений. - 2021. - № 1. - С. 3-14. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45149116>
4. Гудков П.А. Методы сравнительного анализа: Учебное пособие / Под ред. проф. А.М. Бершадского. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. - 81 с.
5. Жукова Л.Г. Модульные здания // Инновационная наука. - 2017. - № 12. - С. 211-215. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32269556>
6. Киевский Л.В., Тихомирова С.А., Кулешова Э.А. Методические вопросы разработки технологических карт в строительстве для модульного дома на основе хронометражных наблюдений // Промышленное и гражданское строительство. - 2016. - №11. - С. 41-49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27331551>
7. 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>
8. Марыгина Л.В., Алексеева К.И., Маркова Е.Л. Строительные технологии и инженерные решения при освоении дальневосточного гектара // Инженерный вестник Дона. - 2022. - № 2 (86). - С. 428-441. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48110148>
9. Медведев Г. Н., Щеголькова В. В., Лагутина А. В. Перспективы применения в МЧС России быстровозводимых временных поселков из мобильных зданий для проживания



пострадавшего в ЧС населения // Технология гражданской безопасности. - 2011. - Т. 8, № 4(30). - С.34-39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17031146>

10. Никитина М.А., Кашина Ж.В. Анализ модульных и каркасных конструкций // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. - 2020. - Т. 1, № 1. - С. 80-83. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45557617>

11. Порфирьев Б.Н. Экономика природных катастроф // Вестник Российской Академии Наук. - 2016. - Т. 86, № 1. - С. 3-17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25069801>

12. Прусакова А.В., Недорубкова Ю.А. Пожарная безопасность структурно-изолированных панелей, используемых в строительстве // Вестник Ангарского государственного технического университета. - 2021. - № 15. - С. 196-201. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47334758>

13. Старикова М. М. Жилищная идентификация горожан как отражение жилищного неравенства (на примере трех городов Кировской области) // Logos et Praxis. - 2019. - Т. 18, № 2. С. 119-133. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39541510>

14. Тодосейчук С.П., Медведев Г.Н., Трофимов А.В. Методические указания по проектированию, возведению и эксплуатации пунктов временного размещения населения, пострадавшего в результате чрезвычайных ситуаций: Науч. изд. / МЧС России. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2012. - 310 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18203564>

15. Чотулов В. Ю. Анализ и совершенствование технологий монтажа домокомплектов из SIP в России // Символ науки. - 2017. - № 04-3. - С. 155-160. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29117148>

16. Проектирование модульных зданий. Методическое пособие. - М.: Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве, 2018. - 136 с.

## References:

1. Abramyan S. G., Burlachenko O. V., Galda Z. Yu. Three-dimensional block modules as a variety of modular structures of prefabricated building systems. *Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture*, 2021, no. 1, pp. 5-13. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45643395>

2. Annenkova O.S., Krivolapova A.I. Improvement of technological solutions for the construction of individual residential buildings from SIP panels. *Polzunovsky almanac*, 2019, no. 2-1, pp. 41-44. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42349581>

3. Baskov O.V., Noghin V.D. Fuzzy sets of the second order and their application in decision-making. General concepts. *Artificial intelligence and decision-making*, 2021, no. 1, pp. 3-14. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45149116>

4. Gudkov P.A. *Methods of comparative analysis*. Penza, Penza State University Publ., 2008. 81 p. (In Russian).

5. Zhukova L.G. Modular buildings. *Innovative science*, 2017, no. 12, pp. 211-215. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32269556>

6. Kievskiy L. V., Tikhomirov S. A., Kuleshova E. I. Methodical issues of development of process charts in construction for a modular house on the basis of timing observations. *Industrial and Civil Engineering*, 2016, no. 11, pp. 41-49. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27331551>

7. Lukyanenko L.A., Artemyeva Y.V., Shaibakova N.I. Modular construction as a modern direction of affordable housing construction. *Fotinsky chteniya*, 2018, no. 1 (9), pp. 218-225. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32844462>

8. Parygina L.V., Alekseeva K.I., Markova E.L. Construction technologies and engineering solutions for the development of the Far Eastern hectare. *Engineering Bulletin of the Don*, 2022, no. 2 (86), pp. 428-441. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48110148>

9. Medvedev G.N., Schegolkova V.V., Lagutina A.V. Fast Building Constructions Deployment Prospects for the Emercom of Russia Temporary Settlements of Mobile Buildings for the People Suffered in Hazards. *Civil security technology*, 2011, vol. 8, issue 4(30), pp. 34-39. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17031146>
10. Nikitina M.A., Kashina Z.V. Analysis of modular and frame structures. *Far East: problems of development of architectural and construction complex*, 2021, vol. 8, no. 1, pp. 80-83. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45557617>
11. Porfiriev B.N. The economics of natural disasters. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2016, vol. 86, no. 1, pp. 3-17. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25069801>
12. Prusakova A.V., Nedorybkova J.A. Fire safety of structural insulated panels, used in construction. *Bulletin of the Angarsk State Technical University*, 2021, no. 15, pp. 196-201. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47334758>
13. Starikova M. M. Housing identification of citizens as a reflection of housing inequality (based on three cities of the Kirov region). *Logos et Praxis*, 2019, vol. 18, no. 2, pp. 119-133. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39541510>
14. Todoseychuk S.P., Medvedev G.N., Trofimov A.V. *Methodological guidelines for the design, construction and operation of temporary accommodation facilities for the population affected by emergencies*. Moscow, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia Publ., 2012, 310 p. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18203564>
15. Chotulov V.Yu. Analysis and improvement of the technology of mounting home sets from SIP in Russia. *Symbol of Science*, 2017, no. 04-3, pp. 155-160. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29117148>
16. *Design of modular buildings*. Moscow, Federal Center for Standardization, Standardization and Conformity Assessment in Construction Publ., 2018, 136 p. (In Russian).

Submitted: 29 April 2022

Accepted: 29 May 2022

Published: 30 May 2022

