

DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-11-49-63

Грахов В.П., *Толкачев Ю.А.*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова***E-mail: ukushen13@gmail.com*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПУНКТОВ ВРЕМЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ

Аннотация. Стихийные бедствия и произошедшие на их основе техногенные катастрофы в последнее время приобретают регулярный характер. В этих условиях, первоочередной задачей государства является организация пунктов временного размещения, которые способны за короткий срок обеспечить пострадавшее население жилыми единицами. Также в случае невозможности за короткий срок обустроить постоянные места проживания, появляется задача обеспечить пункты временного размещения необходимыми объектами инфраструктуры. Целью проведенного в работе исследования, является разработка и обоснование технических предложений по созданию пунктов временного размещения населения, пострадавшего от стихийного бедствия. Для достижения поставленной цели, в процессе работы был проведен анализ литературы, связанной с существующими методами возведения пунктов временного пребывания и городков временного размещения, пострадавшего населения. Рассмотрены передовые решения строительства быстровозводимых зданий, с целью выявления наиболее оптимального решения. Результатом работы является система взаимосвязанных предложений, направленных на решение вопроса по обеспечению пострадавшего населения высококачественными жилыми единицами для проживания. В работе обоснованы решения по планировочной организации, составу, а также порядку монтажа и демонтажа пунктов временного размещения. Полученные результаты могут быть использованы при подготовке оптимальных решений развертывания временных городков для населения, пострадавшего в результате разрушительных действий стихии.

Ключевые слова: пункты временного размещения, модульное здание, быстровозводимые здания, чрезвычайная ситуация, безопасность населения.

Введение. При разработке мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, главной проблемой является сложность, а зачастую и полная невозможность предсказать и предотвратить последствия стихийных разрушений, которые наносят колоссальный материальный ущерб и лишают постоянного жилья население [1].

За период с 2000 по 2019 год во всем мире было зафиксировано 7348 крупных стихийных бедствий. А за предыдущий период, с 1980 по 1999 года, произошло 4212 природных катаклизмов. За короткий промежуток времени, количество бедствий, вызванных стихией, возросло в два раза, и согласно последним данным, их количество растет все быстрее [2]. После масштабных разрушений, не просто отдельных домов, а целых населенных пунктов, у государства возникает потребность за короткий срок обеспечить население необходимым количеством жилых единиц. Даже после завершения чрезвычайного положения, могут пройти годы до полного восстановления населенных пунктов и жилых построек соответственно.

В иерархии потребностей человека, жилище занимает первую ступень по значимости, поскольку определяет материальные условия существования человека. Качество жилья характеризуется степенью удовлетворения потребностей

населения в физическом, социальном и духовном развитии [3].

На основании этого становится целесообразным использование современных технологий для создания мобильных быстровозводимых зданий, необходимых для быстрого развертывания пунктов временного размещения. В данном случае, основной задачей быстровозводимых зданий является скорейшее возвращение пострадавшего населения к привычной жизни [4]. Это позволит в короткий срок смонтировать жилые единицы, а также предоставит возможность пострадавшему населению жить и работать в наиболее благоприятных условиях. При этом важной особенностью является скорость и качество организации территории временного проживания, которые не имеют зависимости от времени года [5].

Территория временного проживания должна обеспечивать высокий уровень комфорта, а также содержать объекты социальной инфраструктуры (продуктовые магазины, школы и медицинские учреждения, а также другие службы социальной поддержки, которые могут помочь людям оправиться от последствий стихийного бедствия и восстановить свою привычную жизнь) [6].

Материалы и методы. В рамках проведенного исследования был проведен обзор литера-

туры по организации пунктов временного размещения, для населения, пострадавшего в результате стихийных бедствий. Также, для разработки предложений по усовершенствованию системы организации пунктов временного размещения проведен системный обзор отечественной литературы, с целью обобщения опыта существующих решений, а также опыта применения быстровозводимых зданий различных технологий.

Обзор литературы позволил выявить и определить перечень требований и основных мероприятий по организации пунктов временного размещения, на основании которых была разработана система технических предложений по использованию модульных быстровозводимых зданий при организации пунктов временного размещения.

Основная часть технических предложений направлена на решение вопроса о применении во временных городках зданий и сооружений на основе готовых решений, применяемых на рынке модульного строительства. Отдельно выделены решения по планировочной организации городков временного проживания и обеспечению требуемого уровня комфорта для проживания населения, а также методики монтажа и последующего демонтажа объектов модульного строительства.

Основная часть. Размещение населения, утратившего место постоянного проживания в

результате действия стихийных бедствий или чрезвычайных ситуаций техногенного характера, производится в пунктах временного размещения (ПВР) [7]. Рассмотрим определение, которое приведено в ГОСТ Р22.3.18-2021 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пункты временного размещения населения, пострадавшего чрезвычайных ситуациях».

Пункт временного размещения населения, пострадавшего в чрезвычайной ситуации - комплекс технических и материальных средств, оборудования и изделий, предназначенных для первоочередного жизнеобеспечения населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях, вынужденных переселенцев (беженцев) и лиц, эвакуируемых из зоны чрезвычайной ситуации. ПВР могут быть развернуты на основе: палаток каркасных, быстровозводимых зданий и сооружений; общественных зданий и сооружений. Условно здания общественного назначения можно разделить на две группы: для обслуживания повседневных нужд людей и для эпизодического посещения.

Первоочередной задачей, решаемой при разработке мероприятий по совершенствованию системы организации ПВР, является их классификация, с целью определения основных вариантов развертывания пунктов. В отечественной литературе выделяют 3 основных признака классификации ПВР, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Классификация пунктов временного размещения

Признак классификации	Вид ПВР
По способу развертывания	Мобильные – на основе палаточных городков или быстровозводимых зданий; Стационарные – организованные на основе имеющихся капитальных сооружений.
По вместимости	Малой вместимости (размещение до 250 человек); Средней вместимости (размещение от 250 до 1000 человек); Большой вместимости (размещение более 1000 человек).
По исполнению	Стандартные (размещение в умеренном климате); Северные (размещение в холодном климате); Арктические (размещение в арктическом климате); Тропические (размещение в субтропическом и тропическом климатах).

К основным функциям ПВР принято отнести: организацию жизнеобеспечения пострадавшего населения; регистрацию прибывающего в ПВР населения с целью предоставления временного жилья; своевременное информирование населения ПВР о текущем положении и развитии чрезвычайной ситуации, а также процессе восстановления постоянных мест проживания; последующее распределение к местам постоянного проживания [8].

На начальном этапе анализа следует выделить основные требования к ПВР, сформированные по результатам проведенного обзора литературы и которые целесообразно учитывать в данной работе. Упорядоченный набор требований позволит оценить эффективность применения быстровозводимых зданий при организации территории временных пунктов.

Жилые единицы должны учитывать вариативность компоновки, а также геологические и

климатические особенности территории временного проживания [9]. Кроме того, жилье должно быть безопасным, комфортным, экономически эффективным и долговечным.

Развертывание ПВР для населения, рекомендуется производить на территории, граничащей с зоной чрезвычайной ситуации. Наиболее оптимальным решением является размещение вблизи населённых пунктов. Это необходимо для достижения максимально эффективного использования существующих сетей инженерного обеспечения и инфраструктуры территории, на которой предполагается организация ПВР [10]. При обеспечении ПВР инженерным оборудованием следует учитывать автономность их использования, которое позволит временному пункту выполнять свои функции при любом варианте их развертывания [11].

Жилые единицы ПВР должны обладать высокой степенью мобильности, для осуществления своевременного развертывания в случаях экстренной необходимости [12]. ПВР должны иметь возможность в короткий срок транспортироваться в отдаленные и труднодоступные регионы страны, всеми возможными видами воздушного, водного и наземного транспорта [13]. Правила транспортировки элементов ПВР должны быть прописаны в документации на каждое конкретное изделие в составе ПВР.

Каждая отдельная жилая единица ПВР должна иметь срок службы не менее 10 лет, а срок гарантийного обслуживания каждой единицы составлять не менее 3 лет [14]. Постоянное перемещение ПВР не должно снижать прочностные и эксплуатационные характеристики его отдельных элементов. Порядок и правила качественного и безопасного монтажа единиц ПВР должны быть изложены в документации на изделие, принятого за основу при организации пункта.

Эффективность и скорость развертывания должна обеспечиваться за счет применения универсальных и унифицированных изделий, которые имеют типовые решения и производятся в максимальной заводской готовности. Это позволит упростить процессы монтажа и демонтажа, которые имеют циклический характер при применении в ПВР [15].

В случаях, когда ПВР не требуется использовать по назначению, необходимо предусмотреть возможность компактного и оптимального варианта складирования составных элементов, с учетом поддержания возможности последующего эффективного развертывания ПВР. Также необходимо предусмотреть вероятность возникновения ситуации, при которой потребуется ре-

монт конкретной жилой единицы в процессе эксплуатации. На основании этого представляется необходимым предусмотреть возможность замены элементов конструкции жилых единиц ПВР, с учетом применения минимальных затрат труда и ресурсов [16]. При развертывании составных частей необходимо использовать наиболее доступное на рынке отечественное оборудование и материалы.

Условия временного проживания и труда в ПВР должны соответствовать санитарно-гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям, для обеспечения безопасности человека. Санитарно-гигиеническая зона должна включать в себя на постоянной основе санузел и душевые [17]. Также в соответствии с ГОСТ 30494-2011 устанавливается допустимая температура внутреннего воздуха для жилых помещений (18 °С–24 °С). Жилые единицы ПВР также должны отвечать этим требованиям, вне зависимости от способа их развертывания [18].

При планировании размещения жилых единиц ПВР следует учитывать рекомендации по размещению данной зоны с наветренной стороны, относительно остальных зон функционального назначения [19].

Для ПВР, установленная жилая площадь на одного человека составляет 2,5–3 м²/чел. На основании данного показателя рекомендуется рассчитывать необходимое количество жилых единиц при организации временных пунктов. Стоит отметить, что помещения нежилого назначения не учитываются в вышеуказанном нормативе, что означает необходимость дополнительно учитывать бытовые помещения, обязательные нежилые пространства и помещения для питания [20].

Обеспечение населения жилой площадью является не единственным требованием при организации и планировании территории ПВР. Инфраструктура ПВР также должна включать следующие виды жизнеобеспечения: медицинские пункты, с целью поддержания жизни и здоровья населения; учреждения образования и развития детей (школы и детские сады); зоны приготовления и приема пищи; бытовые зоны, обеспечивающие возможность стирки, сушки и ремонта одежды; зону хранения личного транспорта пострадавшего населения и административного персонала ПВР; зоны развлечения и отдыха; магазины, с продуктами первой необходимости; мероприятия по обеспечению безопасности проживающего населения.

Также стоит отметить необходимость соблюдения требований и норм, предъявляемых к временным зданиям и сооружениям, включая пожарную безопасность. Материалы, используемые в качестве основы для элементов ПВР

должны обеспечивать экологическую безопасность и препятствовать распространению огня, при возникновении непредвиденных ситуаций [21]. Все элементы, включенные в состав ПВР, должны обеспечивать безопасность их эксплуатации, включая электробезопасность и пожаробезопасность [22].

В настоящее время, в строительной отрасли выделяют следующие виды быстровозводимых зданий: на основе использования металлического каркаса и сэндвич-панелей; здания из деревянных панелей; быстровозводимые здания из СИП-панелей; модульные мобильные здания [23]. Наиболее эффективным вариантом быстровозводимого здания, для организации пункта временного размещения в соответствии со всеми вышеперечисленными требованиями, является использование модульных мобильных зданий [24].

Здания на основе блок-модулей обеспечивают максимальную заводскую готовность, которая позволяет значительно снизить сроки и трудозатраты на развертывание временных пунктов. Основным преимуществом при использовании модульных зданий является возможность многократной транспортировки отдельных блок-модулей, без снижения их качества в процессе монтажа [25]. При необходимости здание из блок-модулей может быть легко пристроено или перестроено под новый объект, в зависимости от потребностей населения [26].

Модульные здания — это быстровозводимые здания, состоящие из нескольких объемных блоков, называемых блок-модулями. Каждый отдельный блок-модуль производят на заводе-изготовителе, с достижением максимальной заводской готовности, после чего он отправляется на удаленный строительный объект.

Кроме того, производство каждого блок-модуля осуществляется сразу с внешней и внутренней отделкой, предварительно выбранной заказчиком, в строгом соответствии с проектом. Однако окончательная сборка блок-модулей, а также дополнительных элементов и конструкций, производится непосредственно на строительной площадке. Предварительно собранные блок-модули размещаются с помощью крана на заранее подготовленном фундаменте, после чего соединяются вместе, образуя единое модульное здание.

В качестве основы для устройства модульных зданий небольших размеров могут служить простые конструкции из сборных фундаментных балок [27]. В некоторых случаях, при строительстве жилых зданий из отдельных блок-модулей, возможен монтаж модульного здания непосредственно на заранее выровненную и уплотненную

поверхность, без предварительно подготовленной фундаментной основы.

Компоновка блок-модулей не ограничивается расположением бок о бок. Это позволяет модульным зданиям иметь сложную конфигурацию в плане, а за счет достаточно широкой линейки универсальных размеров блок-модулей, можно добиться практически любых значений габаритов здания [28].

Несущий каркас каждого отдельного объемного блока состоит из сложногогнутых стальных холодногнутых профилей, специально изготовленных для реализации объектов модульного строительства. Специально изготовленные профили позволяют упростить процесс монтажа модульного здания, а также влияют на прочностные характеристики блок-модулей и здания в целом [29]. Важной особенностью является большой запас по прочности несущих конструкций, с целью возможности передислокации объекта модульного строительства в новый климатический район.

Основой для теплоизоляции блок-модулей является утеплитель из минеральной ваты плотностью 30–40 кг/м². Толщина утеплителя принимается в соответствии с теплотехническим расчетом. Все материалы, применяемые при производстве модульных зданий, имеют группу горючести НГ. Наружные стены и внутренние перегородки модульного здания выполняются из стеновых сэндвич-панелей, в которых заранее предусматривается усиление под устройство навесного оборудования [30].

Модульные здания транспортируются к месту строительства в упаковках типа «транспак», которые позволяют значительно снизить затраты на транспортировку и увеличить скорость развертывания ПВР, за счет сокращения сроков перевозки. «Транспак» упаковка представляет собой набор элементов конструкций в разобранном виде, которые комплектуются в компактную упаковку [31]. Потолочная и напольная рама образуют основание для такой упаковки, после чего внутрь укладываются оставшиеся элементы каркаса, а также прочие элементы, необходимые для окончательной сборки готового здания.

Технология строительства зданий с использованием модульной технологии предусматривает необходимые удобства для проживания и отдыха населения. Окончательная отделка, а также устройство всех систем (отопления, водоснабжения, вентиляции и т.д.) и электрического оборудования, происходит на этапе изготовления каждого отдельного блок-модуля [32].

Предложения по созданию пунктов временного размещения. Большинство существующих решений для возведения временного жилья

являются сборными, серийно производимыми и стандартизированными. Однако предлагаемые варианты временного жилья - одноэтажные, и не подходят для крупных городов, с большой плотностью населения, ограниченной доступностью земли и сосредоточенной инфраструктурой [33]. Для решения этих проблем в качестве временного жилья для оказания помощи в случае стихийных бедствий предлагается рассматривать модульные здания средней этажности, что позволит увеличить количество квадратных метров, приходящихся на одного человека, без значительного увеличения территории ПВР.

Модульные здания позволяют организовать здания различных назначений: производственные, административные, складские, общественные и жилые. В свою очередь, это позволяет обеспечить пункт временного размещения необходимыми для комфортного существования объектами инфраструктуры.

Для рассматриваемых видов ПВР, с целью обеспечения комфортного уровня проживания, основанием для расчета количества жилых блок-модулей является ориентация на увеличение жилой площади, приходящейся на одного человека, до 6 м². Таким образом, на основании классификации ПВР по вместимости можно определить количество жилых блок-модулей стандартного размера. Стоит отметить, что предложенный вариант организации жилой зоны в ПВР подразумевает размещение населения в трехэтажном модульном здании, каждый этаж которой разделяется на отдельные жилые секции, имеющие собственные санитарные узлы, душевые комнаты и зоны для приёма пищи. На каждом этаже модульного здания жилого типа размещаются зоны для приготовления пищи и отдыха, а также бытовая зона.

Жилая зона временного пункта занимает примерно 45-50 % от общей площади ПВР. Остальную площадь занимают зоны административного и коммунально-бытового назначения. Основной идеей организации планировочной структуры является компактность и четкость зонирования при помощи улично-дорожной сети временного или постоянного характера на территории ПВР. Для организации временных дорожных покрытий на территории ПВР предлагается использовать полимерные дорожные плиты, которые обеспечивают безопасность эксплуатации и эффективность их монтажа [34].

В предлагаемый состав административной и общественных зон ПВР, помимо отдельно стоящего пункта приготовления и приемы пищи необходимо включать: медицинский пункт, помещение комендантской службы, помещения обязательного административного персонала

(пункт приемы, регистрации и оформления поступающего населения, а также здания и сооружения для службы материально-технического обеспечения населения).

Помещения медицинского назначения размещаются в одном здании, которое расположено в непосредственной близости к зданию административного регулирования. Медицинский пункт, в обязательном порядке включает следующие помещения: кабинеты врачей, процедурную, стоматологический кабинет, помещения лазарета и аптечный пункт. Модульное здание медицинского пункта двухэтажное, состоящее из блок-модулей типовых размеров.

Первоочередной задачей при создании временного жилья, для пострадавшего населения, является обеспечение жилых мобильных зданий электричеством, водоснабжением, теплоснабжением и канализацией. При сооружении инженерных сетей применяются унифицированные, изготовленные в заводских условиях сборно-разборные элементы с быстроразъемными соединениями.

Необходимость развертывания ПВР возникает вне зависимости от погодных условий и периода времени. На основании этого, требуется обеспечить помещения элементов ПВР отоплением. Использование электроэнергии, для обеспечения элементов ПВР теплоснабжением, допускается только в случае крайней необходимости и на основе технико-экономического обоснования. Такой метод считается наиболее дорогостоящим, однако в условиях удаленности от внешних источников, такое решение может позволить за короткий срок и с применением минимальных трудозатрат произвести обогрев всех необходимых помещений в составе ПВР [35].

Предпочтительнее всего использовать модульные котельные, которые предназначены для нужд системы отопления жилых и производственных зданий. Блочно-модульные котельные полностью автоматизированные системы, и не нуждаются в постоянном присутствии обслуживающего персонала [36]. На рынке модульных зданий имеется большой выбор вариантов типовых модульных котельных: на газовом, твердом и жидком топливе. Котельные располагаются в центре тепловых нагрузок, а также на основе данных о преобладающем направлении ветра.

Готовые решения модульных зданий позволяют при наличии внешних источников электроэнергии, обеспечить электроэнергией временные дома, общественные здания, инженерное оборудование, а также всю территорию пунктов временного размещения. В случае отсутствия источников электроэнергии, модульные системы поз-

воляют в короткий срок организовать блочно-модульную электростанцию для обеспечения населения электричеством. Для обеспечения электроэнергией ПВР предлагается использовать электростанции типа АВЭ(Н), которые разработаны с учетом возможности применения в модульном строительстве [37].

Каждое модульное здание имеет распределительный щит. Сборка и проверка системы электроснабжения, а также основанного оборудования производится на заводе-изготовителе в процессе производства. Освещение внутри помещений выполнено с использованием светодиодных ламп заводского изготовления, которые полностью соответствуют требованиям нормативов. Дополнительно, в каждом модульном здании устанавливаются светильники аварийного освещения с блоками аварийного питания, которые обеспечивают их работу в аварийном режиме не менее одного часа. Данные решения позволяют обеспечить экономичность и долговечность применения электрических приборов в модульном здании.

Для защиты от поражения электрическим током при повреждении изоляции в модульных зданиях предусмотрены следующие меры защиты: защитное заземление, автоматическое отключение питания, уравнивание потенциалов.

Большинство производителей модульных зданий выпускает насосные станции водоснабжения, которые забирают воду из естественных поверхностных и подземных источников. После этого вода поступает на станцию водоочистки, основанную на готовых комплексных модульных решениях [38]. Однако установка таких блок-модулей потребует производства необходимых изыскательских работ.

Для увеличения скорости обеспечения населения водой, а также при условии отсутствия возможности подключения к централизованной системе водоснабжения, можно воспользоваться привозной водой. В таком случае, норму водопотребления на одного человека в сутки можно уменьшить практически в два раза. При использовании данного решения, среднесуточная норма потребления воды временного пункта малой вместимости составит примерно 2500 литров в сутки.

Модульное здание для проживания населения может быть оборудовано насосными станциями, станциями автоматической подкачки воды, проточными водонагревателями, а также накопительными баками достаточного объема для обеспечения автономного существования временных пунктов.

Местная канализация также может быть подключена к центральным канализационным системам или отведена к специальным накопительным системам, в соответствии со всеми правилами действующей нормативной документации. В таком случае, воду из накопительных систем планируется забирать с помощью специальной ассенизаторской машины, с периодичностью один раз в неделю [39].

При разработке системы вентиляции в зданиях модульного типа основным вариантом применения является естественная вентиляция. Основным преимуществом данной системы является ее простота, а также упрощение процесса монтажа модульного-здания [40]. Также стоит отметить, что данная система не зависит от электрической сети, что позволяет упростить электрическую схему и снизить площадь нагрузку на модульные электростанции. В условиях, не позволяющих эффективно использовать систему естественной вентиляции возможно применение вентиляции принудительного типа, которая осуществляется с помощью электрических вентиляторов, приборов и системы управления ими.

Наружное освещение территории ПВР предполагается организовывать посредством устройства светотехнического оборудования на каждом отдельном модульном здании, с целью упрощения монтажа отдельных элементов благоустройства. Это позволит сократить трудозатраты на организацию освещения пункта временного пребывания. Для наружного освещения применяются светодиодные лампы уличного исполнения.

Территория ПВР огораживается металлическим забором со встроенной системой подсветки, для поддержания требуемого уровня освещения и безопасности на территории ПВР. На территории ПВР располагается КПП, а также основное здание административного назначения. Отдельно стоит выделить предложение по размещению складской зоны, собранной из готовых решений модульного строительства, позволяющее обеспечить автономность пункта при возникновении непредвиденных обстоятельств.

Готовые решения модульного производства позволяют облегчить и ускорить процесс развертывания временных жилищ, не снижая уровня качества готового пункта временного пребывания. За счет применения модульных зданий при развертывании ПВР можно добиться снижения необходимой площади территории, за счет увеличения этажности основных элементов.

В результате проделанной работы была составлена таблица 2, которая содержит решения по типовому составу и варианты их исполнения. Планировочное решение первого и типового этажей жилого здания представлены на рисунке 1.

Таблица 2

Типовые решения для элементов ПВР в зависимости от планируемой вместимости

Наименование элемента	Количество типовых элементов, в зависимости от вместимости ПВР, шт			Примечание
	250 чел.	1000 чел.	2000 чел.	
1. Жилая зона				
1.1. Модульные здания для проживания	4	15	30	Типовые модульные здания для проживания, основанные на использовании 39 блок-модулей стандартных размеров. Габаритный размер в плане 15 x 21 м. Высотой 3 этажа. Вместимость одного модульного здания – 66 человек.
1.2. Зоны развлечения и отдыха	1	2	4	Готовые игровые комплексы, а также площадка для активных игр. Скамейки для отдыха.
1.3. Стоянка для автомобилей	42	158	316	Расчетное количество парковочных мест для пострадавшего населения принято на основании 1 парковочное место на жилую единицу модульного здания. На территории ПВР располагается 40% от расчетного количества.
1.4. Зона хранения и вывоза твердых бытовых отходов	1	3	6	
2. Общественная зона				
2.1. Центр развития детей	0	1	1	Собирается из универсальных блоков, которые позволяют обеспечить требуемое количество мест.
2.2. Зона приготовления и приема пищи	1	1	1	
2.3. Магазин	1	1	2	Типовые модульные здания, для обеспечения товарами население, собирается из 4 блок-стандартных размеров. Габаритный размер в плане 6 x 12 м.
2.4. Медицинский пункт	1	1	2	Типовое модульное здание, для поддержания здоровья населения, собирается из 24 блок-модулей стандартных размеров. Габаритный размер в плане 12 x 18 м. Высотой 2 этажа.
2.5. Зона бытового обслуживания	1	2	3	Типовое модульное здание, для ремонта одежды, собирается из 3 блок-модулей типового размера. Габаритный размер в плане 6 x 9 м.
3. Административная зона				
3.1. Здание для администрации ПВР	1	1	1	Типовые модульные здания для проживания, собирается из 39 блок-модулей стандартных размеров. Габаритный размер в плане 15 x 21 м. Высотой 3 этажа.
3.2. КПП	1	1	1	Типовое решение для контрольного пропускного пункта из 2 блок-модулей стандартных размеров. Габаритный размер в плане 6 x 6 м.
3.3. Зона хранения имущества и предметов первой необходимости	1	2	3	Готовые модульные решения для организации здания для складирования ресурсов.
4. Зона электроснабжения	1	1	2	Готовые модульные решения для обеспечения электрической энергией.
5. Зона водоснабжения	4	4	9	Готовые модульные решения забора, очистки и хранения воды.
6. Зона теплоснабжения	1	2	4	Готовые модульные решения для выработки горячей воды.

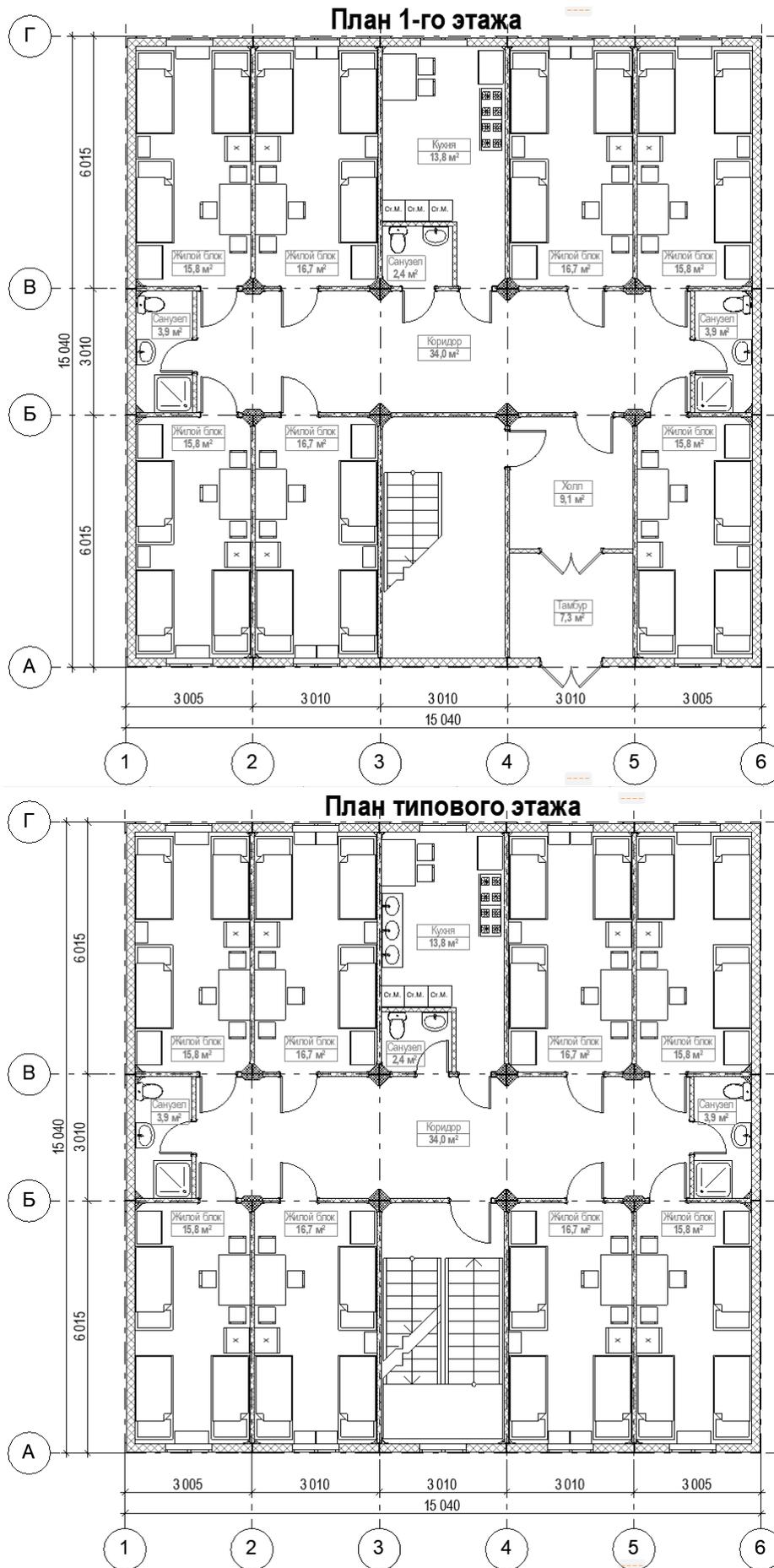


Рис. 1. Планы 1-го и типового этажей модульного здания для проживания

Заключение. Модульные здания имеют множество существенных преимуществ. Они обеспечивают идеальную работоспособность, простоту сборки и последующего демонтажа, а также позволяют без лишних трудозатрат и в короткий срок обеспечить жильем население, пострадавшее в результате чрезвычайной ситуации. Срок службы таких зданий превышает 30 лет, с учетом необходимости многократного повторного использования.

Использование модульных зданий для организации пунктов временного размещения предполагает разработку проектов ПВР для каждого конкретного региона применения, с возможностью быстрой передислокации элементов ПВР в соседний район, в случае экстренной необходимости. Такое решение позволит добиться наиболее эффективного варианта использования материалов и инженерного оборудования для каждой конкретной ситуации, что позволит сократить затраты труда при монтаже и ресурсы на этапе производства.

Технические предложения по созданию временного жилья, развернутого на основе модульных зданий, полностью соответствуют действующим нормативно-правовым документам, а также установленным санитарно-эпидемиологическим требованиям и учитывают методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях.

Предложенные в работе решения позволяют увеличить полезную площадь жилых и общественных зданий, при этом не увеличивая территорию развертывания ПВР. Все это позволит обеспечить пострадавшему населению возможность проживать в благоприятных условиях и поспособствует скорейшему возвращению к привычной жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Писарева О.А. Использование геоинформационных систем для управления базами данных, связанными со стихийными бедствиями // *Modern Science*. 2021. № 12-2. С. 395–399.
2. Пфаф В.К., Лисьих В.В., Панченков В.Е., Щербатов М.В. Влияние стихийных бедствий на экономику страны // 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.
3. Мохначев С.А., Грахов В.П., Балтачев Н.С. Анализ основных проблем формирования

современных проектов малоэтажной жилой застройки // *Управленческий учет*. 2022. № 1-2. С. 292–298. doi:10.25806/uu1-22022292-298.

4. Почивалов А.А., Кружилин Д.А. Перспективы применения современных безопасных технологий строительства быстровозводимых зданий для постоянного проживания пострадавшего в чрезвычайных ситуациях населения // Сб. статей Международной научной конференции «Проблемные вопросы инженерной защиты населения и территорий». Химки, 22 марта 2018 г. Химки: Изд-во «Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2018. С. 38–43.

5. Ferdous W., Bai Yu., Ngo T., Manalo A., Mendis P. New advancements, challenges and opportunities of multi-storey modular buildings-A state-of-the-art review // *Engineering Structures*. Vol. 183. 2019 Pp. 883–893. doi:10.1016/j.engstruct.2019.01.061

6. Синьков В.Г. Об организации работы пунктов временного размещения граждан на территории Российской Федерации // Сб. статей Международной научной конференции «Совершенствование гражданской обороны в Российской Федерации». Ногинск, 06 июня 2017 г. Москва: Изд-во «ВНИИ ГОЧС МЧС России», 2017. С. 87-96.

7. Мозгов В.В., Ляшенко С.М. О применении оптимизационных методов при организации функционирования пунктов временного размещения пострадавшего населения // Сб. статей Международной научной конференции «Техносферная безопасность, проблемы и перспективы». Химки, 19 ноября 2020 г. Химки: Изд-во «Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2020. С. 134–137.

8. Сафонов А.В., Курбатов М.Ю. Оценка сейсмостойкости зданий и сооружений МЧС России // Сб. статей Международной научной конференции «Международная гуманитарная помощь: опыт, реалии, перспективы. Актуальные вопросы формирования культуры безопасности населения (международные аспекты)». Ногинск, 07 июня 2018 г. Москва: Изд-во «ВНИИ ГОЧС МЧС России», 2018. С. 498–503.

9. Ишмаматов Р.Х. Современные тенденции формирования вахтовых поселений нефтегазовой отрасли // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2021. № 1 (82). С. 254–266.

10. Трофимов А.В., Ерофеев М.Н. Обоснование рациональных составов оборудования, схем размещения, технологий развертывания и технико-экономических оценок пунктов временного размещения пострадавшего населения // Сб. статей Международной научной конференции «Международная гуманитарная помощь: опыт, реалии, перспективы. Актуальные вопросы формирования культуры безопасности населения (международные аспекты)». Ногинск, 07 июня 2018 г. Москва: Изд-во «ВНИИ ГОЧС МЧС России», 2018. С. 586–599.
11. Седнев В.А. Научно-методический подход обоснования системы электроснабжения автономных полевых лагерей // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 4. С. 13–18. doi:10.25257/FE.2018.4.13-18.
12. Цимбал В.А., Блохин А.А., Аксенов С.В. Комплексная методика обоснования рационального места размещения склада материальных ресурсов субъекта Российской Федерации для первоочередного жизнеобеспечения пострадавшего населения // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2018. № 1 (36). С. 11–19.
13. Тодосейчук С.П., Лагутина А.В. Обоснование состава и общие технические требования к инженерному оборудованию пунктов временного размещения пострадавшего населения в чрезвычайных ситуациях // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 2 (6). С. 422–433.
14. Трофимов А.В. Эксплуатация транспортно-технологической техники в системе МЧС России при развертывании ПВР // 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.
15. Демьянов А.А., Булай В.П., Блинов С.А. Перспективные высокотехнологичные мобильные комплексы (модули) для улучшения условий быта военнослужащих при размещении в пунктах дислокации на неподготовленных территориях (полевых условиях) // Сб. статей Международной научной конференции «Формирование системы материально-технического обеспечения военной организации государства: теория и практика». Пермь, 20 октября 2017 г. Пермь: Изд-во «Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации»», 2017. С. 200–207.
16. Седнев В.А. Рекомендации по составу средств для электроснабжения и жизнеобеспечения пострадавшего населения и спасательных формирований при полевом размещении. Технологии техносферной безопасности. 2021. № 3 (93). С. 208–225. doi:10.25257/TTS.2021.3.93.208-225.
17. Дианов Д.В. Формирование системы статистических показателей создания объектов первичного рынка недвижимости // Статистика и Экономика. 2020. Т. 17. № 1. С. 14–24. doi:10.21686/2500-3925-2020-1-14-24.
18. Викторова Т.Н., Романова Т.Г., Иванова О.В., Шалгинова Е.Ю. Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Хакасия при ликвидации последствий чрезвычайной ситуации в 2015 г. // Инфекция и иммунитет. 2017. № 5. С. 528.
19. Бахтиярова О.Н., Малышев Е.В., Глотов Е.Н. Выбор направления эвакуации населения в случае аварии на химически опасном объекте с учетом преобладающих направлений ветра // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2018. № 1 (36). С. 20–23.
20. Мамедов В.Ш., Гура Е.А., Щербина Ю.Г., Есаков А.О., Рослякова О.В. Гигиенические и противоэпидемические требования и нормы к организации и функционированию пунктов временного размещения эвакуированного населения в условиях чрезвычайных ситуаций мирного времени // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2021. Т. 25. № 1. С. 92–97.
21. Лубочкин Р.В., Завьялов Д.Е., Савенкова А.Е. Нормативная правовая база мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, защиты от чрезвычайных ситуаций // Наукосфера. 2020. № 10-2. С. 38–44.
22. Трофимов А.В. Пожарно-технический надзор в области пожарной безопасности при развертывании и эксплуатации ПВР // 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. 253–261.
23. Wenhui L., Hong Z., Qian W., Tianran H., Hong X., A Review and Scientometric Analysis of Global Research on Prefabricated Buildings // Advances in Civil Engineering. Vol. 2021. 18 p. doi:10.1155/2021/8869315.
24. Грахов В.П., Толкачев Ю.А. Методика сравнения вариантов быстровозводимого временного жилья для размещения населения, пострадавшего в результате стихийного бедствия // ЦИТИСЭ. 2022. № 2. С. 317–326. doi:10.15350/2409-7616.2022.2.27

25. Ангарский Е.В., Пиотрович А.А. Инновационные конструкции быстровозводимых модульных зданий для современных строительных площадок Севера Дальнего Востока Российской Федерации // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2017. Т. 2. С. 8–13.

26. Жукова Л.Г. Модульные здания // Инновационная наука. 2017. № 12. С. 211–215.

27. Преснов О.М., Баденкова А.И., Бойко В.Н., Позднякова Е.А. Сборно-разборный фундамент для мобильных домов // Инновации и инвестиции. 2022. № 1. С. 174–179.

28. Алимбиева А.Н., Кузмичева Ю.С., Козикова И.Н. Особенности технологии строительства в условиях севера // Сб. статей межвузовской научной конференции «Новые технологии в учебном процессе и производства». Рязань, 17–19 апреля 2018 г. Рязань: Изд-во «Индивидуальный предприниматель Жуков Виталий Юрьевич», 2018. С. 314–318.

29. Кизимова О.В., Пронин В.Е. Блок-модульные контейнеры из эффективных стальных профилей // Сб. статей Международной научной конференции «WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS». Пенза, 30 августа 2018 г. Пенза: Изд-во «Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.)», 2018. С. 40–43.

30. Ли Ж., Чжу Ц., Банцерова О.Л. Оценка теплового комфорта для рабочих на стройплощадке в блочно-модульном здании из сэндвич-панелей // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 2. С. 60–65. doi:10.33622/0869-7019.2019.02.60-65.

31. Герасимов М.Д., Иванов В.И. Анализ рынка модульных конструкций // Сб. статей межвузовской конференции «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства». Белгород, 2018 г. Белгород: Изд-во «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», 2018. С. 123–126.

32. 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

33. Ghannad, P.; Lee, Y.-C.; Choi, J.O. Feasibility and implications of the modular construction approach for rapid post-disaster recovery // International Journal of Industrialized Construction. Vol. 1. 2020. Pp. 64–75. doi:10.29173/ijic220

34. Куницкая О.А., Рудов С.Е., Зорин М.В. Перспективы использования пластиковых плит строительства временных транспортных путей // Сб. статей Всероссийской научной конференции «Машиностроение: новые концепции и технологии». Красноярск, 23 октября 2020 г. Красноярск: Изд-во «ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2020. С. 98–103.

35. Леонтьев В.А., Олейник Д.С., Яшенко А.К., Сармина А.А. Отопление индивидуального жилого дома в условиях отсутствия системы централизованного газоснабжения // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2021. № 2 (33). С. 149–155.

36. Сотникова О.А., Донцов А.В. Достоинства блочно-модульных котельных // Высокие технологии в строительном комплексе. 2018. № 2. С. 36–40.

37. Ипполитов В.А., Путера А.Е., Крюков О.В. Перспективы строительства объектоориентированных электростанций для новых энергетических проектов // Главный энергетик. 2021. № 7. С. 10–23.

38. Сколубович Ю.Л., Войтов Е.Л., Цыба А.А., Балчугов Д.В., Монахов Д.Н. Подготовка поверхностных и подземных вод для питьевого водоснабжения поселков в Арктической зоне // Academia. Архитектура и строительство. 2020. №3. С. 138–142. doi:10.22337/2077-9038-2020-3-138-142

39. Кынева А.И., Павлов С.Я. Система водочистки модульной гостиницы в республике Саха (Якутия) // Сб. статей Международной научной конференции «Неделя науки СПбПУ». Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 г. Изд-во «ПОЛИТЕХ-ПРЕСС», 2018. С. 181–183.

40. Филиппов И.В., Лопаницына Е.С. Производство и строительство модульных зданий из блок-контейнеров. Техническое представление // Дневник науки. 2019. № 4 (28). С. 70.

Информация об авторах

Грахов Валерий Павлович, доктор экономических наук, профессор. E-mail: pgs@istu.ru. Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова. Россия, 426069, Ижевск, ул. Студенческая, д.7.

Толкачев Юрий Александрович, магистрант инженерно-строительного факультета. E-mail: ukushen13@gmail.com. Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова. Россия, 426069, Ижевск, ул. Студенческая, д.7.

Поступила 04.06.2022 г.

© Грахов В.П., Толкачев Ю.А., 2022

Grakhov V.P., *Tolkachev Yu.A.
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
**E-mail: ukushen13@gmail.com*

PROSPECTS FOR THE USE OF MODULAR CONSTRUCTION IN THE ORGANIZATION OF TEMPORARY ACCOMMODATION

Abstract. *Natural disasters and subsequent man-made disasters have recently become regular. In these conditions, the primary task of the State is the organization of temporary accommodation points capable of providing the affected population with housing units in a short time. In addition, if it is impossible to equip permanent places of residence in a short time, there is a task to provide temporary accommodation facilities with the necessary infrastructure. The purpose of the research is to develop and substantiate technical proposals for the creation of temporary accommodation facilities for the population affected by a natural disaster. In order to achieve this goal, an analysis of the literature related to the existing methods of erecting temporary stay points and temporary accommodation towns for the affected population is carried out. Advanced solutions for the construction of prefabricated buildings are considered in order to determine the most optimal solution. The result of the work is a system of interrelated proposals aimed at solving the issue of providing the population with high-quality living space. The article substantiates decisions on the organization of planning, composition, as well as the order of installation and dismantling of temporary accommodation facilities. The results obtained can be used in the preparation of optimal solutions for the deployment of temporary towns for the population affected by the destructive actions of the elements.*

Keywords: *temporary accommodation facilities, modular building, prefabricated buildings, emergency situation, public safety.*

REFERENCES

1. Pisareva O.A. The use of geoinformation systems for managing databases related to natural disasters [Ispol'zovanie geoinformacionnyh sistem dlya upravleniya bazami dannyh, svyazannymi so stihijnymi bedstviyami]. *Modern Science*. 2021. No. 12-2. Pp. 395–399.

2. Pfaf V.K., Lisykh V.V., Panchenkov V.E., Shcherbatov M.V. The impact of natural disasters on the country's economy [Vliyanie stihijnyh bedstvij na ekonomiku strany]. *Collected papers of the International Scientific Conference "Actual problems of management, economics and economic security"*. Kostanay, November 01-05, 2021. Cheboksary: Publishing House "Publishing House "Wednesday", 2021. Pp. 11–13. (rus) doi:10.31483/r-99797.

3. Mokhnachev S.A., Grakhov V.P., Baltachev N.S. Analysis of the main problems of formation of modern projects of low-rise residential development [Analiz osnovnyh problem formirovaniya sovremennyh proektov maloetazhnoj zhiloy zastrojki]. *Management accounting*. 2022. No. 1-2. Pp. 292–298. (rus) doi:10.25806/uu1-22022292-298.

4. Pochivalov A.A., Kruzhilin D.A. Prospects for the application of modern safe technologies for the construction of prefabricated buildings for permanent residence of the affected population in emergency situations [Perspektivy primeneniya sovremennyh bezopasnyh tekhnologij stroitel'stva bystrovozvodimyh zdaniy dlya postoyannogo prozhivaniya postradavshego v chrezvychajnyh situatsiyah naseleniya]. *Collected papers of the International Scientific Conference "Problematic issues of*

engineering protection of the population and territories". Khimki, March 22, 2018. Khimki: Publishing House "Academy of Civil Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters", 2018. Pp. 38–43. (rus)

5. Ferdous W., Bai Yu., Ngo T., Manalo A., Mendis P. New advancements, challenges and opportunities of multi-storey modular buildings-A state-of-the-art review. *Engineering Structures*. Vol. 183. 2019 Pp. 883–893. doi:10.1016/j.engstruct.2019.01.061

6. Sinkov V.G. On the organization of work of temporary accommodation of citizens on the territory of the Russian Federation [Ob organizatsii raboty punktov vremennogo razmeshcheniya grazhdan na territorii Rossijskoj Federatsii]. *Collected papers of the International Scientific Conference "Improvement of civil defense in the Russian Federation"*. Noginsk, June 06, 2017. Moscow: Publishing House "All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia", 2017. Pp. 87–96. (rus)

7. Mozgov V.V., Lyashenko S.M. On the application of optimization methods in the organization of the functioning of temporary accommodation facilities for the affected population [O primenenii optimizacionnyh metodov pri organizatsii funkcionirovaniya punktov vremennogo razmeshcheniya postradavshego naseleniya]. *Collected papers of the International Scientific Conference "Problematic issues of engineering protection of the population and*

territories". Khimki, 19-11, 2020. Khimki: Publishing House "Academy of Civil Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters", 2020. Pp. 134–137. (rus)

8. Safonov A.V., Kurbatov M.Yu. Assessment of seismic resistance of buildings and structures of the Ministry of Emergency Situations of Russia [Ocenka sejsmostojkosti zdaniy i sooruzhenij MCHS Rossii]. Collected papers of the International Scientific Conference "International humanitarian aid: experience, realities, prospects. Topical issues of the formation of a culture of public safety (international aspects)". Noginsk, June 07, 2018. Moscow: Publishing House "All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia", 2018. Pp. 498–503. (rus)

9. Ishmametov R.H. Modern trends in the formation of shift settlements of the oil and gas industry [Sovremennye tendencii formirovaniya vahtovyh poselenij neftegazovoj otrasli]. Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. 2021. No. 1 (82). Pp. 254–266. (rus)

10. Trofimov A.V., Erofeev M.N. Substantiation of rational equipment compositions, placement schemes, deployment technologies and technical and economic assessments of temporary accommodation facilities for the affected population [Obosnovanie racional'nyh sostavov oborudovaniya, skhem razmeshcheniya, tekhnologij razvertyvaniya i tekhniko-ekonomicheskikh ocenok punktov vremennogo razmeshcheniya postradavshogo naseleniya]. Collected papers of the International Scientific Conference. Collected papers of the International Scientific Conference "International humanitarian aid: experience, realities, prospects. Topical issues of the formation of a culture of public safety (international aspects)". Noginsk, June 07, 2018. Moscow: Publishing House "All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia", 2018. Pp. 586–599. (rus)

11. Sednev V.A. Scientific and methodological approach to substantiating the power supply system of autonomous field camps [Nauchno-metodicheskij podhod obosnovaniya sistemy elektrosnabzheniya avtonomnyh polevyh lagerej]. Fires and emergencies: prevention, elimination. 2018. No. 4. Pp. 13–18. (rus) doi:10.25257/FE.2018.4.13-18.

12. Cimal V.A., Blokhin A.A., Aksenov S.V. A comprehensive methodology for substantiating the rational location of the warehouse of material resources of the subject [Kompleksnaya metodika obosnovaniya racional'nogo mesta razmeshcheniya sklada material'nyh resursov sub"ekta Rossijskoj

Federacii dlya pervoocherednogo zhizneobespecheniya postradavshogo naseleniya]. Scientific and educational problems of civil protection. 2018. No. 1 (36). Pp. 11–19. (rus)

13. Todoseychuk S.P., Lagutina A.V. Substantiation of the composition and general technical requirements for engineering equipment of temporary accommodation facilities for the affected population in emergency situations [Obosnovanie sostava i obshchie tekhnicheskie trebovaniya k inzhenernomu oborudovaniyu punktov vremennogo razmeshcheniya postradavshogo naseleniya v chrezvychnykh situacijah]. Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement. 2020. No. 2 (6). Pp. 422–433. (rus)

14. Trofimov A.V. Operation of transport and technological equipment in the system of the Ministry of Emergency Situations of Russia during the deployment of PVR [Ekspluatatsiya transportno-tekhnologicheskoy tekhniki v sisteme MCHS Rossii pri razvertyvanii PVR]. Collected papers of the International Scientific Conference "Civil Defense on guard of peace and security". Moscow, March 01, 2021. Moscow: Publishing House "Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia", 2021. Pp. 265–271. (rus)

15. Demyanov A.A., Bulai V.P., Blinov S.A. Promising high-tech mobile complexes (modules) for improving the living conditions of military personnel when stationed at locations in unprepared territories (field conditions) [Perspektivnye vysokotekhnologichnye mobil'nye komplekсы (moduli) dlya uluchsheniya uslovij byta voennosluzhashchih pri razmeshchenii v punktah dislokacii na nepodgotovlennykh territoriyah (polevyh usloviyah)]. Collected papers of the International Scientific Conference "Formation of the system of material and technical support of the military organization of the state: theory and practice". Perm, October 20, 2017. Perm: Publishing House "Federal State State-Owned Military Educational Institution of Higher Education "Perm Military Institute of the National Guard Troops of the Russian Federation", 2017. Pp. 200–207. (rus)

16. Sednev V.A. Recommendations on the composition of means for power supply and life support of the affected population and rescue units during field deployment [Rekomendacii po sostavu sredstv dlya elektrosnabzheniya i zhizneobespecheniya postradavshogo naseleniya i spasel'nyh formirovanij pri polevom razmeshchenii]. Technosphere security technologies. 2021. No. 3 (93). Pp. 208–225. (rus) doi:10.25257/TTS.2021.3.93.208-225.

17. Dianov D.V. Formation of a system of statistical indicators for the creation of primary real estate market objects [Formirovanie sistemy statisticheskikh pokazatelej sozdaniya ob"ektov pervichnogo

rynka nedvizhimosti]. Statistics and Economics. 2020. Vol. 17. No. 1. Pp. 14–24. (rus)

18. Viktorova T.N., Romanova T.G., Ivanova O.V., Shalginova E.Yu. Topical issues of ensuring the sanitary and epidemiological welfare of the population of the Republic of Khakassia during the liquidation of the consequences of an emergency situation in 2015 [Aktual'nye voprosy obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya respubliky hakasiya pri likvidacii posledstviy chrezvychajnoj situacii v 2015 g.]. Infection and immunity. 2017. No. S. S. 528. (rus)

19. Bakhtiyarova O.N., Malyshev E.V., Glotov E.N. Choosing the direction of evacuation of the population in case of an accident at a chemically hazardous facility taking into account prevailing wind directions [Vybor napravleniya evakuacii naseleniya v sluchae avarii na himicheski opasnom ob"ekte s uchetom preobladayushchih napravlenij vetra]. Scientific and educational problems of civil protection. 2018. No. 1 (36). Pp. 20–23. (rus)

20. Mammadov V.Sh., Gura E.A., Shcherbina Yu.G., Esakov A.O., Roslyakova O.V. Hygienic and anti-epidemic requirements and norms for the organization and functioning of temporary accommodation of evacuated population in peacetime emergencies [Gigienicheskie i protivoepidemicheskie trebovaniya i normy k organizacii i funkcionirovaniyu punktov vremennogo razmeshcheniya evakuirovannogo naseleniya v usloviyah chrezvychajnyh situacij mirnogo vremeni]. Bulletin of Hygiene and Epidemiology. 2021. Vol. 25. No. 1. Pp. 92–97. (rus)

21. Lubochkin R.V., Zavyalov D.E., Savenkova A.E. Regulatory legal framework of measures to ensure fire safety, protection from emergency situations [Normativnaya pravovaya baza meropriyatij po obespecheniyu pozharnoj bezopasnosti, zashchity ot chrezvychajnyh situacij]. Naukosfera. 2020. No. 10-2. Pp. 38–44. (rus)

22. Trofimov A.V. Fire and technical supervision in the field of fire safety during the deployment and operation of the PVR [Pozharno-tekhnicheskij nadzor v oblasti pozharnoj bezopasnosti pri razvertyvanii i ekspluatatsii PVR]. Collected papers of the International Scientific Conference "Civil Defense on guard of peace and security". Moscow, March 01, 2021. Moscow: Publishing House "Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia", 2021. Pp. 253–261. (rus)

23. Wenhui L., Hong Z., Qian W., Tianran H., Hong X., A Review and Scientometric Analysis of Global Research on Prefabricated Buildings. Advances in Civil Engineering. Vol. 2021. 18 p. doi:10.1155/2021/8869315.

24. Grakhov V.P., Tolkachev Yu.A. Methodology for comparing options for pre-erected temporary

housing to accommodate the population affected by a natural disaster [Metodika sravneniya variantov bystrovozvodimogo vremennogo zhil'ya dlya razmeshcheniya naseleniya, postradavshego v rezul'tate stihijnogo bedstviya]. CITISE. 2022. No. 2. Pp. 317–326. (rus) doi:10.15350/2409-7616.2022.2.27

25. Angarsky E.V., Piotrovich A.A. Innovative designs of prefabricated modular buildings for modern construction sites in the North of the Far East of the Russian Federation [Innovacionnye konstrukcii bystrovozvodimyh modul'nyh zdaniy dlya sovremennyh stroitel'nyh ploshchadok Severa Dal'nego Vostoka Rossijskoj Federacii]. Scientific, technical and economic cooperation of the APR countries in the XXI century. 2017. Vol. 2. Pp. 8–13. (rus)

26. Zhukova L.G. Modular buildings [Modul'nye zdaniya]. Innovative science. 2017. No. 12. Pp. 211–215. (rus)

27. Presnov O.M., Babenkova A.I., Boyko V.N., Pozdnyakova E.A. Collapsible foundation for mobile homes [Sborno-razbornyj fundament dlya mobil'nyh domov]. Innovations and investments. 2022. No. 1. Pp. 174–179. (rus)

28. Alimpieva A.N., Kuzmicheva Yu.S., Kozikova I.N. Features of construction technology in the conditions of the North [Osobennosti tekhnologii stroitel'stva v usloviyah severa]. Collected papers of the Interuniversity Scientific Conference "New technologies in the educational process and production". Ryazan, April 17-19, 2018. Ryazan: Publishing House "Individual entrepreneur Zhukov Vitaly Yurievich", 2018. Pp. 314–318. (rus)

29. Kizimova O.V., Pronin V.E. Block-modular containers made of efficient steel profiles [Blok-modul'nye kontejnery iz effektivnyh stal'nyh profilej]. Collected papers of the Interuniversity Scientific Conference "WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS". Penza, August 30, 2018. Penza: Publishing House "Science and Education (IP Gulyaev G.Yu.)", 2018. Pp. 40–43. (rus)

30. Li Zh., Zhu Ts., Bantserova O.L. Assessment of thermal comfort for workers on a construction site in a block-modular building made of sandwich panels [Ocenka teplovogo komforta dlya rabochih na strojploshchadke v blochno-modul'nom zdanii iz sendvich-panelej]. Industrial and civil construction. 2019. No. 2. Pp. 60–65. doi:10.33622/0869-7019.2019.02.60-65.

31. Gerasimov M.D., Ivanov V.I. Analysis of the modular structures market [Analiz rynka modul'nyh konstrukcij]. Collected papers of the Interuniversity Scientific Conference "Energy-saving technological complexes and equipment for production". Belgorod, 2018. Belgorod: Publishing House "Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov", 2018. Pp. 123–126. (rus)

32. Pakhomova L.A., Oleinik P.P. Comfortable housing of the new industrial generation [Komfortnoe zhil'e novogo industrial'nogo pokoleniya]. Construction production. 2020. No. 2. Pp. 23–28. (rus) doi:10.54950/26585340_2020_2_23

33. Ghannad, P.; Lee, Y.-C.; Choi, J.O. Feasibility and implications of the modular construction approach for rapid post-disaster recovery. International Journal of Industrialized Construction. Vol. 1. 2020. Pp. 64–75.

34. Kunitskaya O.A., Rudov S.E., Zorin M.V. Prospects for the use of plastic plates for the construction of temporary transport routes [Perspektivy ispol'zovaniya plastikovyh plit stroitel'stva vremennykh transportnykh putej]. Collected papers of the All-Russian Scientific Conference "Mechanical Engineering: new concepts and technologies". Krasnoyarsk, October 23, 2020. Krasnoyarsk: Publishing House "Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev", 2020. Pp. 98–103. (rus) doi:10.29173/ijic220

35. Leontiev V.A., Oleinik D.S., Yashchenko A.K., Salmina A.A. Heating of an individual residential house in the absence of a centralized gas supply system [Otoplenie individual'nogo zhilogo doma v usloviyakh otsutstviya sistemy centralizovannogo gazosnabzheniya]. Education and science in the modern world. Innovation. 2021. No. 2 (33). Pp. 149–155. (rus)

36. Sotnikova O.A., Dontsov A.V. Advantages of block-modular boiler houses [Dostoinstva

blochno-modul'nykh kotel'nykh]. High technologies in the construction complex. 2018. No. 2. Pp. 36–40. (rus)

37. Ippolitov V.A., Patera A.E., Kryukov O.V. Prospects for the construction of facilities of oriented power plants for new energy projects [Perspektivy stroitel'stva ob'ektov orientirovannykh elektrostancij dlya novykh energeticheskikh proektov]. Chief Power Engineer. 2021. No. 7. Pp. 10–23. (rus)

38. Skolubovich Yu.L., Voitov E.L., Tsyba A.A., Balchugov D.V., Monakhov D.N. Preparation of surface and underground waters for drinking water supply of settlements in the Arctic zone [Podgotovka poverhnostnykh i podzemnykh vod dlya pit'evogo vodosnabzheniya poselkov v Arkticheskoy zone]. Academia. Architecture and construction. 2020. No. 3. Pp. 138–142. (rus)

39. Kyneva A.I., Pavlov S.Ya. The water treatment system of a modular hotel in the Republic of Sakha (Yakutia) [Sistema vodoочистki modul'noj gostinicy v respublike Saha (Yakutiya)]. Collected papers of the Interuniversity Scientific Conference "SPbPU Science Week". St. Petersburg, November 19–24, 2018. Publishing House "POLYTECH-PRESS", 2018. Pp. 181–183. (rus) doi:10.22337/2077-9038-2020-3-138-142

40. Filippov I.V., Lopanitsyna E.S. Production and construction of modular buildings from block containers. Technical presentation. [Proizvodstvo i stroitel'stvo modul'nykh zdaniy iz blok-konteynerov. Tekhnicheskoe predstavlenie]. Diary of Science. 2019. No. 4 (28). P. 70. (rus)

Information about the authors

Grakhov, Valery P. DSc of Economics, Professor. E-mail: pgs@istu.ru. Kalashnikov Izhevsk State Technical University. Russia, 426069, Izhevsk, Student st., 7.

Tolkachev, Yuri A. Master's student of the Faculty of Civil Engineering. E-mail: ukushen13@gmail.com. Kalashnikov Izhevsk State Technical University Russia. 426069, Izhevsk, Student st., 7.

Received 04.06.2022

Для цитирования:

Грахов В.П., Толкачев Ю.А. Перспективы применения модульного строительства при организации пунктов временного размещения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 11. С. 49–63. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-11-49-63

For citation:

Grakhov V.P., Tolkachev Yu.A. Prospects for the use of modular construction in the organization of temporary accommodation. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2022. No. 11. Pp. 49–63. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-11-49-63