

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ / CONSTRUCTION STRUCTURES,  
BUILDINGS AND STRUCTURES**

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2>

**ЗДАНИЯ ИЗ ОБЪЕМНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ РЕГИОНОВ, ПОСТРАДАВШИХ ВСЛЕДСТВИЕ СТИХИЙНЫХ  
БЕДСТВИЙ**

Научная статья

**Ширкунова Е.А.<sup>1,\*</sup>, Лопаткин Р.В.<sup>2</sup>, Аббасов Т.А.<sup>3</sup>, Третьякова Е.Г.<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Петербургский Государственный Университет Путей Сообщения, Санкт-Петербург, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (liza.shirkunova[at]mail.ru)

**Аннотация**

В статье авторами представлен анализ состояния жилищного фонда в различных регионах РФ, подверженных стихийным бедствиям. Показано, что в данных регионах наиболее перспективным является возведение зданий на основе модулей. Проанализирована возможность использования различных строительных материалов при возведении модульных зданий в разных климатических условиях. Приведена типология модулей, которые могут использоваться для формирования планировочных структур жилых зданий с выработкой особой многогранной структуры модуля. Разработаны объемно-пространственные и планировочные решения зданий разной этажности с использованием CLT-панелей на основе ствольной конструктивной системы. Сформирован визуальный ряд зданий на основе предложенной типологии модулей.

**Ключевые слова:** типология, унификация, модули, CLT-панели, природно-климатические условия.

**BUILDINGS MADE OF VOLUME MODULES FOR REGIONS AFFECTED BY NATURAL DISASTERS**

Research article

**Shirkunova E.A.<sup>1,\*</sup>, Lopatkin R.V.<sup>2</sup>, Abbasov T.A.<sup>3</sup>, Tretyakova Y.G.<sup>4</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4</sup> St. Petersburg State University of Railway Transport, Saint-Petersburg, Russian Federation

\* Corresponding author (liza.shirkunova[at]mail.ru)

**Abstract**

The authors of the article analyse the state of the housing stock in different regions of the Russian Federation exposed to natural disasters. It is shown that in these regions the most promising is the construction of buildings based on modules. The possibility of using different building materials in the construction of modular buildings in different climatic conditions is analysed. The typology of modules, which can be used to form the planning structures of residential buildings with the development of a special multifaceted module structure, is presented. Volumetric-spatial and planning solutions of buildings of different storeys using CLT-panels on the basis of barrel structural system are developed. A visual range of buildings based on the proposed typology of modules was formed.

**Keywords:** typology, unification, modules, CLT-panels, natural and climatic conditions.

**Введение**

В последнее время в различных регионах земного шара с определенной регулярностью возникают чрезвычайные ситуации различного характера, в том числе на территории РФ.

Если сравнивать данные, представленные в работе [1], по двум временным промежуткам, то можно увидеть возрастание числа природных катаклизмов примерно в два раза, и согласно последним данным материалов гидрометеорологической службы, их количество будет продолжать расти. Так как зачастую катаклизмы приводят к масштабным разрушениям как отдельных зданий, так и целых населенных пунктов, то встает вопрос об обеспечении пострадавшего населения необходимым количеством комфортного и качественного жилья в самые короткие сроки [2].

При этом необходимо учитывать следующие факторы, которые определяют и влияют на выход из сложившейся ситуации при создании нового жилищного фонда [3], [4], [5]: мобильность зданий, короткие сроки транспортировки структурных элементов, скорость возведения зданий вне зависимости от времени года, безопасность материалов, экологичность материала, комфортность зданий, минимальный срок службы (не менее 10 лет), сохранность прочностных и эксплуатационных характеристик независимо от их постоянного перемещения и др.

В настоящее время в мире сложился определенный опыт использования модульных технологий, которые являются альтернативными традиционным методам строительства. Модульные конструкции могут широко использоваться как для возведения малоэтажных, так и многоэтажных жилых зданий. Они могут стать средством обеспечения столь необходимого и доступного жилья как в условиях нового строительства, так и для решения проблем ветхого и аварийного жилья в разных климатических районах, что особенно актуально для многих регионов Российской Федерации.

Так, например, по данным исследования, проведенного аналитической службой компании «ФинЭкспертиза» [6], доля ветхого и аварийного жилья в России составляет около 2,5% от общего объема недвижимости. В некоторых регионах РФ (Якутия, Тыва, Дагестан и др.) процент непригодного жилья составляет более 15%. Относящаяся к I климатическому району РФ Республика Саха в 2017 году имела около 16,5% доли ветхого и аварийного жилья.

Расположенная во II климатическом районе Республика Марий Эл среди всех регионов РФ находится на 20 (из 87) месте по максимальному количеству ветхого и аварийного жилья [6]. Однако в данном регионе велик риск

возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных большим количеством осадков, наличием химической промышленности и др. По данным МЧС России [7], существует риск возникновения циклических чрезвычайных ситуаций на территории республики: техногенные пожары (вероятность – 0,3); чрезвычайные ситуации, обусловленные возникновением техногенных пожаров (вероятность – 0,9); аварии на инженерных сетях (вероятность – 0,2). Административным центром республики Марий Эл является город Йошкар-Ола, на территории которого находятся более 20 производств, взаимодействующих с химическими веществами [8].

Архангельская область входит в 10 регионов с максимальной долей ветхого и аварийного жилья [6]. Она является ярким примером нецентрального региона России, находясь на Севере Европейской части РФ, тем самым это обуславливает ее выгодное экономико-географическое положение (например, наличие более 25 месторождений полезных ископаемых) [9], что говорит об инвестиционной привлекательности экономики региона [10]. Однако в области наблюдается продолжительное сокращение численности. Это связано с целым рядом факторов, в числе которых неблагоприятные условия жизни (суровые климатические условия и низкий уровень развития жилищного коммунального хозяйства) [11].

Краснодарский край расположен на юго-западе страны. Его относят к регионам с очень низким процентом ветхого и аварийного жилья [6]. Однако на основании проводимых исследований ЧС природного и техногенного характера можно сделать вывод о том, что в среднем каждый год в крае происходит более 10 катаклизмов техногенного характера и более 5 – природного характера. Статистический анализ данных, представленных в работе [12], говорит о стабильности возникновения ЧС на территории данного региона. Для Краснодарского края характерны сильные дожди, снегопады, град, землетрясения, напор льдов, оползни, сели, обвалы, осыпи, бури, ураганы, смерчи. Он входит в число регионов с повышенным уровнем возникновения стихийных бедствий [13].

Решением всех озвученных выше проблем во всех перечисленных регионах может стать использование объемно-модульных зданий. В то же время, несмотря на то, что модульные методы строительства демонстрируют большой потенциал, темпы внедрения данной технологии в строительной отрасли все еще остаются низкими [14]. Отсутствие типовых проектов, возведение которых предполагает применение модульной технологии, не позволяет ускорить процесс разработки документации на строительство, соответственно, исключая возможность увеличения темпов строительства.

В этой связи разработка разных типов объемно-модульного жилья позволит:

- обеспечить населения доступным и быстровозводимым жильем;
- корректировать типовой проект в соответствии с различными климатическими условиями;
- регулировать этажность и вместимость зданий на основе разработанных готовых модулей;

– использовать унифицированные элементы, которые являются взаимозаменяемыми, что позволит увеличить срок эксплуатации здания. Выведение модульных технологий на передний план современного строительного рынка является необходимым эволюционным шагом на пути к энергетической независимости и процветанию в строительной отрасли.

Кроме того, модульный принцип хорошо вписывается в освоение BIM-технологий, так как позволяет спроектировать и рассчитать каждый модуль один раз, после чего смоделированный цифровой двойник пополняет библиотеку элементов в программном комплексе и может использоваться в дальнейшем как типовой. Это способствует минимизации ошибок, уменьшает трудозатраты.

### **Методы и принципы исследования**

Для проведения заявленного исследования была разработана программа, в которой приведена последовательность выполнения исследования.

На первом этапе было выполнено предварительное исследование с анализом затрагиваемой проблематики и выполнены разработки объемно-планировочных решений с учетом уже существующих типологий модульных блоков, показаны варианты конструктивного решения модулей разновысотного трехсекционного здания и проанализированы перспективы применения BIM-технологий в процессе проектировании. Результаты этого этапа исследования были представлены на международной научно-практической конференции «Инновационные процессы в условиях глобализации мировой экономики: проблемы, тенденции, перспективы» (Анталия, Турция) [15].

Второй этап включает в себя выбор различных регионов, для которых были разработаны предпроектные решения и приведено обоснование предполагаемого строительного материала конструкций модулей.

Третий этап – проработка объемно-планировочных и конструктивных решений на основе разработанной унифицированной типологии модулей для жилых зданий различной этажности.

### **Основная часть**

Как уже отмечалось ранее, происходящие стихийные бедствия ставят перед государством первоочередные задачи, среди которых на первое место выходит проблема обеспечения пострадавших жильем и необходимыми объектами инфраструктуры. Решением данной задачи могут стать быстровозводимые здания. При этом необходимо учитывать климатические особенности районов их возведения (температурный, ветровой, влажностный, снеговой режимы и т.д.).

В России выделяют 4 условные климатические зоны в соответствии с СП 131.13330 [16]. В зависимости от региона проектирования готовые здания будут отличаться толщиной и составом наружных стен, а так же других ограждающих конструкций, устройством входной группы, способом отведения влаги с кровли. Подобные различия затрудняют типовое строительство, поэтому предполагается учесть климатические особенности каждой зоны РФ, а так же принять во внимание такие факторы, как доля ветхого и аварийного жилья, вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характеров, для того, чтобы проектируемые здания могли возводиться вне зависимости от условий, там, где они необходимы.

Учитывая все это, ниже на рисунках 1 и 2 представлены регионы и города РФ, выбранные в качестве объектов исследования.

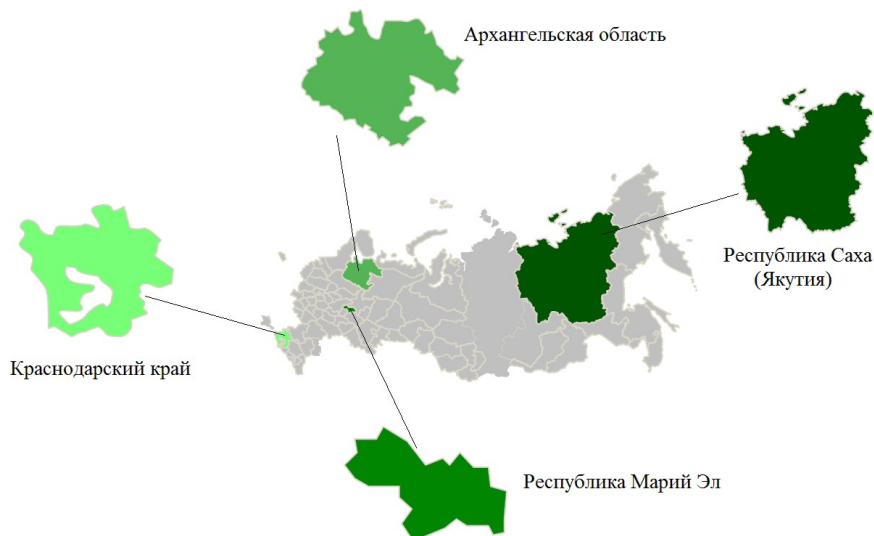


Рисунок 1 - Схема расположения регионов на карте РФ  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.1>

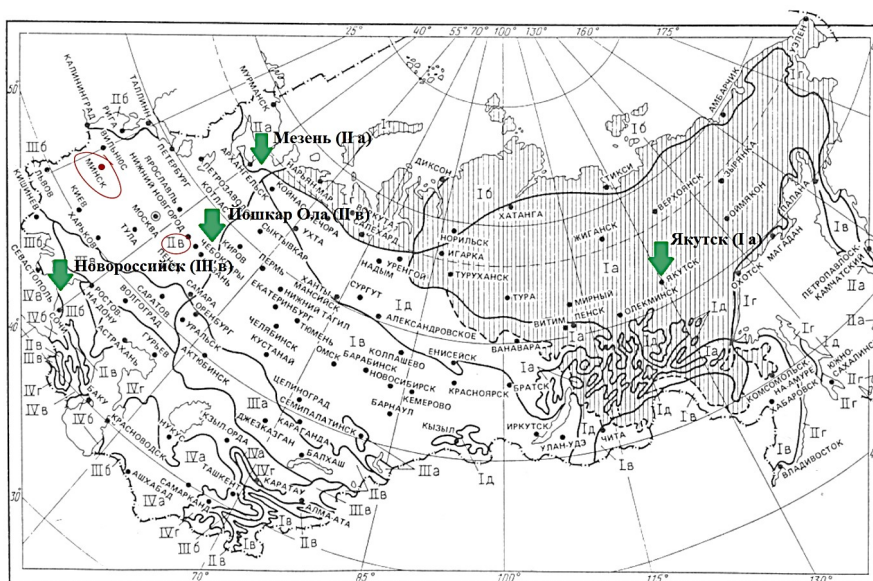
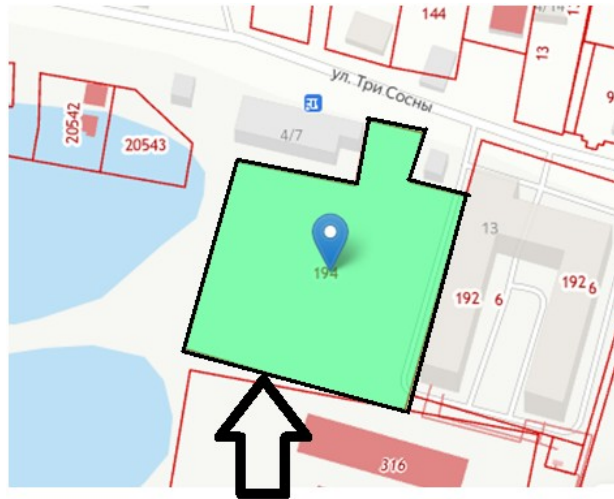


Рисунок 2 - Карта климатического районирования с городами, выбранными для проведения исследования

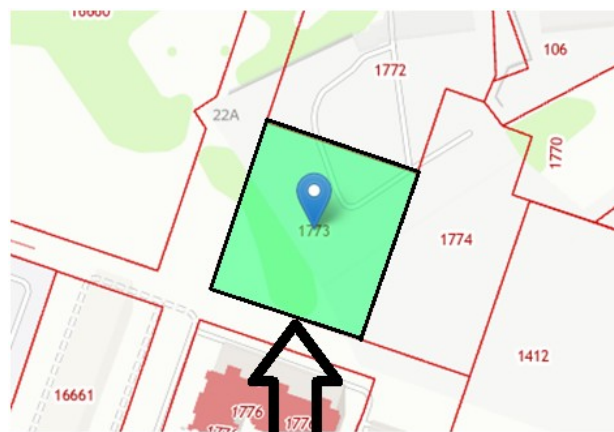
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.2>

Для каждого города характерна застройка разной этажности, что было учтено проектом. Участки, предполагаемые под застройку, представлены на рисунках 3-6.



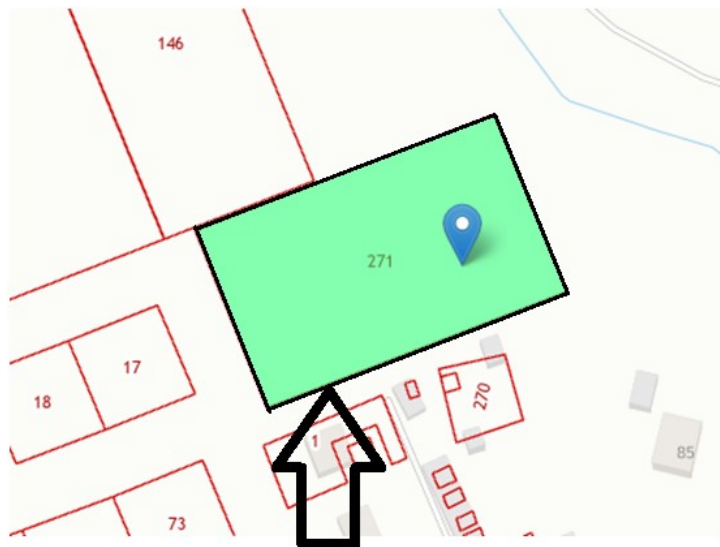
**Участок, предполагаемый под застройку (Якутск)**

Рисунок 3 - Ситуационный план (Якутск)  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.3>



**Участок, предполагаемый под застройку (Йошкар-Ола)**

Рисунок 4 - Ситуационный план (Йошкар-Ола)  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.4>



**Участок, предполагаемый под застройку (Мезень)**

Рисунок 5 - Ситуационный план (Мезень)  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.5>



**Участок, предполагаемый под застройку (Новороссийск)**

Рисунок 6 - Ситуационный план (Новороссийск)  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.6>

Строительство жилых зданий в различных городах должно соответствовать разным архитектурным требованиям. Необходимо, чтобы здание вписывалось в городскую застройку. Поэтому типология зданий, разработана на основе ствольной конструктивной системы. Спроектированы здания с различным количеством секций (односекционные и многосекционные), разной этажности (малоэтажные, средней этажности, многоэтажные). Возведение зданий осуществляется по объемно-модульной технологии.

Проектирование зданий предполагается в различных климатических зонах (с различным температурным режимом). В соответствии с работой [17] железо вследствие понижения температур становится хрупким при ударе, а также увеличивается скорость деформации. Данное свойство делает металл недопустимым к применению при возведении зданий в различных климатических условиях, а также, если есть вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций.

В связи с этим в качестве основного материала конструкций рассматривалась древесина, как материал наиболее распространенный, что делает его применимым в любых природных условиях. Благодаря физико-механическим свойствам данного материала представляется возможным сравнивать его прочностные характеристики с характеристиками бетона [18], что позволяет применять его в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций.

В связи с этим основным строительным материалом выбраны многослойные деревянные панели из ели и сосны, каждый следующий слой которых приклеен перпендикулярно предыдущему (CLT-панели). Панели позволяют собирать модуль прямо на строительной площадке, что значительно упрощит и удешевит их транспортировку.

Технология «CROSS LAMINATED TIMBER» («ПОПЕРЕЧНЫЙ КЛЕЕННЫЙ БРУС») представляет собой монолитную клееную конструкцию из деревянных ламелей (ель, сосна), склеенных между собой в перпендикулярном направлении и уложенных послойно (рис. 7). Перекрестное расположение слоев обеспечивает высокую несущую способность, отсутствие внутренних напряжений/деформаций, сопротивляемость сжатию и растяжению. Сформированные таким образом деревянные плиты могут быть использованы для строительства жилых и нежилых строений.

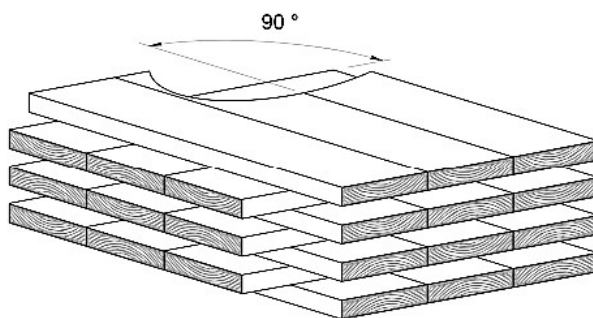


Рисунок 7 - CLT-панель  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.7>

*Примечание: по [19]*

Характеристики панелей взяты по данным производителя [19]. Данный материал возможно применять при строительстве несущих и ограждающих элементов стен, перекрытий, крыш. Панель состоит из 3-11 слоев, что составляет 60-360 мм, ширина не превышает 3,5 м, длина не более 16,5 м.

Возведение зданий, предлагаемых в проекте, рассчитано на объемно-модульную технологию.

Модуль представляет собой 3D-элемент, состоящий из панелей, образующих наружные стены, пол и потолок.

В зданиях используются 5 видов модулей:

- модуль, представляющий собой ствол здания, с лифтом (рис. 8);

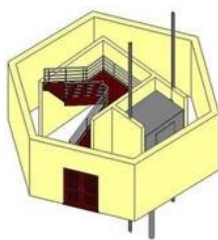


Рисунок 8 - Объемная модель модуля, представляющего собой ствол здания с лифтом  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.8>

- модуль, представляющий собой ствол здания, без лифта (рис. 9);

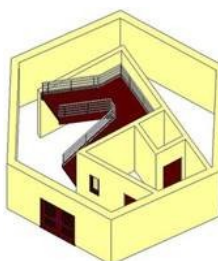


Рисунок 9 - Объемная модель модуля, представляющего собой ствол здания без лифта (с помещением для консьержа)  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.9>



- модуль, образующий коридор (рис. 10);

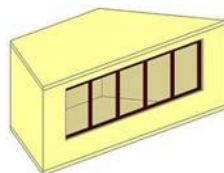


Рисунок 10 - Объемная модель модуля, образующего коридор  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.10>

- модуль, являющийся квартирой 1 типа (рис. 11);

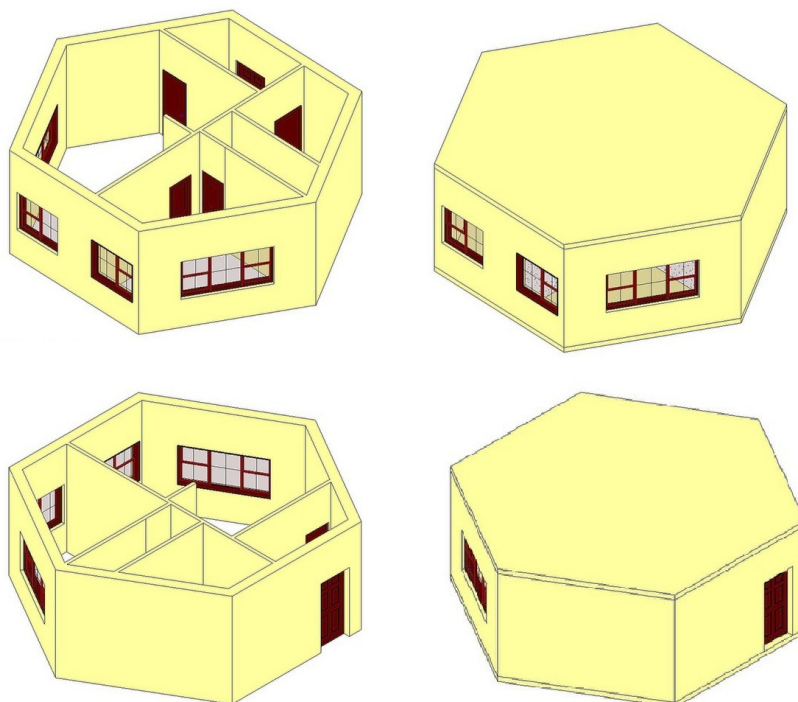


Рисунок 11 - Объемная модель жилого модуль 1 типа  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.11>

- модуль, являющийся квартирой 2 типа (рис. 12).

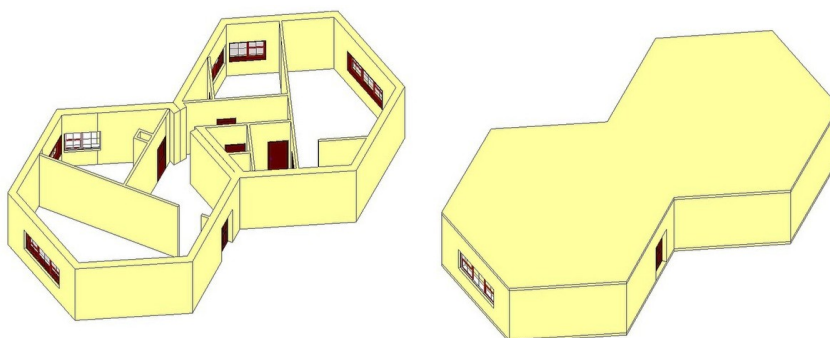


Рисунок 12 - Объемная модель жилого модуль 2 типа  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.12>

Проектом предусмотрена разработка ствольных зданий разной этажности (малоэтажные (от 1 до 2 этажей), средне-этажные (3-5 этажей), многоэтажные (от 6 до 16 этажей)), состоящих из одной или нескольких секций. В

основу здания положены два вида жилых модулей. Первый вид состоит из одной шестиугольной секции, второй – из двух.

1 вид имеет форму правильного шестиугольника (рис. 13). Размер в осях равен 7600 мм. Высота этажа – 3,3 м, высота помещения – 3,0 м. В квартире 2 жилые комнаты и 3 подсобных помещения (рис. 14, табл. 1). Квартира рассчитана на проживание 3-4 человек.

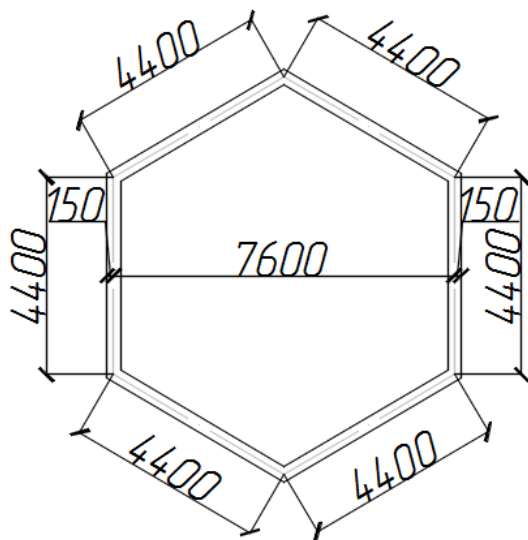


Рисунок 13 - Квартира 1 типа  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.13>

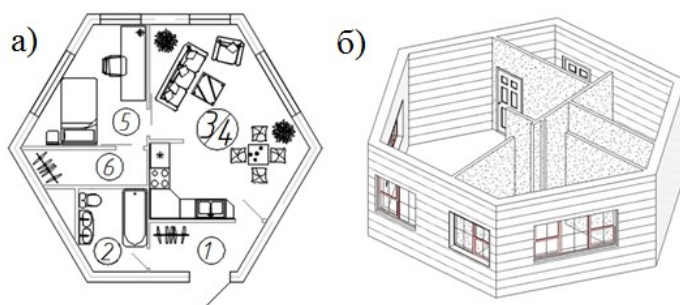


Рисунок 14 - Квартира 1 типа  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.14>

Примечание: (а) – в плане, (б) – в объеме

Таблица 1 - Объемно-планировочные показатели помещений первого этажа

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.15>

№ помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Прихожая	4,35
2	С/У	4,77
3/4	Совмещенные кухня и гостиная	21, 86
5	Спальня	9,45
6	Гардероб	3,53



2 вид квартиры имеет форму двух правильных шестиугольников, сращенных между собой (рис. 15). Размер в осях равен 15 500 мм. Высота этажа – 3,3 м, высота помещения – 3,0 м. В квартире 3 жилые комнаты и 6 подсобных помещения (рис. 16, табл. 2). Квартира рассчитана на проживание 5-6 человек.

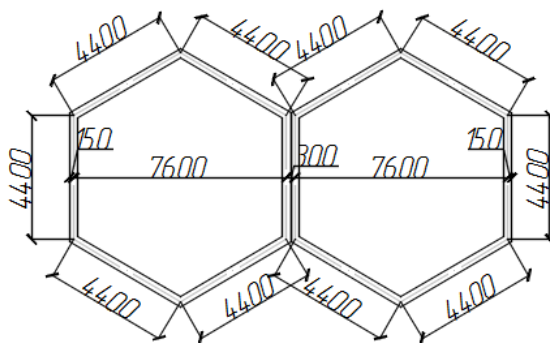


Рисунок 15 - Квартира 2 типа  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.16>

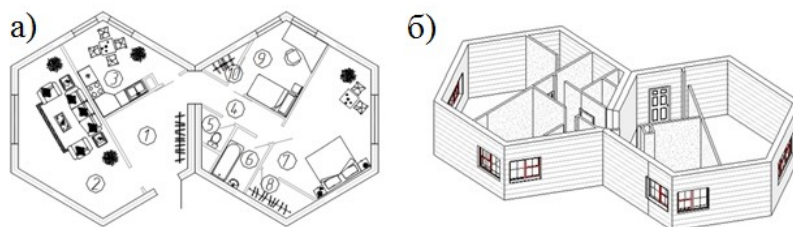


Рисунок 16 - Квартира 2 типа  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.17>

Примечание: (а) – в плане, (б) – в объеме

Таблица 2 - Объемно-планировочные показатели помещений первого этажа

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.18>

№ помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>
1	Прихожая	11,16
2	Гостиная	22,66
3	Кухня	11,24
4	Коридор	5,38
5	Туалет	1,71
6	Ванная комната	3,73
7	Спальня	19,48
8	Гардероб	3,02
9	Спальня	9,82
10	Гардероб	1,20

На основе проведенных исследований и выполнении предпроектных проработок спроектированы здания, объемные модели которых представлены на рисунках 17-22.

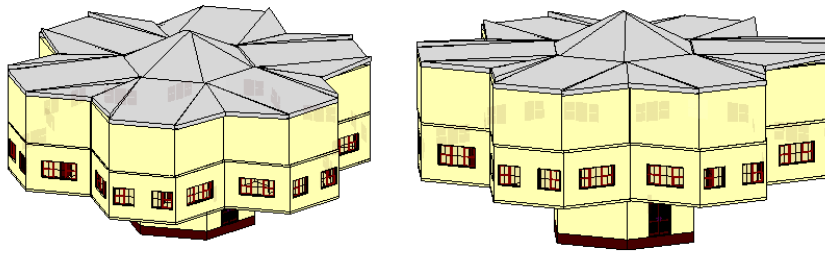


Рисунок 17 - Объемная модель односекционного малоэтажного здания  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.19>

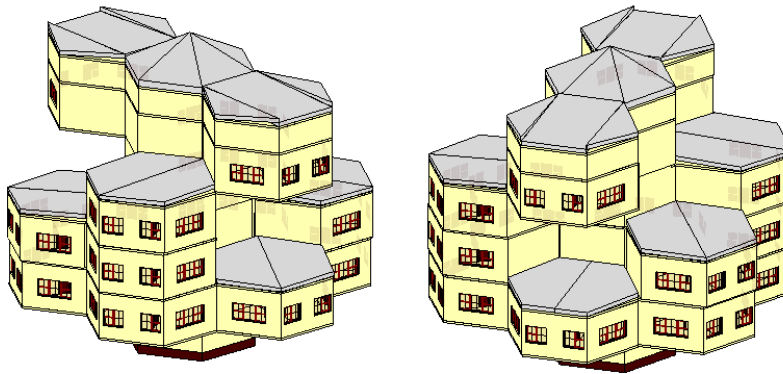


Рисунок 18 - Объемная модель односекционного здания средней этажности

DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.20>

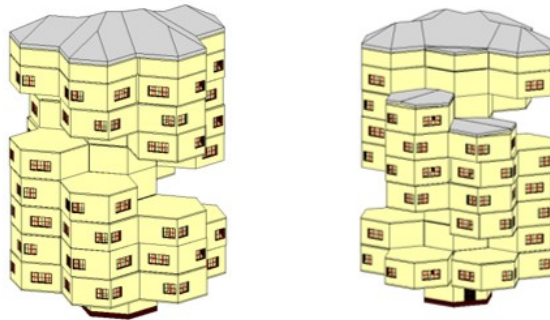


Рисунок 19 - Объемная модель односекционного многоэтажного здания  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.21>

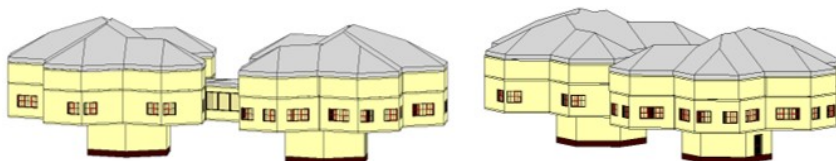


Рисунок 20 - Объемная модель двухсекционного малоэтажного здания  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.22>

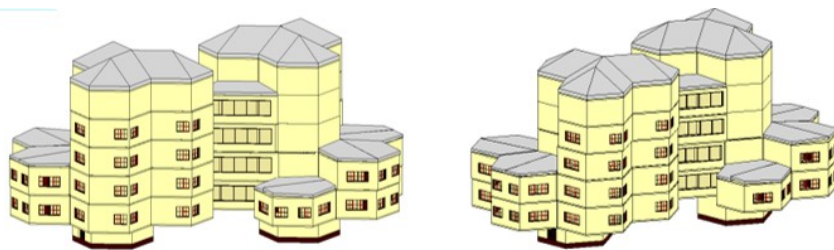


Рисунок 21 - Объемная модель двухсекционного здания средней этажности  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.23>

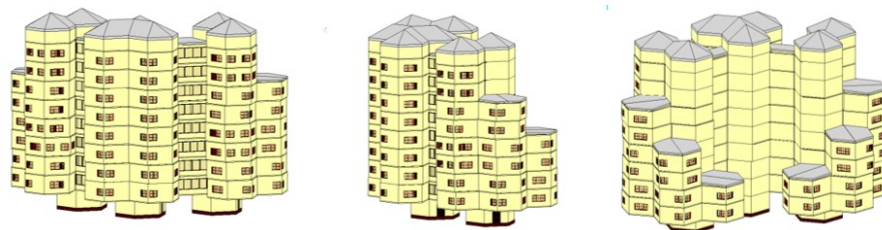


Рисунок 22 - Объемная модель многосекционного многоэтажного здания  
DOI: <https://doi.org/10.18454/mca.2023.42.2.24>

### Заключение

В последнее время в строительстве получают распространения модульные здания как объекты, которые могут возводиться в местах, пострадавших от стихийных бедствий, в суровых климатических условиях (заполярного круга либо крайнего севера), благодаря возможности быстро собрать их на строительной площадке из готовых элементов.

Выполненный анализ приведенных территорий Российской Федерации показывает, что более 15% от общего количества жилья составляет доля ветхого и аварийного жилья. Кроме того, большинство регионов РФ подвержены возникновению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характеров.

Разработана типология унифицированных модулей для жилых зданий различной этажности и на их основе проработаны объемно-планировочные и конструктивные решения.

Выполненная работа может быть положена в основу разработки рабочих проектов предложенных зданий для регионов с особыми природными условиями и районов, пострадавших от стихийных бедствий.

### Финансирование

Данная статья опубликована при поддержке Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения – Императора Александра I» инициативных научных работ, выполняемых студенческими научными коллективами.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Funding

This article was published with the support of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State University of Railways – Emperor Alexander I" of initiative scientific works carried out by student research teams.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Пфаф В.К. Влияние стихийных бедствий на экономику страны / В.К. Пфаф, В.В. Лисьих, В.Е. Панченков [и др.] // Сб. статей Международной научной конференции «Актуальные проблемы менеджмента, экономики и экономической безопасности». Костанай, 01-05 ноября 2021 г. — Чебоксары: Изд-во ООО «Издательский дом «Среда», 2021. — С. 11-13. — DOI: 10.31483/г-99797.

2. Пчелкин В.И. К вопросу о создании временных жилых городков для населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях / В.И. Пчелкин, И.В. Панов // Технологии гражданской безопасности, том 6. — 2009. — № 3–4 (21–22). — С. 170-176.

3. Цимбал В.А. Комплексная методика обоснования рационального места размещения склада материальных ресурсов субъекта Российской Федерации для первоочередного жизнеобеспечения пострадавшего населения / В.А. Цимбал, А.А. Блохин, С.В. Аксенов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. — 2018. — № 1 (36). — С. 11–19.
4. Тодосейчук С.П. Обоснование состава и общие технические требования к инженерному оборудованию пунктов временного размещения пострадавшего населения в чрезвычайных ситуациях / С.П. Тодосейчук, А.В. Лагутина // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. — 2020. — № 2 (6). — С. 422–433.
5. Трофимов А.В. Эксплуатация транспортно-технологической техники в системе МЧС России при разворачивании ПВР / А.В. Трофимов // Сб. статей Международной научной конференции «Гражданская оборона на страже мира и безопасности». Москва, 01 марта 2021 г. — Москва: Изд-во «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», 2021. — С. 265–271.
6. Реновация в регионах: [сайт]. — 2017. — URL: [https://finexpertiza.ru/upload/iblock/11e/\\_-\\_-\\_.pdf](https://finexpertiza.ru/upload/iblock/11e/_-_-_.pdf) (дата обращения: 31.07.2023).
7. Главное управление МЧС России по Республике Марий Эл: [сайт]. — 2023. — URL: <https://12.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/operativnaya-informaciya/5107838> (дата обращения: 31.07.2023).
8. Справочник Йошкар-Ола: [сайт]. — 2023. — URL: <https://ioshkar-ola.spravker.ru/himicheskoe-proizvodstvo/> (дата обращения: 31.07.2023).
9. Семакина А.А. Анализ состояния и актуальные проблемы социально-экономического развития Архангельской области / А.А. Семакина, Е.В. Логвиненко // Форум молодых ученых. — 12(16) 2017. — КиберЛенинка: научная электронная библиотека [сайт]. — 2017. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-i-aktualnye-problemy-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-arhangelskoj-oblasti/viewer> (дата обращения: 31.07.2023).
10. Гаврилов А.И. Региональная экономика и управление, пособие для ВУЗов / А.И. Гаврилов. — М.: Юнити 2016. — С. 43–89.
11. Джамалудинова М.Ю. Анализ состояния и перспектив социальноэкономического развития Северного района в составе Северо-Западного федерального округа в Российской Федерации / М.Ю. Джамалудинова // Экономические науки. — 2016. — №12 (97). — С. 254–258.
12. Филиппова Ф.А. Анализ природных и техногенных чрезвычайных ситуаций в Краснодарском крае / Ф.А. Филиппова, Е.Д. Дегтяренко // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» // Молодой ученый. — 2021. — № 51 (393). — С. 329–331. — URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018001327> (дата обращения: 16.09.2023)
13. Егоров А. А. Перспективы современного развития модульного строительства в Российской Федерации / А. А. Егоров, Г. А. Богданова // Научные теории и разработки в условиях глобальных перемен: пределы и возможности: Материалы XI Международной научно-практической конференции (г. Рязань, 28 июля 2023 г.). — Рязань, Издательство ООО "Концепция", 2023. — С. 29–32.
14. Ширкунова Е.А. Элементы BIM-технологий в практике проектирования модульных многоэтажных жилых зданий / Е.А. Ширкунова, Р.В. Лопаткин, Е.Г. Третьякова [и др.] // «Инновационные процессы в условиях глобализации мировой экономики: проблемы, тенденции, перспективы» (IPEG-2023): сборник научных трудов / под ред. П.А. Неверова. — Анталия. ООО «БС-Консалтинг», 2023. — 233 с. — ISBN 978-5-00202-083-6. — С.224–232.
15. Иванова Ж. В. Использование природных материалов в конструкциях сейсмозащиты быстровозводимых зданий / Ж. В. Иванова, Т. А. Белаш // Сб. докладов международной научно-технической конференции "Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях". — СПб, ВИТУ, 1998. — С. 153–154.
16. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения = Reliability for constructions and foundations. General principles: межгосударственный стандарт: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2014 г. N 72-П): введен впервые: Дата введения 2015-07-01 / разработан Открытым акционерным обществом "Научно-исследовательский центр "Строительство"" (ОАО "НИЦ "Строительство") - Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций имени В.А.Кучеренко (ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115736>. (дата обращения 31.08.2023).
17. Косов И.И. Применения древесины в качестве конструкционного материала в XXI веке / И.И. Косов // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». — №2. — КиберЛенинка: научная электронная библиотека [сайт]. — 2017. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniya-drevesiny-v-kachestve-konstruktсионного-materiala-v-xxi-veke/viewer> (дата обращения: 31.07.2023).
18. Segezha Group: производитель [сайт]. — 2023. — URL: <https://segezha-group.com/product/clt-panel/> (дата обращения: 31.07.2023).
19. Косов И.И. Деревянные панели в строительстве общественных зданий / И.И. Косов // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». — №2. — КиберЛенинка: научная электронная библиотека [сайт]. — 2017. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/derevyannye-paneli-clt-v-stroitelstve-obschestvennyh-zdaniy/viewer> (дата обращения: 31.07.2023).

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Pfaf V.K. Vliyaniye stihijnyh bedstvij na ekonomiku strany [The Impact of Natural Disasters on the Country's Economy] / V.K. Pfaf, V.V. Lis'ih, V.E. Panchenkov [et al.] // Sb. statej Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Aktual'nye problemy menedzhmenta, ekonomiki i ekonomicheskoy bezopasnosti» [Collection of articles of the International Scientific

Conference "Actual Problems of Management, Economics and Economic Security". Kostanay, 01-05 November 2021. — CHEboksary: LLC "Publishing house" "Sreda", 2021. — P. 11-13. — DOI: 10.31483/r-99797 [in Russian].

2. Pchelkin V.I. K voprosu o sozdanii vremennykh zhilykh gorodkov dlya naseleniya, postradavshogo v chrezvychajnykh situatsiyah [On the Issue of Creating Temporary Residential Towns for the Population Affected by Emergency Situations] / V.I. Pchelkin, I.V. Panov // *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti* [Civil Security Technologies], Volume 6. — 2009. — № 3–4 (21–22). — P. 170-176 [in Russian].

3. Cimbalskiy V.A. Kompleksnaya metodika obosnovaniya racional'nogo mesta razmeshcheniya sklada material'nykh resursov sub"ekta Rossijskoj Federacii dlya pervoocherednogo zhizneobespecheniya postradavshogo naseleniya [Comprehensive Methodology for Substantiating the National Location of the Warehouse of Material Resources of the Subjects of the Russian Federation for the Primary Life Support of the Affected Population] / V.A. Cimbalskiy, A.A. Blohin, S.V. Aksenov // *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashchity* [Scientific and Educational Problems of Civil Protection]. — 2018. — № 1 (36). — P. 11–19 [in Russian].

4. Todosejchuk S.P. Obosnovanie sostava i obshchie tekhnicheskie trebovaniya k inzhenernomu oborudovaniyu punktov vremennogo razmeshcheniya postradavshogo naseleniya v chrezvychajnykh situatsiyah [Informing the Public and Providing Technical Recommendations on the Engineering Support of Temporary Accommodation Facilities for the Affected Population in Emergency Situations] / S.P. Todosejchuk, A.V. Lagutina // *Pozharnaya i tekhnosfernaya bezopasnost': problemy i puti sovershenstvovaniya* [Fire and Technosphere Safety Problems and Ways of Improvement]. — 2020. — № 2 (6). — P. 422–433 [in Russian].

5. Trofimov A.V. Ekspluatatsiya transportno-tekhnologicheskoy tekhniki v sisteme MCHS Rossii pri razvertvyvanii PVR [Operation of Transport and Technological Equipment in the System of the Ministry of Emergency Situations of Russia during the Deployment of PVR] / A.V. Trofimov // *Sb. statej Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Grazhdanskaya oborona na strazhe mira i bezopasnosti»* [Collection of articles of the International Scientific Conference "Civil Defense on the Guard of Peace and Security"]. Moscow, March 01, 2021. — Moscow: «Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia» Publishing, 2021. — P. 265–271 [in Russian].

6. Renovatsiya v regionah [Renovation in the Regions]: [website]. — 2017. — URL: [https://finexpertiza.ru/upload/iblock/11e/\\_-\\_-\\_.pdf](https://finexpertiza.ru/upload/iblock/11e/_-_-_.pdf) (accessed: 31.07.2023) [in Russian].

7. Glavnoe upravlenie MCHS Rossii po Respublike Marij El [The Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Republic of Mari El]: [website]. — 2023. — URL: <https://12.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/operativnaya-informatsiya/5107838> (accessed: 31.07.2023) [in Russian].

8. Spravochnik Yoshkar-Ola [Yoshkar-Ola Directory]: [website]. — 2023. — URL: <https://yoshkar-ola.spravker.ru/himicheskoe-proizvodstvo/> (accessed: 31.07.2023) [in Russian].

9. Semakina A.A. Analiz sostoyaniya i aktual'nye problemy social'no-ekonomicheskogo razvitiya Arhangel'skoj oblasti [Analysis of the State and Current Problems of Socio-economic Development of the Arkhangelsk Region] / A.A. Semakina, E.V. Logvinenko // *Forum molodykh uchenykh* [Forum of Young Scientists]. — 12(16) 2017. — KiberLeninka: nauchnaya elektronnyaya biblioteka [cyberleninka: scientific electronic library] [website]. — 2017. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-i-aktualnye-problemy-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-arhangel'skoj-oblasti/viewer> (accessed: 31.07.2023) [in Russian].

10. Gavrilov A.I. Regional'naya ekonomika i upravlenie, posobie dlya VUZov [Regional Economics and Management, handbook for universities] / A.I. Gavrilov. — M.: YUniti 2016. — P. 43-89 [in Russian].

11. Dzhamaludinova M.YU. Analiz sostoyaniya i perspektiv social'noekonomicheskogo razvitiya Severnogo rajona v sostave Severo-Zapadnogo federal'nogo okruga v Rossijskoj Federacii [Analysis of the State and Prospects of Socio-economic Development of the Northern District as Part of the North-Western Federal District in the Russian Federation] / M.YU. Dzhamaludinova // *Ekonomicheskie nauki* [Economic Sciences]. — 2016. — №12 (97). — P. 254–258 [in Russian].

12. Filippova F.A. Analiz prirodnykh i tekhnogennykh chrezvychajnykh situatsiy v Krasnodarskom krae [Analysis of Natural and Man-made Emergencies in the Krasnodar Territory] / F.A. Filippova, E.D. Degtyarenko // *Materialy X Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii «Studencheskiy nauchnyj forum»* [Materials of the X International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum"] // *Molodoy uchenyj* [Young Scientist]. — 2021. — № 51 (393). — P. 329-331. — URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018001327> (accessed: 16.09.2023) [in Russian]

13. Egorov A. A. Perspektivy sovremennogo razvitiya modul'nogo stroitel'stva v Rossijskoj Federacii [Prospects of Modern Development of Modular Construction in the Russian Federation] / A. A. Egorov, G. A. Bogdanova // *Nauchnye teorii i razrabotki v usloviyakh global'nykh peremen: predely i vozmozhnosti: Materialy XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Ryazan', 28 iyulya 2023 g.)* [Scientific theories and developments in the field of global project management: goals and opportunities: Materials of the XI International Scientific and Practical Conference (Ryazan, July 28, 2023)]. — Ryazan, Publishing house LLC "Concept", 2023. — P. 29-32 [in Russian].

14. SHirkunova E.A. Elementy BIM-tekhnologiy v praktike proektirovaniya modul'nykh mnogoetazhnykh zhilykh zdaniy [Elements of BIM Technologies in the Practice of Designing Modular Multi-storey Residential Buildings] / E.A. SHirkunova, R.V. Lopatkin, E.G. Tret'yakova [et al.] // «Innovatsionnye processy v usloviyakh globalizatsii mirovoj ekonomiki: problemy, tendentsii, perspektivy» (IPEG-2023): sbornik nauchnykh trudov ["Innovative Processes in the Conditions of Globalization of the World Economy: Problems, Trends, Prospects"] (IPEG-2023): collection of scientific papers / ed. by P.A. Neverov. — Antaliya. LLC «BS-Konsalting», 2023. — 233 p. — ISBN 978-5-00202-083-6. — P. 224-232 [in Russian].

15. Ivanova ZH. V. Ispol'zovanie prirodnykh materialov v konstruktsiyah sejsmozashchity bystrovozvodimyykh zdaniy [The Use of Natural Materials in Seismic Protection Structures of Prefabricated Buildings] / ZH. V. Ivanova, T. A. Belash // *Sb. dokladov mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii "Bystrovozvodimyye i mobil'nye zdaniya i sooruzheniya: perspektivy ispol'zovaniya v sovremennykh usloviyakh"* [Collection of Reports of the International Scientific and Technical

conference "Biodiversity and Mobile Buildings and Structures: Prospects for Use in Modern Conditions"]. — SPb, VITU, 1998. — P. 153- 154 [in Russian].

16. GOST 27751-2014. Nadezhnost' stroitel'nyh konstrukcij i osnovanij. Osnovnye polozheniya [Reliability for Constructions and Foundations. General Principles]: international standard: adopted by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (Protocol No. 72-R dated November 14, 2014): introduced for the first time: Introduction data 2015-07-01 / developed by Open Joint Stock Company "Scientific Research Center "Construction" (JSC "SIC "Construction") - Central Research and Research Institute building structures named after V.A.Kucherenko (TSNIISK named after V.A.Kucherenko) // Electronic fund of legal and regulatory documents. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115736>. (accessed: 31.08.2023) [in Russian].

17. Kosov I.I. Primeneniya drevesiny v kachestve konstrukcionnogo materiala v XXI veke [Applications of Wood as a Structural Material in the XXI Century] / I.I. Kosov // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh nauk i tekhnologij «Integral» [International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral"]. — №2. — cyberleninka: scientific electronic library [website]. — 2017. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniya-drevesiny-v-kachestve-konstruktsionnogo-materiala-v-xxi-veke/viewer> (accessed: 31.07.2023) [in Russian].

18. Segezha Group: proizvoditel' [producer] [website]. — 2023. — URL: <https://segezha-group.com/product/clt-panel/> (accessed: 31.07.2023) [in Russian].

19. Kosov I.I. Derevyannye paneli v stroitel'stve obshchestvennyh zdaniy [Wooden Panels in the Construction of Public Buildings] / I.I. Kosov // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh nauk i tekhnologij «Integral» [International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral"]. — №2. — cyberleninka: scientific electronic library [website]. — 2017. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/derevyannye-paneli-clt-v-stroitel'stve-obschestvennyh-zdaniy/viewer> (accessed: 31.07.2023) [in Russian].