

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет)  
Архитектурно-строительный институт  
Кафедра «Строительное производство и теория сооружений»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой:

\_\_\_\_\_ Г.А. Пикус

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе магистра на тему:

Быстровозводимые здания для промышленного и нефтедобывающего сектора  
ЮУрГУ 08.04.01 «Строительство». АСИЗ-393. ПЗ ВКР

Руководитель: Доктор технических наук,  
доцент.

\_\_\_\_\_ Байбурин А.Х.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Проверка по системе антиплагиат: \_\_\_\_\_%

\_\_\_\_\_ Байбурин А.Х.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021г.

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_ Байбурин А.Х.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор ВКР:

\_\_\_\_\_ Хлызов М.Е.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

г. Челябинск - 2021

## Реферат

Хлызов М.Е. Быстровозводимые здания для промышленного и нефтедобывающего сектора. – Челябинск: ЮУрГУ, АСИЗ-393, 2021. – 98 с., 21 ил., 9 табл., библиогр. список – 32 наим., 16 прил.

Актуальность темы связана с необходимостью повышения эффективности монтажа и эксплуатации временных зданий на удаленных объектах.

Целью работы является разработка нового конструктива в пневмокаркасных зданиях для руководства и ИТР сотрудников для организации строительства на площадке на удаленных объектах промышленного и нефтегазового сектора.

Задачи работы:

- провести обзор состояния вопроса, а именно, проанализировать отечественный и зарубежный опыт на основе патентного поиска;
- провести функционально-стоимостной анализ существующей технологии доставки и монтажа пневмокаркасных зданий;
- провести технический анализ новой каркасной схемы;
- рассчитать экономический эффект нового метода.

Объектом исследования работы является существующая технология возведения пневмокаркасных сооружений.

Предметами исследования работы являются сроки и себестоимость изготовления, доставки и монтажа элементов пневмокаркасных сооружений.

				АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ			
	Фамилия	Подпись	Дата				
Зав.каф.	Пикус			Быстровозводимые здания для промышленного и нефтедобывающего сектора	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Байбурин				ВКР	5	95
Руковод.	Байбурин				ЮУрГУ		
Консульт.	Байбурин				Кафедра СПТС		
Разраб.	Хлызов						

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ В ГРАЖДАНСКОМ, ПРОМЫШЛЕННОМ И НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ.....	10
1.1 Опыт и перспективы развития строительства быстровозводимых зданий в России.....	10
1.2 Зарубежный опыт строительства быстровозводимых зданий .....	16
1.3 Материалы для строительства быстровозводимых зданий .....	21
1.4 Типы быстровозводимых зданий .....	24
1.5 Особенности строительства быстровозводимых зданий в зависимости от климатического региона .....	27
1.6 Классификация строительно-конструктивных систем с учетом быстровозводимости объектов .....	28
1.7 Обзор современного состояния технологий строительства быстровозводимых зданий ...	33
2 ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР В ВОПРОСЕ ПНЕВМОКАРКАСНЫХ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ.....	39
3 ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ МОНТАЖА БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ УДАЛЕННОСТИ .....	54
4 РАЗРАБОТКА НОВОЙ СХЕМЫ КОНСТРУКТИВА ПНЕВМОКАРКАСНОГО ЗДАНИЯ.....	57
4.1 Описание новой схемы пневмокаркасного временного здания.....	57
4.2 Объемно-графическая часть исследования. ....	58
4.3 Принцип доставки, разгрузки и монтажа нового сооружения.....	60
5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ИЗОБРЕТЕНИЯ.....	62
6 РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТКИ .....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	66
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ Ё.....	77

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист 6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж .....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ З .....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ И .....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ К .....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Л .....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ М .....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Н .....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ О .....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ П .....	98

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

## ВВЕДЕНИЕ

К быстровозводимым сооружениям можно отнести объекты из особых, часто некапитальных конструкций, которые позволяют построить здание в сроки, значительно меньшие, чем это предусмотрено для сопоставимых капитальных конструкций по принятым нормам продолжительности строительства. Они не рассчитаны на последующую разборку, транспортирование и монтаж. Главной целью быстровозводимых комплексов является сокращение сроков строительства и ускорение ввода в эксплуатацию.

Однако до настоящего времени в области развития науки и практики мобильных комплексов остаются нерешенными многие важные проблемы. К некоторым из них относятся:

- недостаточно широкое использование достоинств уже существующих сборно-разборных систем;
- невысокие технико-экономические показатели ряда контейнерных зданий;
- отсутствие серийного производства российских пневматических комплексов;
- слабая разработанность сборно-разборных систем инженерного обеспечения;
- недостаточный учет достижений автомобилестроительной и аэрокосмической отраслей для встроенного оборудования и мебели;
- слабо развитая структура доставки комплектов на удаленные объекты;
- устаревшая нормативная и методическая литература и другие недостатки.

Для решения данных проблем могут быть использованы различные организационные, научные и практические способы и методы.

Актуальность темы связана с необходимостью повышения эффективности монтажа и эксплуатации временных зданий на удаленных объектах.

Целью работы является разработка новой каркасной схемы в пневмобаллонных конструкциях для руководства и ИТР сотрудников для организации строительства на площадке на удаленных объектах промышленного и нефтегазового сектора.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Задачи работы:

- провести обзор состояния вопроса, а именно, проанализировать отечественный и зарубежный опыт на основе патентного поиска;
- провести функционально-стоимостной анализ существующей технологии доставки и монтажа пневмокаркасных зданий;
- провести технический анализ новой каркасной схемы;
- рассчитать экономический эффект нового метода.

Объектом исследования работы является существующая технология возведения пневмокаркасных сооружений.

Предметами исследования работы являются сроки и себестоимость изготовления, доставки и монтажа элементов пневмокаркасных сооружений.

Эффективность разработанных решений определяется их влиянием на показатели рассматриваемого процесса, такие как длительность и себестоимость.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

# 1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ В ГРАЖДАНСКОМ, ПРОМЫШЛЕННОМ И НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ

## 1.1 Опыт и перспективы развития строительства быстровозводимых зданий в России

Проблема повышения эффективности использования мировым сообществом быстровозводимых и мобильных комплексов с максимальной реализацией их преимуществ является сложной международной, политической, научно-технической, социально-экономической и военной задачей. Для ее решения необходимо разработать и воплотить в жизнь национальные и межгосударственные доктрины и базовые принципы применения быстровозводимых и мобильных объектов в различных сферах человеческой деятельности. Концепция и основополагающие принципы таких доктрин должны отражать объективно существующие законы, закономерности и тенденции в эволюционных и революционных путях развития этих специфических видов строительных объектов.

Основными движущими силами совершенствования мобильных и быстровозводимых систем являются социально-политические потребности общества и экономические возможности их удовлетворения. Система базовых принципов и методов решения указанных проблем опирается на объективную необходимость оперативного создания гибкой и динамичной искусственной среды обитания, на требовании существенного повышения комфорта для человека, а также на государственном обеспечении высокого социально-экономического статуса специальных мобильных подразделений общества. Научно обоснованный подход к рассматриваемым проблемам должен основываться на использовании современных передовых методов научного познания, компьютерного математического моделирования, многокритериального анализа и синтеза. При этом важным направлением является обоснование математической модели и научно-технических основ создания мобильных систем «нового

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

поколения». С этой целью предусматривается рассмотрение данных объектов, как сложноструктурных социально-технических систем, сочетающих качества не только строительных, но и транспортных, машинных, энергетических, космических и компьютерных технологий, как общегражданского, так и специализированного, в том числе военного назначения.

Разработка перспективных быстровозводимых систем должна базироваться на учете их полного жизненного цикла, состоящего из следующих основных стадий: долгосрочного, среднесрочного и текущего прогнозирования, перспективного и оперативного планирования; экспериментального и типового проектирования; опытного и серийного производства; транспортирования; монтажа; демонтажа; собственно эксплуатации; консервации и ликвидации. С этой целью необходимо широко использовать достижения квалиметрической науки для объективной количественной оценки интегральных, комплексных и единичных показателей качества мобильных систем.

Целесообразно расширение серийного производства и области применения отечественных быстровозводимых и мобильных систем «Модуль», «Сокол» и других для следующих гражданских целей: вахтовых жилых поселков нефтяников, газовиков и геологов; объектов соцкультбыта в труднодоступных и малоосвоенных регионах; ускоренного строительства индивидуальных жилых домов и садовых домиков; быстромонтируемых большепролетных производственных и складских сооружений; временных торговых павильонов в высокоплотной городской застройке; передвижных баз при устройстве автомобильных и железных дорог в транспортном строительстве.

Первоочередные усилия в области создания мобильных комплексов «нового поколения» необходимо предпринимать в следующих направлениях: пневматические, телескопические, складывающиеся и раздвижные конструкции; унифицированные многофункциональные контейнеры полной заводской готовности; сборно-разборные сети тепло-, водо- и газоснабжения, канализации; автономные источники инженерного обеспечения; технологии энергоэф-

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

фективных, экологически чистых, «растущих» и заглубленных объектов; прогрессивные несущие, ограждающие и отделочные строительные материалы – алюминий, металлокерамика, титан, стекловолокно, армированный пенополиуретан, пробка [1].

По виду гражданские мобильные объекты представлены 5 группами: жилые, общественные, производственные, складские и вспомогательные, которые имеют свыше 70 разновидностей. По исполнению они подразделяются на применяемые преимущественно в северных (С), обычных (О1, О2) и южных (Ю) природно-климатических условиях. Многообразие действующих в строительном производстве факторов и отраслевая ориентация в разработке и изготовлении привели к значительному разнообразию показателей качества быстровозводимых комплексов [2].

С целью сопоставимости анализируемых систем обобщим их основные технико-экономические показатели в сводных таблицах 1.1.1 и 1.1.2.

Таблица 1.1.1 – Основные технико-экономические показатели конструктивных систем для быстровозводимых комплексов в министерствах и ведомствах Российской Федерации

№ п/п	Наименование системы	Габаритные размеры базовой конструкции (Д×Ш×В), м	Удельный расход материалов		Удельная трудоемкость изготовления, норм.-ч., м <sup>2</sup>
			металл, кг/м <sup>2</sup>	Лесоматериал, м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	
1.	«Универсал»	6,0×3,0×2,95	53	0,08	9,8
2.	«Мелиоратор»	9,0×3,0×2,86	59,8	0,22	8,9
3.	«Контур»	9,0×3,0×2,9	53,8	0,18	6,1
4.	«Донбасс»	6,0×3,0×2,85	50,0	0,16	9,07
5.	«Куб-Восток»	6,0×3,0×2,85	55,0	0,33	7,3
6.	«Нева»	6,0×3,0×3,14	53,1	0,3	7,3
7.	«Монтажник»	6,0×3,0×2,97	56,2	0,36	10,4

Окончание табл. 1.1.1

8.	«Тайга»	5,99×2,99×2,86	10,0	0,66	9,9
9.	«Лесник»	6,0×3,0×2,82	12,7	0,02	0,1
10.	«Комфорт»	9,0×3,0×2,79	65	0,15	8,5
11.	«Днепр»	6,0×3,0×2,85	56,0	0,15	4,1
12.	«Пионер-2»	9,0×3,0×2,89	40,0	0,03	26
13.	«Куб-М»	6,0×3,0×2,87	51,0	0,37	7,34
14.	«Ставрополец»	7,0×2,5×2,96	67,1	0,01	13,2
15.	«420-10»	6,0×3,0×3,0	21,0	0,95	14,7
16.	«Энергетик»	6,0×3,0×2,9	14,4	0,83	12,8
17.	«Геолог»	6,0×3,0×3,0	30,2	0,57	20,4
18.	«420-100»	9,0×3,0×3,0	70,0	0,30	18,6
19.	«ЦУБ»	9,6×3,2×3,2	86,0	0,20	8,0
20.	«8727»	12,0×3,0×3,0	79,0	0,25	16,3
21.	«Вахта»	12,0×2,9×2,9	80,0	0,22	13

Таблица 1.1.2 – Основные технико-экономические показатели сборно-разборных конструктивных систем для быстровозводимых комплексов в министерствах и ведомствах Российской Федерации

№ п/п	Наименование системы	Координационные размеры (ширина секции × пролет × высота до низа несущих конструкций), м	Удельный расход материалов		Удельная трудоемкость монтажа, норм.-ч., м <sup>2</sup>
			сталь, кг/м <sup>2</sup>	Лесоматериалы, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	
1.	«Модуль-1»	4,8×14,4×7,2	71,2	0,02	0,91

Окончание табл. 1.1.2

2.	«Модуль-2»	2,4×4,8×2,7	24,9	0,41	0,25
3.	«УСРЗ-1»	3,0×12,8×6,0	86,6	–	0,32
4.	«УСРЗ-2»	3,0×18,0×8,4	92,5	–	0,32
5.	«УКС»	4,0×3(6,0; 4,0) ×4,2	31,2	–	0,12
6.	«СКЗ-М»	3,0×12,0×5,4	98	–	0,51
7.	«УИЗ-12»	6,0×12,0×6,0	63,9	0,17	0,94
8.	«УИЗ-18»	6,0×18,0×6,0	56,6	0,13	0,74
9.	«БКЗ-6»	3,0×18,0×6,0	88,2	–	0,72
10.	«БКЗ-7,2»	3,0×18,0×7,2	88,2	–	0,72
11.	«БКЗ-24»	3,0×24,0×6,0	82,3	–	0,60
12.	«БКЗ-24-7,2»	3,0×24,0×7,2	82,3	–	0,60
13.	«Монтажник»	3,0×9,0×4,2	50,9	0,12	0,64

Достоинства контейнерных зданий:

– повышенная степень заводской готовности строительных конструкций в объемном блоке, позволяющая предельно сократить трудоемкость монтажа и демонтажа;

– возможность заводской установки встроенного технического оборудования и инженерных систем с сетями;

– возможность установки встроенной мебели и технологического оборудования;

– высокое качество строительных материалов и узлов соединений и др.

Недостатки контейнерных объектов:

– невозможность организации большепролетных, зальных помещений для столовой, клуба, спортзала, хранилища и других объектов;

– необходимость кранового оборудования при монтаже и демонтаже;

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

– меньшая экономичность при передислокации по сравнению со сборно-разборными зданиями;

– меньшая объемно-планировочная гибкость по сравнению со сборно-разборными системами при формировании различных пространственных решений и др.

К достоинствам сборочно-разборной системы можно отнести:

– универсальность конструкции, позволяющей из унифицированных элементов предельно ограниченной номенклатуры формировать объекты различного назначения, как ячеякового, так и зального типов;

– свободное развитие функции объектов в зависимости от динамики строительного производства и меняющихся запросов потребителей;

– простоту монтажа и демонтажа, позволяющую возводить здание бригадой всего из четырех-пяти человек;

– возможность монтажа и демонтажа силами необученного населения без специальных строительных машин и приспособлений;

– возможность развития во всех направлениях по горизонтали и блокировки в два этажа;

– надежность единого узла связи и конструктивных элементов;

– взаимозаменяемость любого изделия в процессе эксплуатации;

– единую модульную координацию размеров и единые правила привязки конструкции к координационным осям объектов;

– многовариантность планировочных и конструктивных решений, обеспечивающую высокий уровень типизации и унификации при широком разнообразии объектов;

– высокие теплозащитные свойства, позволяющие осуществлять эксплуатацию во всех климатических районах, включая Крайний Север и юг;

– высокие экономические показатели при передислокации в компактном пакетном виде, монтаже и демонтаже;

– высокие эстетические качества застройки;

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

- долговечность строительных материалов и изделий;
- высокую степень оборачиваемости и др.

## 1.2 Зарубежный опыт строительства быстровозводимых зданий

За рубежом накоплен значительный опыт проектирования, производства и эксплуатации контейнерных и сборно-разборных зданий для оперативного обустройства войск и населения как в мирное, так и в военное время. Зарубежные ученые и специалисты различных отраслей науки и техники внесли существенный вклад в развитие науки и практики быстровозводимых комплексов.

Пневматические сооружения возводились вместо капитальных зданий из традиционных деревянных, металлических и каменных материалов в тех случаях, когда время, отведенное на строительство, измеряется часами или сутками, а также, когда заранее известно, что срок функционирования сооружения на данной площадке непродолжителен. Возможность передислокации на одном автомобиле или одном самолете и монтажа всего за несколько часов определили область их применения за рубежом на первом этапе как сооружений полевого типа, быстромонтируемых на необжитых площадках удаленных районов страны. Однако, как показывает современный опыт, сегодня в США, Европе и Японии количество пневмообъектов постоянного назначения достигло нескольких тысяч единиц [3,4].

В зарубежной практике определились следующие основные направления их эффективного использования:

- мобильные воинские комплексы для временного базирования войск в регионах локальных вооруженных конфликтов – казармы, госпитали, штабы, склады, ангары, котельные, столовые;
- быстровозводимые военные городки для продолжительной дислокации военных баз сухопутных войск и подразделений авиации и флота на территории зарубежных стран – сил НАТО в Европе, Азии и Африке;

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

– экстренные временные жилые дома и общественные здания при стихийных бедствиях и катастрофах – медпункты, столовые, укрытия, склады, бани, прачечные, штабы;

– временные жилые поселения долговременного характера – передвижные дома-трейлеры, столовые, кафе, мотели, кемпинги, прачечные, бани, склады, спортивные комплексы, гостиницы, общежития, магазины, медпункты;

– склады и хранилища промышленной продукции, сельскохозяйственных продуктов, сырья, кормов, удобрений в период сельскохозяйственных работ;

– расквартирование работающего персонала на строительномонтажных площадках и производства работ – временные городки строителей, тепляки для зимних процессов, опалубка для конструкций из бетона и напыляемых пластмасс, временные купола, своды и складки;

– покрытия стационарных общественных и спортивных сооружений – теннисные корты, ринги, игровые площадки, плавательные бассейны, беговые и ледяные дорожки, хоккейные поля, конноспортивные манежи, стадионы, концертные залы;

– специальные сооружения – надувные антенны, теплицы, оранжереи, обтекатели антенн, радиолокаторов.

Однако необходимо отметить, что современные эксплуатирующиеся зарубежные комплексы не ограничиваются использованием только преимуществ пневматических зданий и сооружений. Как показали исследования, широкое применение нашли также контейнерные, сборно-разборные и тентовые мобильные системы. Сведения о наиболее распространенных типовых быстровозводимых комплексах зарубежных стран представлены в табл. 1.2.1. Из анализа данных табл. 1.2.1 следует, что все развитые страны мира используют различные системы собственных оригинальных разработок, что подчеркивает актуальность рассматриваемой проблематики еще раз, уже на втором исследуемом уровне – в масштабе мировой макроэкономики. Представленные сведения свидетельствуют также о разнообразных конструктивных типах, габаритных

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

размерах и областях применения быстровозводимых объектов [5]. Остановимся более подробно на анализе выявленных сведений.

Таблица 1.2.1 – Быстровозводимые комплексы зарубежных стран для оперативного обустройства войск и населения

№ п/п	Страна	Комплекс	Габариты (Д×Ш×В), м	Исполнение	Назначение
1.	США	«MOBIL» «HOUSE» «TRAILER»	2,4...3,6×4,8... 30,0×2,1...2,4	Контейнерное	Военные базы, передвижные поселки
		«MUST»	6,0×15,9×3,0	Пневматическое	Зальные сооружения, госпитали
		«NIKE»	7,3×7,3×5,9		
		«JAMESWAY» «PERSHING»	4,8...6,0×1,2... 120×4,0...6,0	Тентовое	Временные базы войск
		«PLAYDOM»	5,2×6,4×3,0	Каркасно-панельное	Жилые дома, поселки
		«SECTION»	6,0×14,6×2,9		
2.	Германия	«STRIEF» «VARICON» «BUCK»	2,4...3×4,8...3 0,0×2,2...2,4	Контейнерное, панельное	Жилые дома, офисы, магазины
3.	Англия	«Portakabin» «PLAN»	2,4...3,6×2,0... 12,0×2,3...2,4	Контейнерное, панельное	Жилые дома, городки строителей
4.	Италия	«INTERCAM P» «CARAVAN»	2,5...3,6×5,0... 12,0×2,4	Контейнерное	Жилые дома, офисы
5.	Финляндия	«HUURRE» «DOMINO» «FINNCAMP»	2,4...2,5×4,8... 12,0×2,6...3,1	Каркасно-панельное	Жилые дома, общежития
6.	Франция	«VARIAL»	2,438- ×2,991×2,1...2, 3	Панельно-контейнерное	Жилые дома, магазины, кемпенги
		«TECHNAL» «ISO»	2,5×12,19×2,1 ...2,3		
7.	Испания	«MBP» «ISO»	2,4...2,5×6,0... 12,0×2,2...3,6	Контейнерное, каркасно-панельное	Городки строителей, жилые дома

Окончание табл. 1.2.1

8.	Канада	«ATCO» «ISO»	3,0...3,6×6,0... 16,2×2,2...2,4	Контейнер- ное, каркасно- панельное	Общежития, поселки вахтовые
9.	Швеция	«KANRS»	2,4...6,0×6,0... 12,0×2,4	Контейнер- ное, панельное	Жилые дома, школы

Значительный опыт накоплен в зарубежных странах в области применения контейнерных зданий и сооружений.

Наличие широкой номенклатуры унифицированных блоков позволяет формировать как ячейковые, так и зальные помещения многоцелевого назначения. Контейнеры эффективно используются в экономике и Вооруженных Силах Швеции, США и ряда других стран НАТО в качестве казарм, общежитий, штабов, госпиталей, ангаров, школ, магазинов и других общегражданских и военных объектов [6].

Опираясь на проведенную оценку функционирования быстровозводимых комплексов в зарубежных странах, можно сформулировать следующие обобщающие выводы по проблеме.

1. В зарубежных странах накоплен обширный опыт серийного изготовления и использования быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства населения. Выполняются значительные объемы научно-исследовательских и опытно-экспериментальных работ по созданию новых систем.

2. К основным конструктивным системам зарубежных стран относятся пневматические оболочковые сооружения, контейнеры международной системы «ISO», сборно-разборные облегченные конструкции каркасно-панельного типа, трансформирующиеся, складывающиеся блоки, тентовые системы и автономные

контейнеры инженерного обеспечения. Наиболее развито применение мобильных объектов в США, Германии и Японии.

3. Мобильные системы зарубежного производства характеризуются более высоким технико-экономическим показателем по сравнению с рядом серийно изготавливаемых отечественных сборно-разборных и контейнерных сооружений в экономике России. Целесообразно использовать достоинства зарубежных систем в отечественной практике [7]. Однако для оперативного обустройства в РФ должны использоваться быстровозводимые комплексы исключительно отечественного производства с целью удовлетворения специфических требований безопасности, экологичности, сохраняемости, живучести, восстанавливаемости и пр.

Таким образом, с одной стороны, имеется настоятельная потребность общества в научно обоснованной информации о состоянии, путях и методах создания и развития быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства населения в будущем для принятия обоснованных управленческих решений по созданию новых систем. С другой стороны, отсутствует исчерпывающая информация о научно-технических основах такого создания и прогноза развития быстровозводимых комплексов в будущем, которая могла бы дать требуемую информацию для удовлетворения актуальных потребностей населения. Таким образом, сформировалось актуальное техническое и социально-экономическое противоречие между современными требованиями, предъявляемыми к быстровозводимым комплексам и техническим уровнем изготавливаемых и эксплуатирующихся систем, а также между современными требованиями, предъявляемыми к теории создания и прогноза развития систем в будущем и уровнем существующих научных школ в рассматриваемой области в России и за рубежом.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

### 1.3 Материалы для строительства быстровозводимых зданий

Строительство быстровозводимых зданий подразумевает применение самых современных и технологичных материалов. Применение современных материалов обеспечивает сжатые сроки строительства, быстрый возврат инвестиций, невысокая стоимость и минимальные трудозатраты, легкость и простота возведения. Все это обеспечило популярность такого вида строительства, а элементарные экономические расчеты показали, что и в самом деле строить можно дешево и быстро.

Бетон позволяет выполнить различные архитектурные формы и является прекрасным строительным материалом для многоэтажных зданий. Бетон выдерживает огромные нагрузки на сжатие, в то же время:

- бетонное здание – тяжелое и требует соответствующего фундамента;
- предполагает массу мокрых процессов при отделке – увеличиваются сроки и стоимость.

Бетон не рационален в применении для быстровозводимых зданий, за исключением редких случаев, когда форма здания очень простая, этажность – более одного этажа, а фасад предполагает крепление на подсистему.

Металлический каркас бывает трех видов:

1. Прокатный из типового сортамента;
2. Индивидуального производства;
3. ЛСТК.

Прокатный металл типового сортамента – наиболее распространённая технология строительства быстровозводимых зданий [11]. На основе данной технологии проектируются автозаправочные станции, магазины DIY, и пр. Каркас всегда полностью закрывается. Изнутри – отделочными материалами, снаружи – фасадом из НРЛ, сланца, дерева, прочих материалов. Металл требует теплоизоляции, он требует облагораживания в интерьере, он стал обыденностью и не позволяет строить уникальные здания в бюджете 60...80 тыс. р/м<sup>2</sup>.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Здания на основе металлокаркаса из элементов индивидуального производства – крайне дороги. Это максимально дорогой каркас, кроме того, отделка в таких зданиях – дороже, чем при применении железобетона [14].

Здание из ЛСТК требует диафрагм жесткости на основе бетона, соответственно – времени, кропотливой сборки, теплоизоляции, звукоизоляции, заказа ЛСТК на заводе с риском «срыва сроков», и по всем прочим параметрам обладает сравнительно худшими характеристиками по сравнению с клееной конструкционной балкой.

Клееная конструкционная балка – уникальный строительный материал, используемый в Германии, Италии, Австрии, Англии, Америке и Канаде для строительства зданий уникальной архитектуры.

Клеёная конструкционная балка обладает фантастической красотой, не требует декорирования в интерьере, за счет чего позволяют сократить срок строительства здания, несет нагрузки не меньше металла, но при этом обладает прочностными, теплотехническими и прочими физическими преимуществами, лучшим и чем металл.

Деревянная клееная балка несет такую же нагрузку как такого же сечения двутавровая металлическая балка. Соответственно, возможно применение безопорных конструкций длиной до 12 метров. Балка позволяет делать выносы кровли, узлы прохождения балки через стекло, при этом данный узел не потребует утепления.

Деревянный каркас на основе клееной балки не требует «облагораживания» в интерьере, каркас может быть видимым и являться частью интерьера. Соответственно, экономится бюджет на отделку, экономится время – монтаж может проводиться в любую погоду. В то же время каркас может также быть и невидимым. В этом случае цель КДК – сократить затраты на конструктив.

Сильная сторона дерева – малый объемный вес. Объемный вес дерева в 13 раз меньше железа и в 4 раза меньше железобетона. Соответственно достигается экономия на фундаментах, а также работах.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

По коэффициенту теплового сопротивления дерево превосходит бетон в 10 раз и сталь в 400 раз.

Это позволяет выполнять более чистые узлы, великолепные фасадные системы с панорамным остеклением, выполнять перголы и консоли, выносы свеса кровли, узлы прохождения балки через стекло, при этом данный узел не требует утепления.

Сегодня, когда рынок строительства в нашей стране развивается бурными темпами, набирает обороты сегмент быстровозводимых зданий, где, среди ограждающих конструкций, стремительно развивается рынок сэндвич-панелей.

Сэндвич-панель представляют собой по структуре трёхслойный строительный материал, состоящий из двух листов металла и утеплителя между ними. Слои сэндвич-панели соединяются посредством холодного или горячего прессования. Разделяют стеновые и кровельные сэндвич-панели в соответствии с назначением.

В коммерческом строительстве сэндвич-панели используют для строительства быстровозводимых зданий на основе металлического каркаса (ангары, гаражи, сельскохозяйственные комплексы, автомойки, торговые центры, спортивные здания и сооружения и т.д.) [23].

В качестве утеплителей в сэндвич-панелях используется пенополистирол, минеральная вата, пенополиуретан, пенополиизоцианурат.

Преимущества стеновых сэндвич-панелей:

- многослойная структура с наполнителем (минеральная вата, пенополистирол, пенополиуретан и пенополиизоцианурат);
- оцинкованная сталь с различным полимерным покрытием, нержавеющая сталь, алюминий и др.;
- технологичность, огнестойкость, прочность, легкость конструкции;
- простая сборка панелей, с возможностью монтажа на любой каркас (бетон, металл, дерево);
- широкий спектр цветовых решений.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Полимерная ткань (ПВХ) обладает высокой плотностью 900г и клеится методом сварки. Данный материал очень стоек к ультрафиолету, а также трудновоспламеняем. Основой ткани является лавсан (полиэстер), который имеет прекрасные прочностные показатели на разрыв (3500-6000 килограммов на метр). В качестве покрытия текстильной основы используется поливинилхлорид. Пластичный полиуретан, добавляемый в используемую ткань, делает ее еще более прочной и износоустойчивой [13].

#### 1.4 Типы быстровозводимых зданий

Технология ускоренного строительства актуальна для разных областей деятельности. БМЗ делятся на строения промышленного и общественного назначения, на модульные (привозятся в готовом виде) и сборные (собираются на объекте). В зависимости от применённой технологии возведения различают такие типы зданий:

– контейнерные. Строятся из модульного блока, который в готовом виде транспортируются на место и устанавливаются на фундамент. Здания возводятся для временного проживания, эксплуатируются в качестве торговых комплексов, медицинских или спортивных учреждений. Срок эксплуатации конструкций – полвека. Основной недостаток – ограниченность архитектурных решений;



Рисунок 1.4.1 – Здание из блок контейнеров

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

– сооружения из объёмных блоков. Возводятся на основе металлокаркаса и отделываются листовыми материалами. В зданиях данного типа создаются удобные условия для проживания. Максимальный срок эксплуатации – 50-60 лет. Недостатком является сложность транспортировки;

– крупнопанельные. Состоят из сэндвич-панелей (металлические листы и утеплитель). Конструкции обладают хорошим тепло- и звукоизоляционным характеристиками. Они прочные, долговечные, поддерживают оптимальный микроклимат внутри, простые в монтаже. Эстетическую привлекательность этим зданиям можно придавать практически любым способом;



Рисунок 1.4.2 – Здание из сэндвич-панелей

– каркасные. Выполняются на базе металлической или деревянной основы. Сооружения обшиваются панелями, устойчивыми к механическим повреждениям и атмосферным явлениям. Сборка конструкций осуществляется на участке.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25



Рисунок 1.4.3 – Каркасное здание

Основной элемент быстровозводимых зданий – каркас с высокими прочностными свойствами. Основа имеет стойки и горизонтальные элементы для фиксации обшивки, окон, дверей. Для увеличения срока эксплуатации детали из металла покрываются антикоррозийными веществами, а изделия из природного сырья – защитными средствами, повышающими устойчивость к влаге, механическим воздействиям, температурным колебаниям.

В некоторых случаях применяется каркас из тонкостенного профиля. Его использование позволяет снизить давление на фундамент, сократить время сборки, материальные затраты на возведение строений.

- Пневмокаркасные быстровозводимые сооружения (ПКС) являются безпролетными, т.е. не имеющими промежуточных опор конструкциями.

Несущую функцию в них выполняют наполненные сжатым воздухом баллоны арочной формы, изготовленные из плотной воздухонепроницаемой армированной ткани ПВХ.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26



Рисунок 1.4.4 – Пневмокаркасное быстровозводимое сооружения

### 1.5 Особенности строительства быстровозводимых зданий в зависимости от климатического региона

По ГОСТ Р 58760-2019 быстровозводимые здания подразделяются по исполнению на:

– Северные (С) – для эксплуатации в подрайонах по СП131.13330.2012\* (СНиП 23.01-99) – IA, IB, IG, ID с о среднемесячно й температурой воздуха: январь  $-14^{\circ}\text{C}$  и ниже, июль  $0^{\circ}\text{C}\dots+20^{\circ}\text{C}$ .

– Обычные (O1) – для эксплуатации в подрайонах – IB, IIA и IIIA с о среднемесячно й температурой воздуха: январь  $-28^{\circ}\text{C}\dots-14^{\circ}\text{C}$ , июль  $+8^{\circ}\text{C}\dots+25^{\circ}\text{C}$ .

Обычные (O2) – для эксплуатации в подрайонах IIB, IIB, IIG, IIIB и IIIV с о среднемесячно й температурой воздуха: январь  $-14^{\circ}\text{C}\dots-5^{\circ}\text{C}$ , июль  $+12^{\circ}\text{C}\dots+25^{\circ}\text{C}$ .

Южные (Ю) – для эксплуатации в районе – IV с о среднемесячно й температурой воздуха: январь  $-15^{\circ}\text{C}\dots+6^{\circ}\text{C}$ , июль  $+22^{\circ}\text{C}$  и выше.

По сравнению с объектами, расположенным и в центрально й и южно й частях страны, северные стройки обладают рядом особенностей, затрудняющих их

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

разработку и обустройство. Среди основных из них можно выделить следующие:

– удаленность от промышленно развитых регионов, отсутствие развитой инфраструктуры (особенно в начале освоения). В связи с этим – сложности с транспортировкой и значительные стоимости доставки на строительную площадку материалов, оборудования, рабочей силы;

– неблагоприятные географо-климатические условия рассматриваемой территории, выражающиеся в суровом климате, большом количестве рек и озер, высокой заболоченности, что затрудняет проходимость техники и ведение строительно-монтажных работ;

– сложные инженерно-геологические условия территории освоения и обустройства северных месторождений: наличие многолетнемерзлых пород, пучинистых и просадочных грунтов диктует требования по более детальному и тщательному изучению, учету и анализу данных инженерно-геокриологических изысканий при проектировании и строительстве объектов.

#### 1.6 Классификация строительно-конструктивных систем с учетом быстровозводимости объектов

В отечественных ГОСТ не существует понятия модульной технологии. С 2010 года до настоящего времени границы между группами строительных технологий практически стерлись. Чаще всего сегодня под быстровозводимыми зданиями понимают:

– каркасно-монолитное здание – бетонирование в съемную, несъемную опалубку;

– каркасно-щитовое здание – технология «Платформа», щиты изготовлены на заводе;

– каркасно-тентовое здание – ограждающие конструкции выполнены из синтетического материала (оболочка);

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

– блочно-модульное здание – сборка на объекте из блок-контейнеров минимум 95% готовности;

– ЛМК – каркас из горячекатаного тяжелого металлопроката, стены из сэндвич-панелей;

– ЛСТК – стальной каркас, обшивка панелями поэлементной сборки, либо сэндвичем;

– СИП-дом – бескаркасная сборка из деревянных панелей;

– большепролетные здания – ЛМК, ЛСТК, каркасное здание с пролетом от 18м.

Таким образом, модульная технология является разновидностью быстровозводимой категории домостроения. Если административные модульные здания и промышленные сооружения по любым другим быстровозводимым технологиям давно стали привычными, то многоквартирные дома, индивидуальные коттеджи из блок-контейнеров в РФ строить не принято.

Сборка из отдельных блок-контейнеров и обеспечение мобильности позволяет отнести модульное здание к нескольким типам здания:

– сборно-разборное;

– контейнерного типа;

– блочно-модульное;

– быстровозводимое;

– каркасной конструкции;

– технология ЛМК (легкие металлические конструкции).

В свою очередь, сборочные единицы – блок-контейнеры – изготавливаются на заводе по технологии фахверка (сварка) или каркасного метода Платформа (сборка на болтах). Ограждающие конструкции модулей могут быть сделаны из сэндвича, что придает им схожесть с ЛСТК, большепролетными сооружениями. Либо стены сооружаются из поэлементных панелей – гофрированный лист, утеплитель, профнастил.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Внутри своей категории модульные здания имеют дополнительную классификацию:

- одномодульные – 4 стены, минимум одна уличная дверь;
- составные – 1-3 стены, перегородки, тамбуры, часть комнаты или нескольких помещений.

Одномодульные постройки сразу же сдаются в эксплуатацию. Составные здания необходимо собрать из нескольких сборочных единиц, облагородить стыки накладками, планками. В результате модульные здания остаются мобильными, могут перевозиться по частям на новое место использования.

Ограждающие конструкции каркасно-монолитных домов формируют по месту бетонированием в опалубку после предварительной установки арматурных сеток/каркасов.

Каркасно-щитовой метод является разновидностью каркасной технологии. Стойки и балки монтируют в пятне застройки, а щиты для стен собирают на заводе, доставляют на площадку. Блок контейнеры собирают промышленным способом с нуля, что позволяет снизить себестоимость, исключить ошибки, повысить качество изготовления сборочных единиц.

Каркасно-тентовые сооружения используются для выездных культурно-массовых мероприятий. Постройку сложно обогреть, взломостойкость и защита от взлома очень низкие. Для модульных зданий жилого типа это неприемлемо.

ЛСТК представляет собой каркасное здание по технологии «Балун». Силовой каркас сооружается, не из бруска, доски, а из гнутого оцинкованного профиля на высоту всех этажей сразу. Затем монтируются перекрытия и крыша, обшиваются стены. При одинаковой конструкции ЛСТК и модульные медицинские центры сооружаются по разным технологиям.

Панели СИП являются деревянным аналогом металлического сэндвича. Однако дом из них не имеет жесткого пространственного силового каркаса. Доски между панелями служат исключительно для стыковки этих элементов. Сам панели обладают самонесущей способностью, поэтому после установки

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

последней стены, стропильной системы коробка обретае т необходимую пространственную жесткость.

Большепролетные здания имеют конструктивные отличия:

- колонны жестко фиксируются к анкерам, фундаментам;
- обеспечить мобильность не представляется возможным;
- пролеты больше 18 м в длину;
- жесткость каркаса обеспечивается фермами, ригелями, затяжками, распорами.

Общим с модульным и зданиями здесь может быть только конструкционный материал.

В категории быстровозводимых построек модульные здания обладают следующим и уникальным и свойствами:

- самые низкие сроки сдачи в эксплуатацию;
- заводской способ производства;
- высокие гарантийные обязательства;
- самая высокая мобильность;
- ликвидность сборочных единиц;
- минимум 95% готовность к эксплуатации;
- готовая разводка коммуникаций, отделка комнат.

В сравнении с ЛСТК каркасы блок контейнеров обходятся гораздо дороже в производстве. Однако и здесь используется, не горячекатаный, а гнутый швеллер, уголок, прочий фасонный прокат. Что позволяет снизить бюджет реализации проектов.

В результате длительного опыта эксплуатации строительные модульные здания показывают высокую оборачиваемость от 20 циклов. Их можно монтировать на плиты, сваи, столбы без заливок и тяжелых фундаментов.

С учетом прогресса в области домостроения за последние 10 лет корректно в качестве одного из классификационных признаков считать «степень заводской

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

готовности» зданий, что напрямую влияет на нормативную продолжительность строительства.

Нормативная продолжительность строительства различных зданий представлена в табл. 1.6.1. Верхний предел скорости возведения зданий (время равно нулю), например, модульные контейнерные здания полной заводской готовности; а самая «медленная» технология – кирпичная.

Степень «быстровозводимости» зданий площадью 750 м<sup>2</sup> может быть вычислена по уравнению 1.6.1:

$$\mu(x) = 0,14x + 1, \quad (1.6.1)$$

В табл. 1.6.1 представлена нормативная продолжительность строительства зданий по различным видам материалов и работ.

Таблица 1.6.1 – Нормативная продолжительность строительства зданий, мес.

Нормативная продолжительность строительства зданий, мес. Технология процессов	Двухэтажное здание			Одноэтажное здание	
	150 м <sup>2</sup>	250 м <sup>2</sup>	500 м <sup>2</sup>	750 м <sup>2</sup>	100 м <sup>2</sup>
Площадь застройки до:	150 м <sup>2</sup>	250 м <sup>2</sup>	500 м <sup>2</sup>	750 м <sup>2</sup>	100 м <sup>2</sup>
Монолитное	6,4	8	9,6	10,4	4,8
Объемно-блочное	3,2	3,2	4,8	4,8	2,4
Кирпичное и из мелких блоков	6,4	8,8	10,4	11,2	4,8
Крупнопанельное	4,8	5,6	6,4	8	3,2
Деревянное каркасное	4,8	7,2	8,8	10,4	3,2
Крупноблочное	4,8	6,4	7,2	8,8	3,2
Деревянное панельное	4,8	6,4	7,2	9,6	3,2
Деревянное брусчатое	6,4	8,8	10,4	10,4	4,8

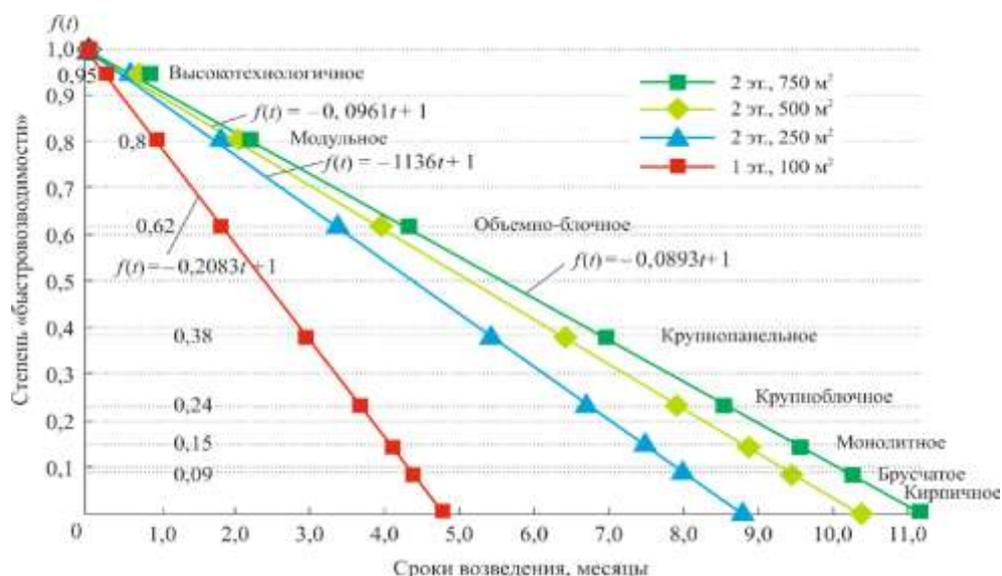


Рисунок 1.6.1 – Зависимость и функции быстровозводимости зданий от типов и видов строительства

Пределом скорости возведения на графике (рисунок 1.6.1) является мгновенное строительство здания, а нижний предел показывает самую «медленную» технологию. Степень быстровозводимости  $f(t)$  вычислена аналитически, учитывая процент освоения сметной стоимости строительства, в зависимости от времени  $t$  или отношение м трудозатрат в заводских условиях к полным трудозатратам по строительству. Приведенный график позволил определить область высокотехнологичных строительных систем, с учётом применения металлических модулей максимальной заводской готовности. Таким образом, сроки сокращения строительства должны решаться на всех стадиях подготовки и производства, и прежде всего в заводских условиях на конвейерных линиях, оборудованных роботами, что позволяет распределить трудозатраты в соотношении 95% – на заводе, 5% – на монтаже.

## 1.7 Обзор современного состояния технологий строительства быстровозводимых зданий

Мировой рынок быстровозводимых зданий.

Технология строительства БВЗ на основе металлических конструкций довольно популярна на мировом строительном рынке, так как позволяет быстро и эффективно строить объекты различных сфер применения: складские комплексы, ангары различного назначения, торговые и офисные центры, спортивные сооружения, развлекательные центры, частные коттеджи и многоэтажные жилые дома.

Строительство на основе металлических конструкций практикуется в большинстве стран мира. В некоторых государствах по технологии металлического каркаса строится более 70% нежилых зданий.

В Канаде и США металлические конструкции в промышленном строительстве начали активно использоваться после II Мировой войны. Сейчас американские строительные компании следуют принципу «любое здание должно быстро строиться и быстро демонтироваться», что относится не только к зданиям на основе металлоконструкций, но и, к примеру, к деревянным каркасным домам.

В Европе технологии строительства объектов на основе металлического каркаса начали активно развиваться и применяться в 60-х годах прошлого века. Сейчас основная часть возведенных по этой технологии зданий – это выставочные комплексы, гипермаркеты, логистические центры и склады, производственные объекты. Кроме того, возводятся небольшие сооружения – кафе, автомойки, заправочные станции и пр.

В Финляндии по технологии БВЗ практически в каждом городе сделаны футбольные поля, в США их часто используют для конных манежей и крытых кортов, на Ближнем Востоке и в Москве встречаются ледовые катки, интегрированные в гипермаркеты.

Наиболее распространены здания на основе металлоконструкций в Канаде и США, Австралии, Великобритании, Франции и Германии, в скандинавских странах. Каркасные технологии в этих государствах используются в строительстве как нежилых, так и жилых зданий. В большинстве же стран при

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

строительстве жилых домов предпочтение все же отдается традиционным технологиям: дереву, кирпичу и бетону.

В Японии здания на основе стальных конструкций приобрели огромную популярность благодаря своей высокой сейсмоустойчивости. Особенно распространены в стране индивидуальные жилые дома, построенные по технологии ЛСТК. Аналитики прогнозируют дальнейший рост рынка быстровозводимых металлокаркасных зданий, но считают, что активность рынка будет сосредоточена на сегменте жилых зданий для одной семьи и малоэтажных жилых домов. Прогнозируется также и рост доли многоэтажных зданий на основе стальных конструкций, которые могут обеспечить растущий спрос на городское жилье и высотные офисные объекты. Готовые стальные здания в Японии составляют более 50% от общего объема зданий, конструируемых из готовых блоков, и эта цифра растет.

В Южной Корее, в отличие от Японии, строительство исторически основывалось, прежде всего, на каменной кладке. Но, как и в Японии, урбанизация вызвала рост спроса на многоэтажные здания. В секторе высотного строительства Японии и Южной Кореи наблюдается устойчивая тенденция роста доли готовых зданий на основе легких стальных конструкций.

В Австралии стальное строительство распространено уже более полувека. Послевоенный дефицит строительных материалов привел к развитию системы строительства на основе стального каркаса, называемой Econosteel. Интересно, что построенные по этой системе здания были в шесть раз дороже аналогичных деревянных строений.

Технология создания облегченных строительных конструкций переживает в настоящее время бурное развитие. Ведущие игроки рынка постоянно работают над созданием новой продукции в этой области. Например, Lindab Group ведет разработки в области термопрофилей для наружных стен, внутренних стеновых профилей с улучшенными виброакустическими характеристиками,

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

стальной обрешетки и профилированного листового металла. Вместе с минераловатным утеплителем и гипсокартонными панелями эти изделия составляют основу технологии строительства облегченных зданий – строительную индустрию будущего.

Спрос на готовые здания на основе стальных конструкций имеет устойчивую тенденцию роста (рисунок 1.7.1).

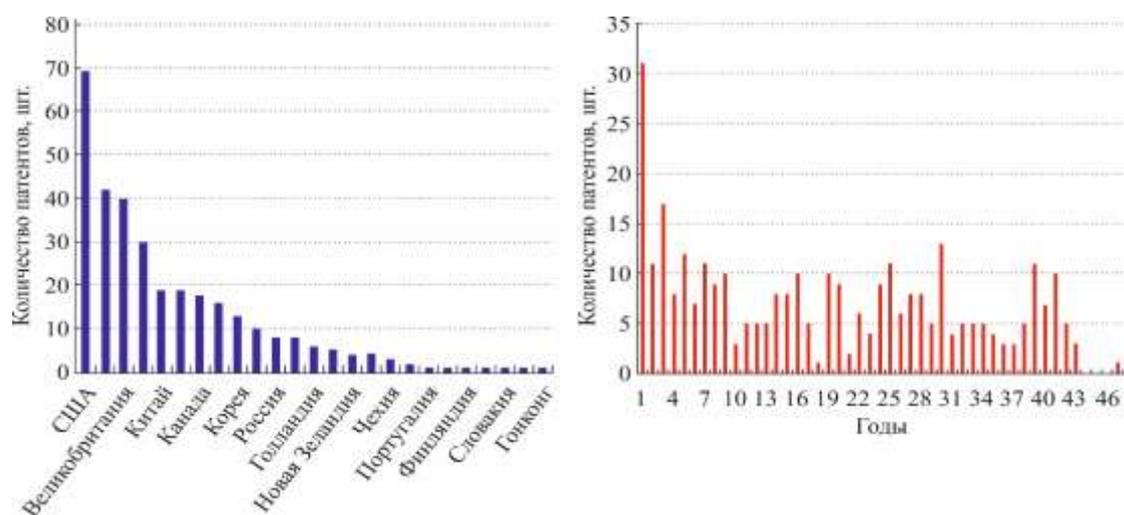


Рисунок 1.7.1 – Статистика патентов за 46 лет по полносборным блокам-модулям, по странам и годам (2015–1969)

Российский рынок быстровозводимых зданий.

Рынок быстровозводимых зданий в России начал развиваться с начала 60-х годов и в настоящий момент представляет собой самостоятельную промышленную отрасль с развитой структурой проектных институтов и сформировавшейся промышленной базой. Специалисты характеризуют данный сегмент рынка не иначе как «перспективный» и «динамичный». Существенно позже (с конца 90-х годов) стала внедряться технология использования легких металлических конструкций.

Интерес к быстровозводимым зданиям и технологиям порождает развитие рынков нежилой недвижимости:

- офисной;
- складской;

- торговой;
- промышленной;
- сельскохозяйственной.

Все большее распространение в стране получает следующий принцип современного строительства: «Любое здание должно быстро строиться и в случае необходимости не менее быстро демонтироваться». На практике применение этого принципа дает возможность владельцу земли максимально выгодно ее использовать с учетом постоянного изменения конъюнктуры рынка. Отметим, что хотя перенос зданий осуществляется в крайних случаях, главное, что это в принципе возможно и дает денежную экономию относительно затрат на постройку нового здания до 40%.

По официальной статистике Росстата, в 2019 году было произведено 1120,5 тыс. м<sup>2</sup> зданий из ЛМК комплектной поставки. По сравнению с 2018 г., когда было произведено 889,7 тыс. м<sup>2</sup> зданий, прирост составил 25,9%.

Есть основания полагать, что приведенная статистика является заниженной. Так, по оценкам экспертов, доля ЛМК в строительстве зданий нежилого назначения составляет около 10%, т.е. примерно 2 329.0 тыс. м<sup>2</sup>.

Общий объем строительства БВЗ на металлокаркасе, по оценке Research.Techart, составил в 2019 г. около 14000...15000 тыс. м<sup>2</sup>, из которых около 1300...1400 тыс. м<sup>2</sup> пришлось на долю полнокомплектных зданий на основе ЛМК.

По сравнению с предыдущим периодом рынок вырос на 15...20%.

Тенденции развития рынка быстровозводимых зданий в условиях экономического кризиса свидетельствуют о том, что рынок сузился до единичных объектов, заказчики которых в меньшей степени зависят от кредитных средств или обеспечены господдержкой. Следствием перехода на режим тотальной экономии на объектах начинает появляться продукция, которая изначально удовлетворяет условию «низкая цена», а уж потом оцениваются качественные характеристики.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Парадокс развития рынка БВЗ в настоящее время заключается в том, что, с одной стороны, быстровозводимые здания располагают очевидным конкурентным преимуществом с точки зрения стоимости и сроков выполнения строительных работ и могут служить «антикризисным средством» в реализации строительных проектов; с другой – во многих отраслях наблюдается сокращение спроса на БВЗ. Если в 2019 г. активно велось строительство крупномасштабных производственных и торговых объектов, то теперь преимущественно выполняются работы по возведению складских помещений и ангаров площадью не более 500...600 м<sup>2</sup>.

Общее число крупных и средних производственных игроков, представленных на российском рынке БВЗ, составляет немногим более 100 компаний. Основная конкуренция происходит между отечественными игроками. Доля импорта в совокупном потреблении БВЗ не превышает 2%. Имеются тенденции к ее сокращению. В частности, ведущие импортеры переориентируются с поставок комплектов из за рубежа на открытие собственных производственных мощностей на территории России.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

## 2 ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР В ВОПРОСЕ ПНЕВМОКАРКАСНЫХ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ

### 1) Пневмокаркасное быстровозводимое сооружение. Патент № RU2171344C1

Изобретение относится к временным быстровозводимым пневмокаркасным крупногабаритным по площади сооружениям, приспособленным для эксплуатации в различных условиях, в том числе и в экстремальных, и в любых климатических зонах. Технической задачей изобретения является повышенная безопасность при эксплуатации сооружения и комфортность для людей, находящихся в сооружении. Пневмокаркасное быстровозводимое сооружение (ПБС) содержит как минимум один рабочий модуль (РМ), имеющий возможность соединяться разъемно с другими модулями. Пневмокаркас (ПК) РМ образован надувными арками (НА), опирающимися на опорные баллоны (ОБ) и неразъемно соединенными между собой продольными балками (ПБ). ПК РМ выполнен с внутренними перегородками, разделяющими его на две секции, каждая из которых образует отдельную камеру с индивидуальной системой наполнения, с созданием пространственных прямоугольных ячеек, образуемых трубчатыми элементами ПК, имеющими наполнение отдельных сторон прямоугольной ячейки от двух разных индивидуальных систем наполнения. Вблизи НА ПК и по длине РМ с шагом, равным или более шага расположения НА, установлены жесткие дугообразные, имеющие конгруэнтную с ПА форму каркасы (ЖК), собранные из складывающихся и жестко фиксирующихся в рабочем положении в шарнирных узлах звеньев, прикрепленных в отдельных участках по периметру к внутренней поверхности РМ быстроразъемным соединением. Между центральными по длине РМ ЖК и НА к ПК с наружной боковой стороны неразъемно пристыкован пневмокаркасный тамбур (ПКТ) с индивидуальным наполнением, с закрытыми шторками торцевым и боковым проемами. Конструкция РМ предусматривает размещение ненаполненного ПКТ в пространство между наружной и внутренней обшивками РМ.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

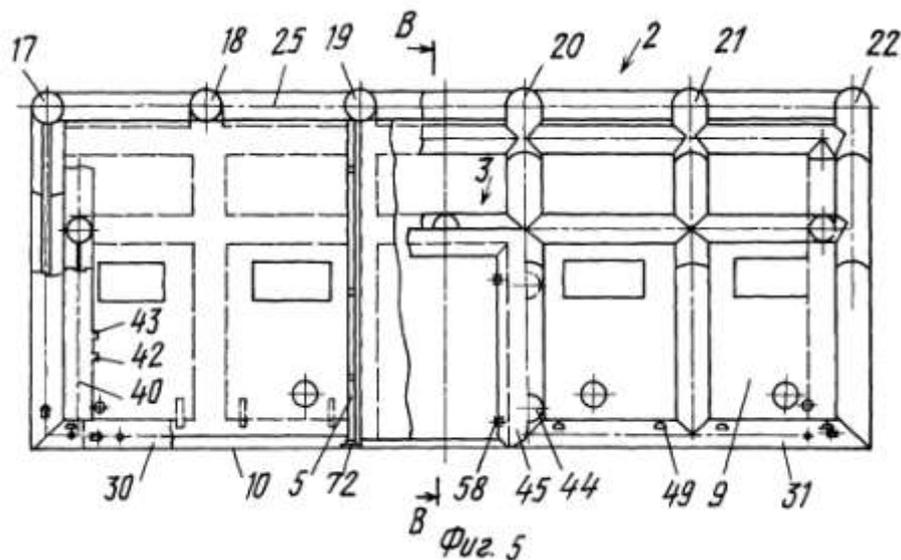
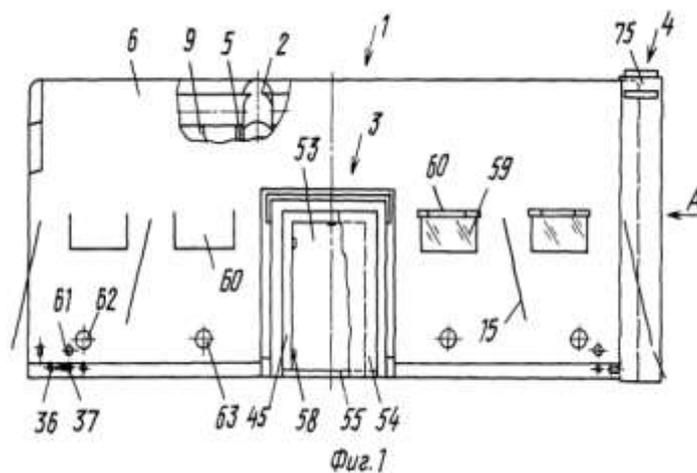


Рисунок 2.1 – Конструкция пневмокаркасного быстровозводимого сооружения

Недостатки данного изобретения: конструкция модулей затрудняет монтаж, так как при наполнении пневматических арок воздухом могут образоваться перегибы, которые препятствуют самопроизвольному принятию рабочей формы арки, в таких случаях требуется дополнительное усилие специалистов, монтирующих это сооружение для установки распорок. Кроме того, соединение модулей с помощью шнуровки тамбуров, продлевает время монтажа. После монтажа между рабочими модулями образуются зазоры, что приводит в этих зонах к скоплению снега, а также снижает устойчивость сооружения к ветровым нагрузкам. Наличие одной обшивки не позволяет использовать модули в районах

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Крайнего Севера, так как при отоплении на внутренней поверхности тента образуется конденсат.

При выходе из строя пневмоарки устойчивость модуля теряется, так как распорки перестают работать, и часть тента на размер, зависящий от степени повреждения пневмокаркаса, заваливается [18].

## 2) Пневмоарочное строительное сооружение. Патент № RU95106747A1 [19]

Пневмоарочное строительное сооружение, использующееся как временное укрытие строительных работ. Может устанавливаться на строящееся здание в виде крыши или на фундамент как складское помещение. Сооружение состоит из пневматических арок, удерживающихся легкой металлоконструкцией или жесткими тяжами, и верхней водонепроницаемой оболочки. Каждая пневмоарка состоит из отдельных секций в виде гибких и нерастяжимых рукавов, закачиваемых фланцами с патрубками. Рукав одевается на патрубки и закрепляется хомутами. Внутри воздухонепроницаемого рукава находится герметичная камера с воздухом. Давление в камере поддерживается компрессором. Изгиб арки обеспечивается скошенными торцами секций, где фланцы располагаются под углом к центральной оси секций. Секции жестко крепятся между собой болтовым соединением. Такая конструкция позволяет варьировать кривизну и соответственно высоту арки. Заменяя отдельные секции арки можно легко изменять длину арки при изменении пролета здания. А также быстро восстанавливать пневмоарку при ее разгерметизации. Описанное пневмоарочное сооружение характеризуется высокой устойчивостью, несущей способностью, надежностью и безопасностью.

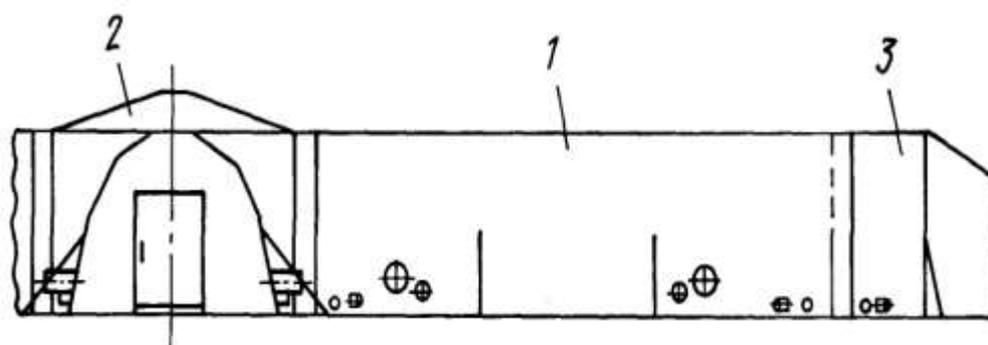
Недостатки изобретения: высокая материалоемкость, конденсат на верхней оболочке при отрицательных температурах, длительный монтаж каркаса и всех элементов, отсутствие утепленного пола.

## 3) Пневмокаркасное быстровозводимое сооружение. Патент № R2134761C1 [20]

Изобретение относится к временным пневмокаркасным быстровозводимым сооружениям (ПВС), приспособленным для эксплуатации в любых

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

климатических зонах, в том числе и в экстремальных условиях. Технической задачей изобретения является создание ПБС с плавными переходами размеров между модулями (М), улучшающими аэродинамические показатели всего сооружения, облегчение сборки и снижение времени на монтаж сооружения, повышение удобств в эксплуатации и транспортировании, повышение функциональных возможностей сооружения. ПБС содержит набор модулей (М), состоящий из рабочих модулей (РМ), разъемно соединенных между собой через переходной модуль (ПМ), а с торцевой стороны с шлюзовыми модулями (ШМ), образующие сооружение с взаимно перпендикулярными сторонами. ПБС состоит из пневмокаркасных М, включающих в себя пневматические арки (ПА), соединенные между собой пневматическими балками (ПБ) и опирающиеся на опорные баллоны (ОП), которые имеют наружную герметичную обтяжку и внутреннюю воздухопроницаемую обтяжку, причем вход в РМ и ШМ выполнен из пневмобаллонов, образующих П-образный дверной проем, с надувной дверью, а переходы РМ через ПМ имеют эластичные перегородки с шторками. ПМ в основании в плане имеет форму квадрата со срезанными углами. Быстроразъемные соединения, соединяющие (М) между собой, состоят из силовой конструкции типа ремень-пряжка, эластичного стыковочного фартука, неразъемно соединенного по всему периметру с торцевой аркой одного из стыкуемых М (с элементом натяжения).



Фиг.1

Рисунок 2.2 – Конструкция пневмокаркасного быстровозводимого сооружения

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

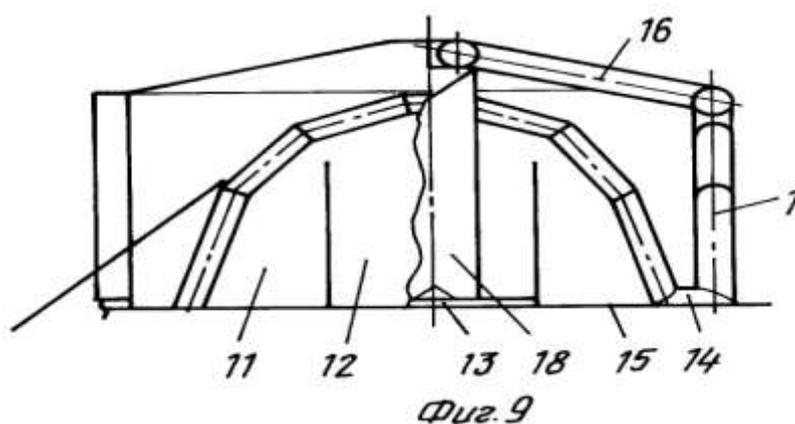


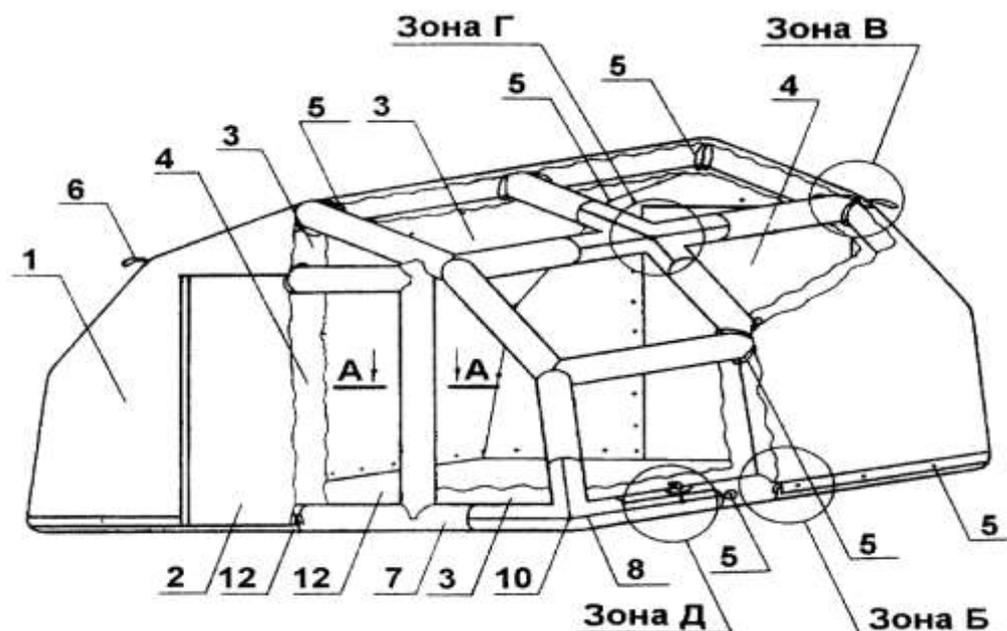
Рисунок 2.3 – Конструкция пневмокаркасного быстровозводимого сооружения

Недостатком такого сооружения является неудобство в монтаже, транспортировании, а также отсутствие возможности изоляции отдельных помещений для выполнения процедур и самое главное отсутствие функциональных возможностей развития площадей при расположении отдельных сооружений (палаток) под углом друг к другу, например, во взаимно-перпендикулярных направлениях, дающее возможность доступа индивидуально в каждый отсек. Крепежные, распорные канаты не имеет возможность плотно крепиться в снег и в мерзлые грунты.

4) Пневмокаркасная палатка. Патент № RU2 182 811 С1 [21].

В основу изобретения положена задача создания конструкции пневмокаркасной палатки, комфортной и надежной в эксплуатации в различных климатических условиях, которая обеспечивает удобство технического и санитарно-гигиенического обслуживания, а также сокращает время и трудозатраты при сворачивании после окончания эксплуатации. Пневмокаркасная палатка состоит из съемных тента 1 с внешним пологом 2 и внутренней обшивки 3 с внутренним пологом 4, узлов крепления 5, крепления растяжек 6, надувного каркаса 7, перфорированных шлангов 8 с отверстиями и сквозными переходниками 10, штуцера впуска/выпуска воздуха и съемного пола 12. Пол соединен с тентом внахлестку с двух сторон и закреплен узлами

крепления с возможностью разъема. Тент прикреплен к внутренней обшивке с помощью разъемных узлов крепления посредством обхвата участков надувного каркаса, а крепления растяжек установлены на внешней стороне тента в области присоединения к его внутренней стороне узлов крепления, соединенных с участками надувного каркаса. Внутри надувного каркаса дополнительно установлен пневмодренаж для удаления остаточного воздуха, выполненный в виде перфорированных шлангов, сообщающихся между собой сквозными переходниками и соединенных со штуцером впуска/выпуска воздуха.



Фиг. 1

Рисунок 2.4 – Конструкция пневмокаркасной палатки

Недостатки данной конструкции: невозможность применения при долгих отрицательных температурах.

5) Здание с надувными стенами. Патент № RU2395659C2 [22].

Изобретение относится к области строительства, в частности к зданию с надувными стенами. Технический результат заключается в обеспечении высокой прочности, способности к расширению, легкости транспортировки, разборки, сборки и складирования. Здание с надувными стенами состоит из отдельных

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

объемных модулей. Объемные модули содержат жесткий пол с закрепленными на нем надувными стенами.

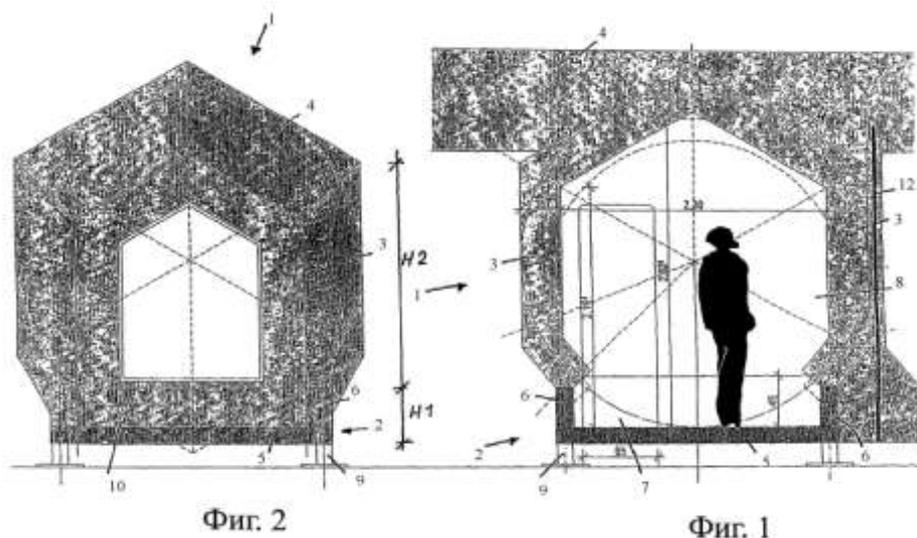


Рисунок 2.5 – Конструкция здания с надувными стенами

Недостатки изобретения: сложность в перевозке и монтаже, необходимость твердого основания.

б) Пневмокаркасное быстровозводимое сооружение. Патент №RU2145375C1.

Изобретение относится к быстровозводимым пневмокаркасным крупногабаритным по площади сооружениям, приспособленным для временной эксплуатации в любых климатических зонах, в том числе и в экстремальных условиях. Технический результат изобретения - повышение несущей способности, надежности и устойчивости сооружения, улучшение аэродинамических показателей. Отличительными особенностями комплекса является то, что пневмокаркасное быстровозводимое сооружение (ПБС) дополнительно снабжено установленным автономно от него блоком оборудования, выполненным в виде помещения-контейнера (ПК), с основанием и стенами, с закрывающимся входом, со смонтированными внутри помещения-контейнера на основании рабочими и резервными отопителями, электроагрегатами, электрощитом и другими устройствами системы поддержания микроклимата ПБС и обеспечения жизнедеятельности. Внутри ПК выделен объем для размещения при транспортировке всех укладок ПБС и

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

комплекта укладок сопутствующих принадлежностей (СП). Снаружи ПК в нижней части прикреплены приспособления для горизонтальной транспортировки его буксировкой, а в верхней части прикреплено захватное устройство для его подъема. В одной из стен ПК выполнены технологические отверстия для выхода газов при работе дизельгенераторов, а в другой стене - технологические отверстия. Внутренний объем ПК выбран с превышением более чем в 5 раз объема, занимаемого всеми агрегатами системы обеспечения жизнедеятельности, более чем в 50 раз меньше внутреннего объема всего пневмокаркасного сооружения и более чем в 5 раз больше объема укладки пневмокаркасных секций, причем высота ПК выбрана не менее антропологического значения роста для среднего человека. Свободный от смонтированных агрегатов инженерного обеспечения жизнедеятельности объем в ПК выделен в размере не менее 50% от внутреннего объема ПК и используется для размещения укладки секций ПБС и укладок комплекта СП при транспортировке и для создания персоналу зоны обслуживания агрегатов при эксплуатации развернутого ПБС [23].

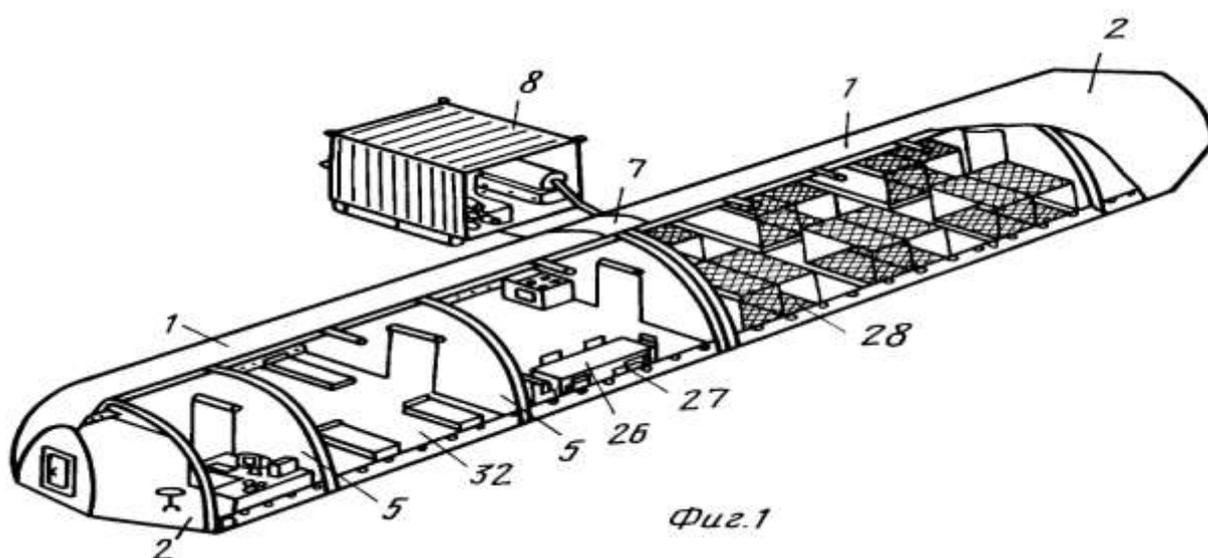


Рисунок 2.6 – Конструкция пневмокаркасного быстровозводимого сооружения

7) Двухслойная пневматическая конструкция. Патент № SU1318681A1 [24]

Изобретение относится к строительству, в частности к конструкциям пневматических сооружений. Цель изобретения - повышение надежности и упрощение изготовления. Двухслойная пневматическая конструкция включает круглую в плане центральную 1 секцию, чередующиеся трапецевидные 2 и треугольные 3 секции. Торцовые грани каждой секции перпендикулярны к срединной плоскости конструкции.

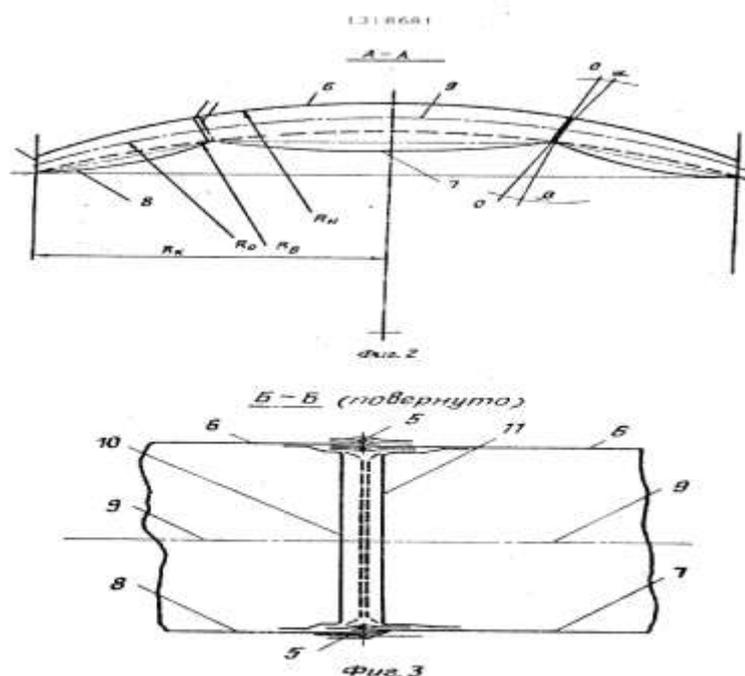
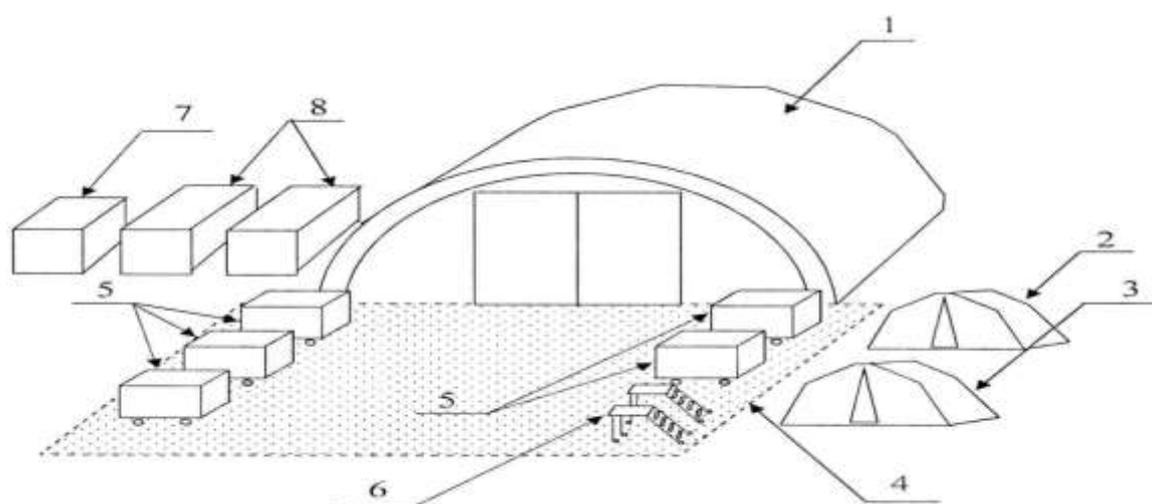


Рисунок 2.7 – Двухслойная пневматическая конструкция

8) Аэромобильные мастерские технического обслуживания и ремонта вертолетов. Патент №RU2 670 371 C1 [25].

Аэромобильные мастерские технического обслуживания и ремонта вертолетов включают закрытые помещения из разборных быстровозводимых пневмосооружений для выполнения работ на вертолетах, изготавливаемые мобильными на базе передвижных платформ, в частности пневмоангар (1) и пневмомодули (2, 3), и мобильные рабочие места (5) отдельных технологических

процессов технического обслуживания и ремонта узлов, агрегатов, систем и оборудования вертолетов, оснащенные разборным каркасом, съемными защитными чехлами и всем необходимым оборудованием, инструментом и средствами автономного энергоснабжения. Аэромобильные мастерские размещаются в авиатранспортабельных контейнерах, дооборудованных ложементами, стеллажами и разноразмерными пеналами из композитных материалов. Изобретение расширяет технические возможности мастерских.



Фиг. 1

Рисун.ок 2.8 – Конструкция аэромобильных мастерских технического обслуживания и ремонта вертолетов

9) Надувное сооружение. Патент № RU128649 U1 [26].

Надувное сооружение, характеризуется тем, что оно содержит надувное основание, соединенные и сообщающиеся с основанием надувные торцовые арки и расположенный над основанием каркас, выполненный из соединенных и сообщенных между собой продольных и поперечных надувных элементов. Каркас соединен с торцовыми арками и основанием. Полость каркаса, состоящего из поперечных и продольных надувных элементов, герметично отделена от полости, образованной надувным основанием и торцевыми арками.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Каркас, выполненный из соединенных и сообщенных между собой продольных и поперечных надувных элементов разделен на, по крайней мере, две герметичные части, полости которых герметично отделены друг от друга.

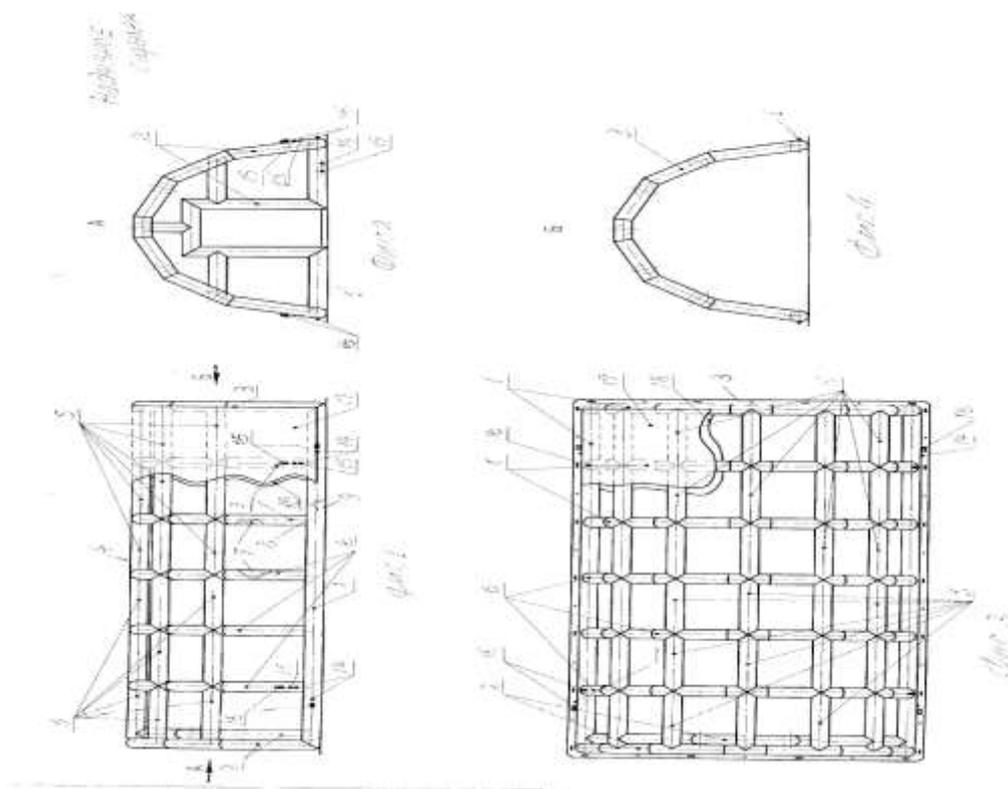


Рисунок 2.9 – Конструкция надувного сооружения

10) Пневмокаркасное сооружение. Патент № RU66769 U1 [27].

Полезная модель относится к области строительства, а именно к временным быстровозводимым пневмокаркасным крупногабаритным по объему сооружениям, предназначенным для использования в различных целях, в различных климатических условиях, в том числе экстремальных, и доставляемых к местам использования в компактном виде, удобном для транспортировки. Пневмокаркасное сооружение содержит ограждение и пневматические элементы. Ограждение выполнено из оболочек, соединенных перегородками с образованием камер. В камеры свободно помещены герметичные пневматические элементы, соединенные с источником подачи воздуха. При наполнении пневматических элементов воздухом они образуют совместно с

перегородками и оболочками ограждения каркас сооружения. В результате реализации полезной модели образуется пневмокаркасное сооружение, характеризующееся высокой устойчивостью под ветровой и снеговой нагрузкой и надежностью в эксплуатации вследствие, легкостью сборки и разборки сооружения. Конструкция отличается простотой, а само сооружение малым весом и высокой теплоизоляцией.

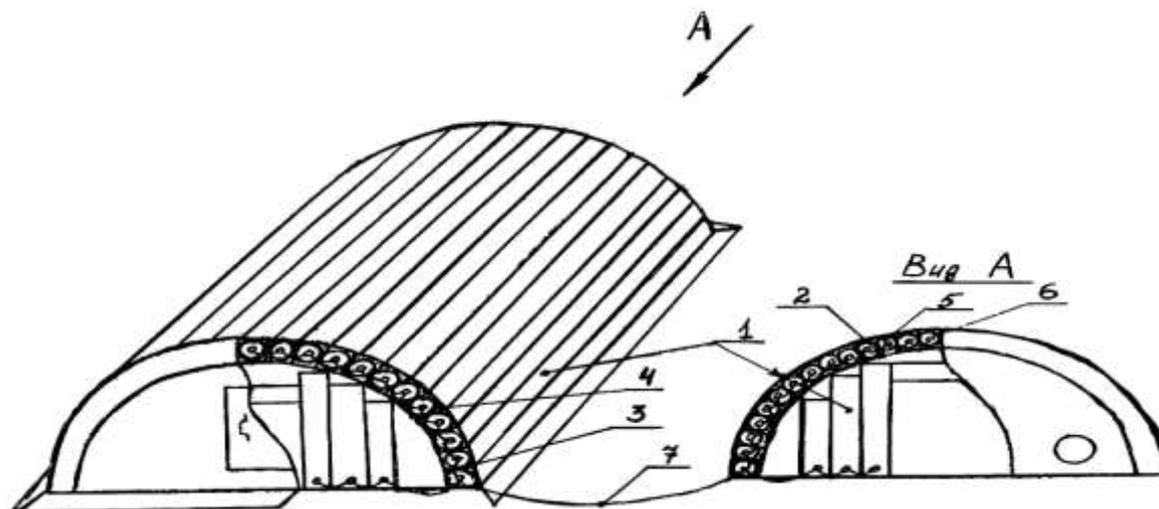


Рисунок 2.10 – Конструкция пневмокаркасного сооружения

Обратимся к зарубежному опыту и проведем обзор патентов Японии и США.

11) Надувное здание. Патент №US027437 [28].

Данное надувное здание (inflatable building) имеет схожесть с предыдущим патентом, но отличается наличием общей системы подачи воздуха в магистраль, сделанная из металла. Каркасом является металлические трубы, по которым уже располагаются баллоны, подключаемые к общей системе нагнетания воздуха под давлением. Эта конструкция также имеет ряд недостатков: долгий, трудозатратный монтаж; объемная перевозка; отсутствие пола.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

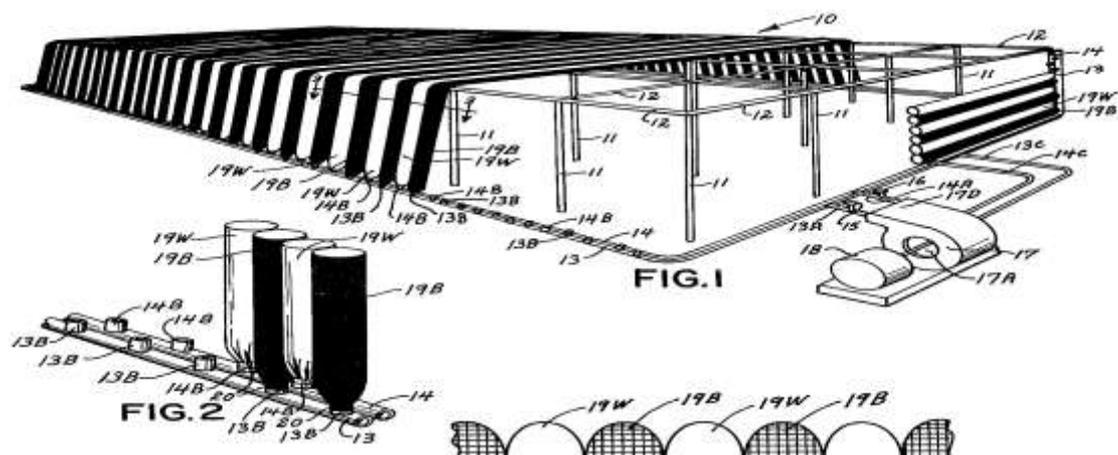


Рисунок 2.11 – Конструкция надувного здания

12) Надувная палатка с инженерными системами. Патент №US20100272915A1 [29].

Решение относится к быстровозводимым зданиям пневмокаркасного типа с применением инженерных систем, в частности система подачи воздуха в баллоны соединена с вентиляцией, что обеспечивает непрерывную циркуляцию воздуха. Это решение подойдет для применения в технологических циклах внутри этого сооружения. Но не решены основные эксплуатационные требования для универсальности мобильных зданий.

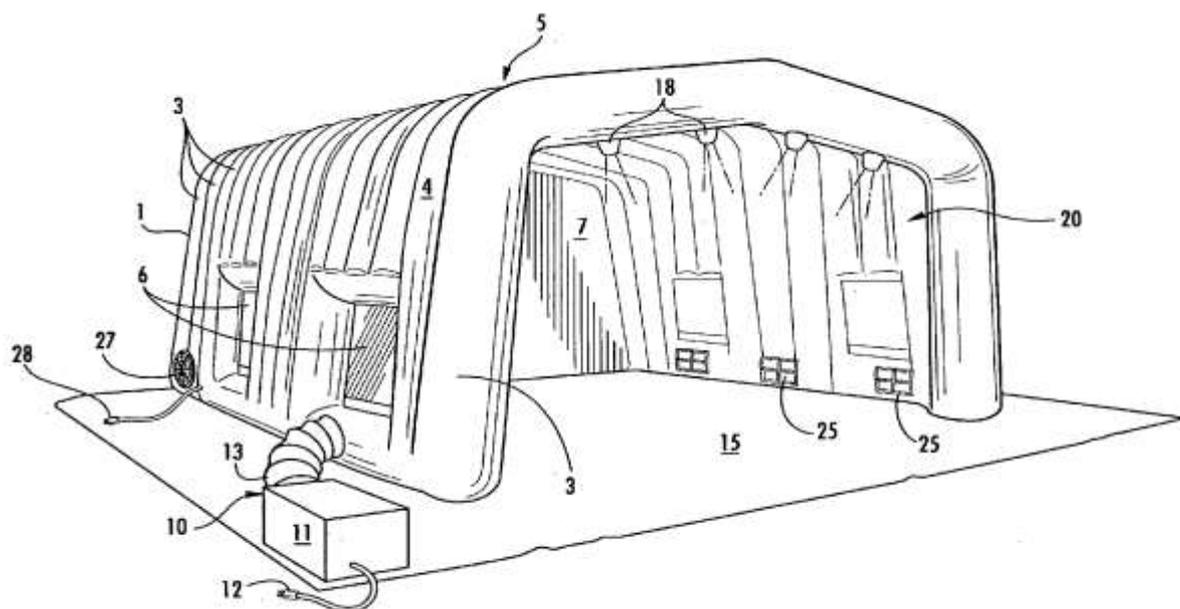


Рисунок 2.12 – Конструкция надувной палатки с инженерными системами

13) Надувное здание. Патент №JP2011149199A [30].

Данное изобретение представляет пневмокаркасное здание с канатами, которые стягивают здание поперек с подкладками для предотвращения прокола верхнего слоя баллона. Это техническое решение позволяет использовать здание в ветреных районах. Но универсальным оно тоже не является, имея ряд недостатков присущих патентам, указанных выше.

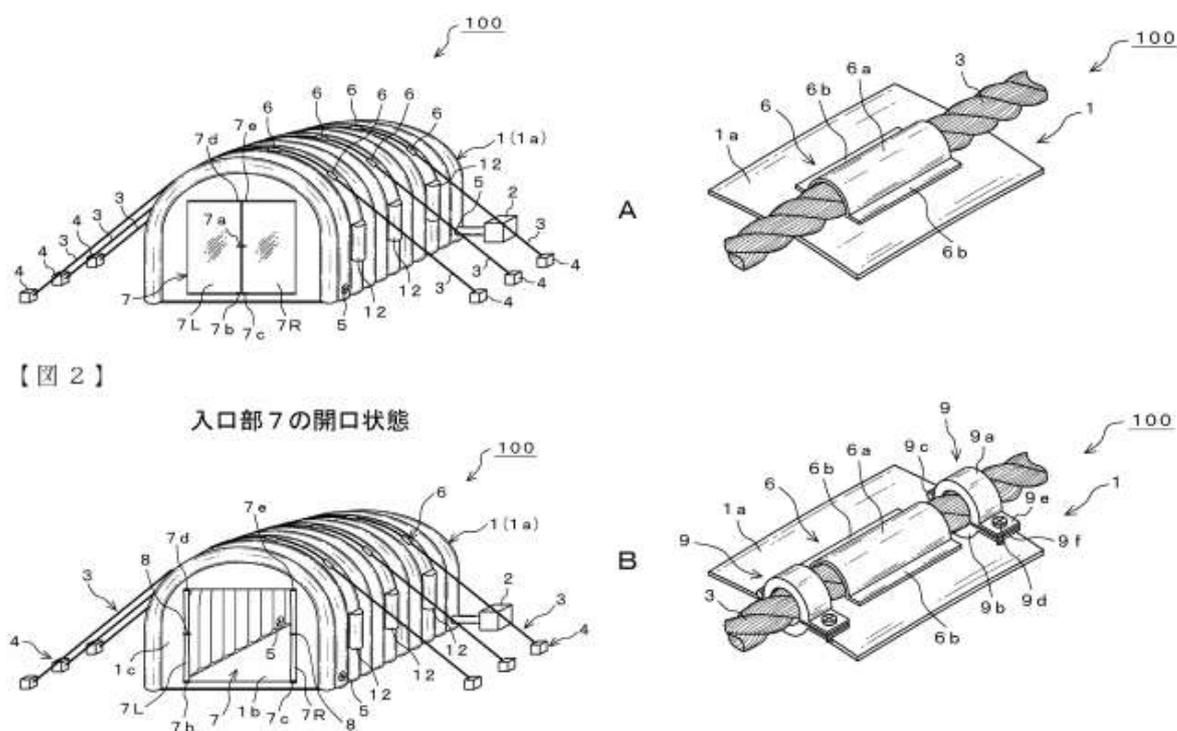


Рисунок 2.13 – Конструкция надувного здания

После проведения анализа российских и зарубежных патентов и обзора литературы можно сделать следующие выводы по недостаткам существующих изобретений. Данные патенты имеют те или иные недостатки, которые не позволяют применять сооружения как универсальные и подходить к целям данного исследования. Выделим основные:

1. При наполнении пневматических арок воздухом могут образоваться перегибы;

2. После монтажа между рабочими модулями образуются зазоры, что приводит в этих зонах к скоплению снега, а также снижает устойчивость сооружения к ветровым нагрузкам;

3. Наличие одной обшивки не позволяет использовать модули в районах Севера, так как при отоплении на внутренней поверхности тента образуется конденсат;

4. При выходе из строя пневмоарки устойчивость модуля теряется, так как распорки перестают работать, и часть тента на размер, зависящий от степени повреждения пневмокаркаса;

5. Крепление каркаса выполнено растяжками, что влечет невозможность крепить в рыхлый снег и мерзлые грунты;

6. Отсутствие твердого утепленного основания пола не допускает эксплуатацию при пониженных температурах и высокой проходимости;

7. Наличие стальных каркасов увеличивает срок монтажа, материалоемкость и доставку до объекта;

8. Отсутствует возможность увеличивать и уменьшать длину здания вместе с полом;

9. Монтаж здания только с помощью ручного труда и инструмента.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

### 3 ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ МОНТАЖА БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ УДАЛЕННОСТИ

Методология функционально-стоимостного анализа (ФСА) – это системное исследование объекта или процесса, направленное на повышение его функциональных возможностей и снижение суммарных затрат [31].

Расчет и алгоритм вариантного проектирования монтажа быстровозводимых зданий приведен в табл.3.1 и рис. 3.1

Таблица 3.1 – Расчет и алгоритм вариантного проектирования монтажа быстровозводимых зданий

Технико-экономические показатели	Варианты монтируемых элементов			Весомость $q$
	I	II	III	
Долговечность возводимых зданий, лет	100	100	15	0,149
Требуемое количество рабочих (100 м <sup>2</sup> ), чел.	8	6	2	0,101
Сроки монтажа по технологии (100 м <sup>2</sup> ), дн.	9	6	1	0,150
Затраты на транспортировку, балл	6	3	1	0,071
Высота этажа полносборного здания, м	6	3	6	0,051
Перекрываемый пролет здания, м	12	6	12	0,047
Стоимость 1 м <sup>2</sup> построенного здания (цены 2019 г.), руб/м <sup>2</sup>	33000	18000	5000	0,103
Трудозатраты на монтаж, чел.-ч/м <sup>2</sup>	2,5	0,56	0,2	0,150
Требуемое подъемно-монтажное оборудование, шт.	2	1	0	0,098
Удельный вес 1 м <sup>2</sup> монтажного элемента, кг	600	1190	50	0,031

*Примечание:* I вариант — возведение зданий поэлементно; II — возведение зданий из панелей; III — возведение из пневмокаркасной технологии.

Таблица 3.2 – Показатели различных теплоизоляционных материалов

Технико-экономические показатели	Виды теплоизоляционных материалов					q
	А	Б	В	Г	Д	
Затраты труда на теплоизоляцию, чел.-ч	20,04	7,11	4,88	20,04	18,17	0,148
Паропроницаемость, мг/м <sup>3</sup> *ч*Па	0,31	0,10	0,014	0,38	0,015	0,101
Водопоглощение, не более, % по объему	1	4	0,2	35	0,2	0,051
Теплопроводность при (25 ± 5) °С, Вт/м*°С	0,038	0,09	0,040	0,035	0,030	0,151
Огнестойкость, класс	НГ	Г1	Г1	НГ	Г4	0,048
Прочность на сжатие, МПа	0,045	0,5	0,15	0,3	0,5	0,050
Расчетное сопротивление теплопередаче, м <sup>2</sup> *°С /Вт	2,11	1,56	2,05	2,00	2,00	0,148
Стоимость 1 м <sup>3</sup> (цены 2019 г.), руб.	5450	300 0	2000	5600	5000	0,050
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	145	300	10	30	45	0,102
Толщина, мм	80	140	300	70	60	0,148

*Примечание.* Д – экструзионный пенополистирол, Г – пенобетон, В – пневмобаллон, Б – пенополистиролбетон, А – минеральная вата.

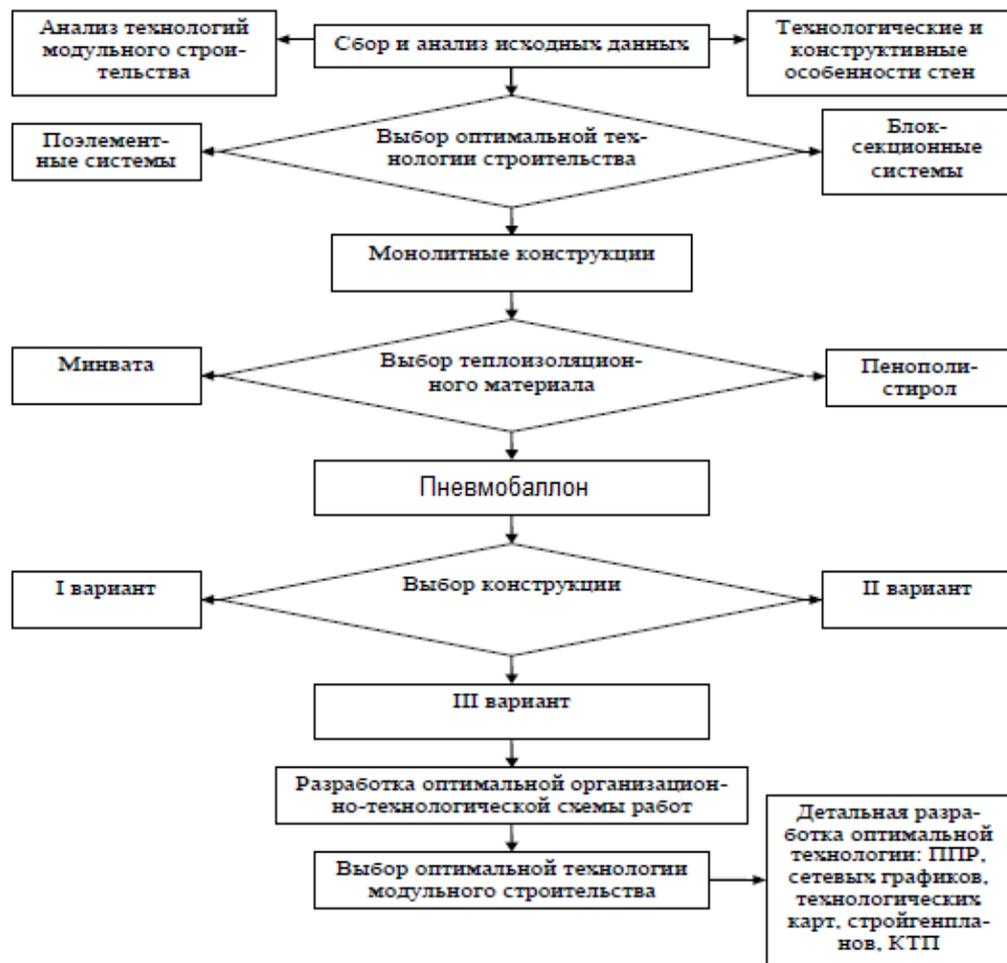


Рисунок 3.1 – Алгоритм вариантного проектирования технологии модульного строительства

Далее выбирается по параметрам теплоизоляция зданий

Таблица 3.3 – Результаты анализа вариантов модульного строительства

Варианты теплоизоляционных материалов для конструкций модулей	Относительный коэффициент близости к оптимальному варианту
Теплоизоляционные материалы: пенополистиролбетон	0,227
пневмобаллон	0,773
пенобетон	0,543
Конструкция модулей временных зданий: I вариант	0,511
II вариант	0,742
III вариант	0,537

Результаты компьютерного расчета полученных матриц сравнительного анализа даны в табл. 3.3.

## 4 РАЗРАБОТКА НОВОЙ СХЕМЫ КОНСТРУКТИВА ПНЕВМОКАРКАСНОГО ЗДАНИЯ

### 4.1 Описание новой схемы пневмокаркасного временного здания

Пневматические строительные конструкции покрытий по характеру работы очень близки к пространственным висячим и тентовым мембранам. Оболочки этих конструкций, изготовленные из тканых материалов, способны стабилизировать свою форму только при наличии предварительного напряжения. В отличие от тентовых мембран, где предварительное напряжение создается механическим путем, пневматические конструкции реализуют предварительное напряжение вследствие разности давления (избыточного или вакуума) в подбололочном и окружающем конструкцию пространстве.

После проведения анализа патентов, литературы и функционально-стоимостного анализа можно сделать вывод о более эффективном методе возведения временных зданий. На строительной площадке всегда необходимы сооружения для размещения и работы ИТР персонала, складских работников и т.н. штабы для проведения совещаний с персоналом, подрядными организациями и заказчиком. Здание должно легко перевозиться, быстро монтироваться, с низкой стоимостью и иметь возможность трансформироваться. Быстрое увеличение размеров здания с помощью специальных блоков (модулей) делает его универсальным.

Имея ограниченные возможности в технике, людях, времени и природных условиях, пневмокаркасное здание для наших требований является наилучшим решением.

Трансформируемое временное пневмокаркасное здание имеет следующие элементы:

Пневмокаркас заводского изготовления состоящий из:

- модуль с 3 стенами и крышей 6000\*3500\*1500 с тамбуром 1500\*2200\*1800;
- модуль с 3 стенами и крышей 6000\*3500\*1500 без тамбура;
- вставной модуль с 2 стенами и крышей 6000\*3500\*1500;

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Утепленный пол состоящий из:

- модуль утепленного каркасного пола под каждый элемент каркаса;
- лестница.

Каркас выполнен из мембраны – полиэфирная ткань с ПВХ покрытием. Применение технологии Mehler под торговой маркой VALMEX® МЕНАТОР защитных PVDF (поливинилиденфторид) лаков, которые повышают способность очищать ПВХ мембрану. Ткань Mehler с PVDF покрытием включает праймер между верхним лаковым покрытием и покрытием из ПВХ, и состоит из 5 слоев.

#### 4.2 Объемно-графическая часть исследования

Каркас.

Каркас выполнен из тканой ПВХ ткани плотностью 900г, методом сварки. Данный материал очень стоек к ультрафиолету, а также трудновоспламеняем. Требования пожарной безопасности: группа Г1, группа РП2, группа В2. Стены представляют из себя в разрезе полукруглое сечение баллонов соединенные мембранной между ними с отверстиями для воздуха. Средний диаметр стен в расширенной части баллона 300мм. Здание выполнено из секций по 1500мм в длину и 6000мм в ширину (Приложение А). Две секции торцевые и имеют по 3 стены с крышей и одна с тамбуром (Приложение Б). Монтаж вставной секции производится посередине и крепится с левой и правой торцовыми стенами с помощью шнуровки на люверсах (Узел 2, Приложение В). При этом для обеспечения герметизации от «мостиков холода» (промерзания) левая и правая части заходят в замок с помощью меньшего диаметра баллонов соседних элементов по всей площади соприкосновения – две стены и крыша. Стягивание шнуровкой с внутренней и внешней стороны надежно крепит элементы каркаса (Узел 2, Приложение Г, Приложение Д). Герметизацию стыка элементов в наружной части обеспечивает полоса из ткани как у каркаса, приваренной одним краем к баллону элемента справа с нахлестом через шнуровку на желоб левого элемента баллона. Эта полоса крепится с помощью обычной лепучки (Узел 2,

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

вид А, Приложение В). Со временем липучка может прийти в негодность, поэтому нужно пройти герметиком перед накачкой. Каждый последующий элемент пневмокаркаса имеет слева замковой баллон опущенный, справа приподнятый относительно основного баллона- для удобной стыковки. Вся система соборного каркаса крепится с помощью карабинов или веревок к балластовому грузу снаружи (Приложение А). Грузом могут служить мешки с песком или щебнем, которые укладываются на нижнюю юбку края стены. Для удержания каркаса во время сильных ветровых нагрузках, используется дополнительное крепление стенок к основанию пола изнутри (Узел 1, Приложение Е). Карабин на стене крепится к серге, которое смонтировано в пол. Перед накачкой секции каркаса соединяются воздушными трубками (Визуализация, Приложение Ё).

Пол.

Пол выполнен также из блоков, которые соответствуют размерам элементов каркаса 6000\*1500. Конструкция пола изготовлена из стандартного сортамента металла на болтовом соединении с контрольной проверкой сборки в заводских условиях и защищена методом цинкования (Спецификация металлопроката, Приложение Ж). Основание пола представляет из себя следующий конструктив: стойки расположены с шагом 2000мм в длину и 1500мм в ширину и соединены ригелями, что образует раму. На ригеля на отм. +0,340 укладывается влагостойкая фанера 20мм, с торца всего элемента устанавливается на ребро деревянная доска 200\*25мм (Узел А, разрез 4-4 (1), Приложение 3). На расстояние между пролетом стоек стелится пароизоляция и укладывается в шахматном порядке минераловатный утеплитель до толщины 200мм. Утеплителем может служить и экструзионный материал и пенопласт. Далее монтируем щит Щ1 с ребрами жесткости на торцевые доски и сверху укладываем щит Щ4 и скрепляем две фанеры самонарезающими винтами с шагом 500мм (Приложение И). Финишным покрытием может служить коммерческий линолеум. Пирог пола (Разрез 4-4, Приложение 3). Лестница в

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

тамбур имеет такой же конструктив и размеры 570\*1000\*600 с антискользящим покрытием из резины на степенях (Приложение К). Для достижения нужного уровня поля относительно рельефа стойки имеет регулировку по высоте через наваренную гайку и круг ф10 с резьбой (шпильку). Для того, чтобы полая профилированная труба не промерзала во внутрь стойки забивается минераловатный утеплитель на всю высоту.

Наполнение внутренними инженерными сетями.

Система поддержания избыточного давления спрятана в стенках сооружения. Воздухозаборник находится снаружи и защищен решеткой, которая препятствует попаданию посторонних предметов в систему подкачки. Система функционирует при подключении к сети электропитания 220-250В. Система поддержания давления не требует постоянной подкачки. Автоматическая система подкачки включится на 5-10 минут при необходимости, имеется обратный клапан. Сооружение обеспечено вводом электропитанием напряжением 220В щитом с автоматами, разводкой к розеткам и электроосвещением. Внутреннее пространство отапливается бытовыми обогревателями масляного типа, электропушками и тепловыми завесами при входе. Также имеется вентиляция.

Пневмокаркасные секции работоспособны при эксплуатации в следующих климатических условиях: температура воздуха от минус 40°C до 50°C, скорости ветра до 20 м/сек, атмосферном давлении, соответствующем высоте над уровнем моря 0-3000 м, относительной влажности воздуха до 99%, при температуре 25°C, погодных условиях: туман, роса, дождь, снеговая нагрузка до 0,30 кПа (25 кг/м<sup>2</sup>).

#### 4.3 Принцип доставки, разгрузки и монтажа нового сооружения

Пневмокаркасные секции здания укладываются в специальные сумки-мешки объемом 3, 2,5м<sup>3</sup> (торцевые секции с тамбуром и без) и 1,5м<sup>3</sup> (вставные секции). Основание пола из металла, щиты из фанеры и утеплитель грузятся навалом в кузов. Для перевозки здание размером 6000\*7500мм потребуются стандартный трехосевой вездеход типа КАМАЗ 43114 с тентовым или изотермическим

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

кузовом. Вес каждого элемента 100, 120, 135 кг. Погрузка и разгрузка может производиться вручную 2-3 человека. Основание пола собирается по элементно на болтовом соединении. Сначала монтируются стойки с ригелями в секции и соединяются между собой, потом фанера, торцевая доска, параизоляция и утеплитель. Далее два слоя фанеры и финишный линолеум. С помощью шпилек с резьбой на стойках достигается нужный уровень относительно рельефа. Элементы каркаса раскладываются на основание пола, шнуруются между собой и застегиваются полосой с липучкой, потом соединяются воздушные трубки и подключается компрессор. Затем каркас изнутри крепится к основанию пола, снаружи –к баластовым мешкам. Монтируется двери тамбура и наружная лестница. Для всей сборки конструкции нужно 3-4 человека и до 5 часов работы с учетом низких температур.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Для расчета стоимости и сравнения характеристик доставки и эксплуатации нового трансформируемого временного здания возьмем Объект: «Строительно-монтажные работы на ОБП, ВЖК, вертолетная площадка, ремонтно-эксплуатационная база сервисных предприятий Восточно-Мессояхского месторождения» компании АО «Газпромнефть».

Таблица 5.1 – Сравнение стоимости перевозки

Тип временного мобильного здания	Показатели		
	Тип ТС для перевозки	Цена загрузки-погрузки, руб.	Цена доставки, руб.
Пневмокаркасное здание в комплекте (6*7,5м)	Полноприводный бортовой грузовик с тентом (типа КАМАЗ 43114)	8 172	80 000
Модульное здание на металлокаркасе (2 модуля по 6*3м)	Полноприводный тягач с высоким тралом длиной более 12м НЕГАБАРИТ	12 000	150 000

Груз с временным зданием пойдет из г.Новый Уренгой до п.Тазовский и далее по «зимнику» до Восточно-Мессояхского месторождения (рис. 5.1 ). Общая протяженность пути составляет 463км. Из таблицы видно, что затраты на перевозку и погрузку временного здания из металла выше, чем пневмокаркаса. Но при погрузке модульного здания время работы автокрана намного меньше, чем при ручной погрузке компонентов пневмокаркасного сооружения. Время в пути бортовой машины меньше, чем автопоезда при негабарите.



Рисунок 5.1 –Схема движения груза из Н.Уренгоя до Восточно-Мессояхского месторождения

Таблица 5.2 – Сравнение стоимости монтажа

Тип временного мобильного здания	Показатели		
	Приминяемые механизмы при монтаже	Вес конструкции в собранном виде, кг	Цена монтажа (время*ч/ч, маш/ч), руб.
Пневокаркасное здание в комплекте (6*7,5м)	Ручной труд	900	9 080
Модульное здание на металлокаркасе (2 модуля по 6*3м)	Автокран, ручной монтаж	5 000	5 816

На основании проведенного экономического анализа по затратам на транспортировку и сборку временных мобильных зданий для персонала

строительной площадки можно сделать выводы о том, что новое пневмокаркасное здание выгоднее в доставке и сопоставимо в монтаже. При этом время экономится за счет доставки и затраченных усилий на саму перевозку и ее диспетчиризацию. Рыночные цены на здания сопоставимы - 300 000 руб.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

## 6. РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМИНЕНИЯ РАЗРАБОТКИ

Разработка данной конструкции, используемый в составе пневмокаркасного быстровозводимого сооружения, может использоваться и индивидуально, позволяя обеспечить комфортные условия и безопасность персоналу практически в любой точке мира - на суше, в болотистой местности, на льдах, снеге, с доставкой упакованного пневмокаркасного сооружения любым видом транспорта. Приминения нового конструктива может быть востребована в военной сфере, спасательной, туристической и т.д. При этом мобильность здания позволяет трансформировать его под любые цели в условиях удаленности и плохих природных, климатических режимах. Данное временное сооружения используются и как административные здания для размещения людей, мастерские по ремонту техники при проведении ремонтных работ в полевых условиях, как складские помещения, выставочные залы, зрелищные и спортивные сооружения, как временные казармы, командные пункты, пункты дегазации (деактивации, дезинфекции) и во всех других случаях, когда требуется быстро обеспечить идеальную “крышу над головой”. Использовать можно как полевые госпитали для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим при ликвидации последствий стихийных бедствий, аварий, катастроф и в других чрезвычайных ситуациях, в т.ч. и в труднодоступных местах и отдаленных районах.

2020 год стал годом распространения эпидемии вируса Covid-19 и правительство всех стран вкладывают большие средства в борьбу с этим заболеванием. Поэтому это изобретение может служить отличным помещением для приема больных, а в связи с его трансформированностью и мобильностью, здание может использоваться как временные палаты для лечения пациентов и оказания скорой неотложной помощи.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка нового конструктива временного пневмокаркасного мобильного здания решила проблему в трансформации небольшого здания на строительной площадке. Новое изобретение позволяет обеспечивать комфортные условия в нахождении внутри персоналу в условиях низких температур и осадков. Сократилось время в доставке и монтаже сооружения в условиях ограниченных ресурсов. Анализ доказал экономический эффект нового конструктива в доставке, разгрузке, погрузке, монтаже и эксплуатации здания. При этом возросла кратность использования здания на новых площадках в зависимости от потребностей. Новый каркас открывает дополнительные возможности в его применении в разных областях жизнедеятельности человека. Реалии 2020г. показывают необходимость и востребованность таких конструкций в социально-медицинских сферах общества.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Афанасьев А. В. Организация строительства быстровозводимых зданий и сооружений / А. В. Афанасьев, В. А. Афанасьев // Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях. — СПб. : Стройиздат, 1998. — С. 226–230.
- 2 Бадьин Г. М. Влияние качества проектных решений и строительного-монтажных работ на энергоэффективность зданий / Бадьин Г. М., Сычев С. А., Павлова Н. А. // Мир строительства и недвижимости. — 2013. — № 47. — С. 7–10.
- 3 Николаев, С. В. СПКД – система строительства жилья для будущих поколений / С. В. Николаев // Жилищное строительство. — 2013. — № 1. — С. 7–15.
- 4 Нойферт, Э. Строительное проектирование / Э. Нойферт. — 40-е изд., перераб. и доп. — М. : Архитектура-С, 2014.—592 с.
- 5 Назарова, Л. Г. Гражданские и промышленные здания на Севере : учеб.пособие для вузов / Л. Г. Назарова. —Л.: Стройиздат, 1989. —248 с.
- 6 Нейфах, Л. С. Архитектура объемно-блочных зданий контейнерного типа для Севера / Л. С. Нейфах. —Л.: Стройиздат, 1983. —173 с.
- 7 Быстровозводимые здания и сооружения / А. Н. Асаул, Ю. Н. Казаков и др. — СПб. : Гуманистика, 2004. —472 с.
- 8 Ерофеев, П. Ю. Об исследовании рынка блок-модульного строительства быстровозводимых зданий и поселений / П. Ю. Ерофеев, М. М. Калюжнюк, Е. В. Секо // Тематический сб. трудов / под ред. д. э. н., проф. В. А. Заренкова. —СПб.: Стройиздат СПб., 2003. —С. 105–112.
- 9 Байбурин А. Х. Комплексная оценка качества возведения гражданских зданий с учетом факторов, влияющих на их безопасность : дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 : защищена: 15.04.2012 / А. Х. Байбурин ; науч. консультант С. Г. Головнев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Южно-Уральский гос. ун-т. —СПб., 2012. —408 с.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

10 ГОСТ 22853–86. Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия.— Введ. 1987-01-01. — М. : Гос. Комитет СССР по делам строительства : Изд-во стандартов, 1986. —23 с.

11 ГОСТ 23118–2012. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.— Взамен ГОСТ 23118–99; введ. 2013-07-01. — М. :Стандартинформ, 2013. —32 с.

12 Панибратов, Ю. П. Эффективность применения мобильного малоэтажного строительства / Ю. П. Панибратов, А. И. Орт, Е. Д. Чекулаев // Мобильные и быстровозводимые здания, сооружения и комплексы : сб. науч. тр. — СПб., 1999. —С. 64–70.

13 Петраков, Б. И. Возведение конструкций с помощью пневмоопалубок в районах Севера / Б. И. Петраков. —Л. :Стройиздат, 1984. —220 с.

14 СП 16.13330.2011. Стальные конструкции : актуализированная редакция СНиП II-23–81 : издание официальное / Министерство регионального развития Российской Федерации. —М., 2011. —173 с.

15 Строительство и реконструкция зданий по технологии энергоэффективного дома / Л. М. Колчеданцев и др. —Боровичи, 2015. —170 с.

16 ГОСТ Р 58760-2019. Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия.— Введ. 2019-12-12. — М. : Стандартинформ, 2020. —4-9.

17 Эксплуатационная надежность металлических конструкций и сооружений производственных зданий в экстремальных условиях Севера / В. В. Филиппов, Т. А. Корнилов, Ф. Ф. Посельский [и др.] ; под ред. В. В. Филиппова. —М. :Физматлит, 2012. —434 с.

18 Патент на изобретение № RU2171344C1 «Пневмокаркасное быстровозводимое сооружение», заявка № 2000116865/03 от 2000.06.26, патентообладатель Открытое акционерное общество "Ярославрезинотехника".

19 Патент на изобретение № RU95106747A1 «Пневмоарочное строительное сооружение», заявка №95106747/03 от 1995.04.28, патентообладатель

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Товарищество с ограниченной ответственностью "Бетонных конструкций и сооружений".

20 Патент на изобретение № RU2134761C1 «Пневмокаркасное быстровозводимое сооружение», заявка №97113242/03 от 1997.07.21, патентообладатель Закрытое акционерное общество "Медитэкс".

21 Патент на изобретение № RU2182811C1 «Пневмокаркасная палатка», заявка от 2001.02.22.

22 Патент на изобретение № RU2395659C2 «Здание с надувными стенами», заявка от 2005.10.21, патентообладатель Шлерет Макс Михаэль.

23 Патент на изобретение № RU2145375C1 «Пневмокаркасное быстровозводимое сооружение», заявка №98111848/03 от 1998.06.22, патентообладатель Закрытое акционерное общество "Сети".

24 Патент на изобретение № SU1318681A1 «Двухслойная пневматическая конструкция», заявка № 3949014 от 1985.07.30.

25 Патент на изобретение № RU2670371C1 «Аэромобильные мастерские технического обслуживания и ремонта вертолетов», заявка № 2017108864 от 2017.03.16, патентообладатель ЗАО "НТЦ "КАЧЕСТВО".

26 Патент на изобретение № RU128649U1 «Надувное сооружение», заявка № 2013101520/03 от 2013.01.14, патентообладатель Сонькин Александр Вениаминович.

27 Патент на изобретение № RU66769U1 «Пневмокаркасное сооружение», заявка № 2007111589/22 от 2007.03.30, патентообладатель Артемов Александр Викторович.

28 Патент на изобретение № US027437 «Надувное здание», США.

29 Патент на изобретение № US20100272915A1 «Надувная палатка с инженерными системами», заявка № US12/431,116 от 2009-04-28, патентообладатель Сет Энтони Законы.

30 Патент на изобретение № JP2011149199A «Надувное здание», заявка от 2010-01-21, патентообладатель Чугоку Электрик Пауе Компани.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

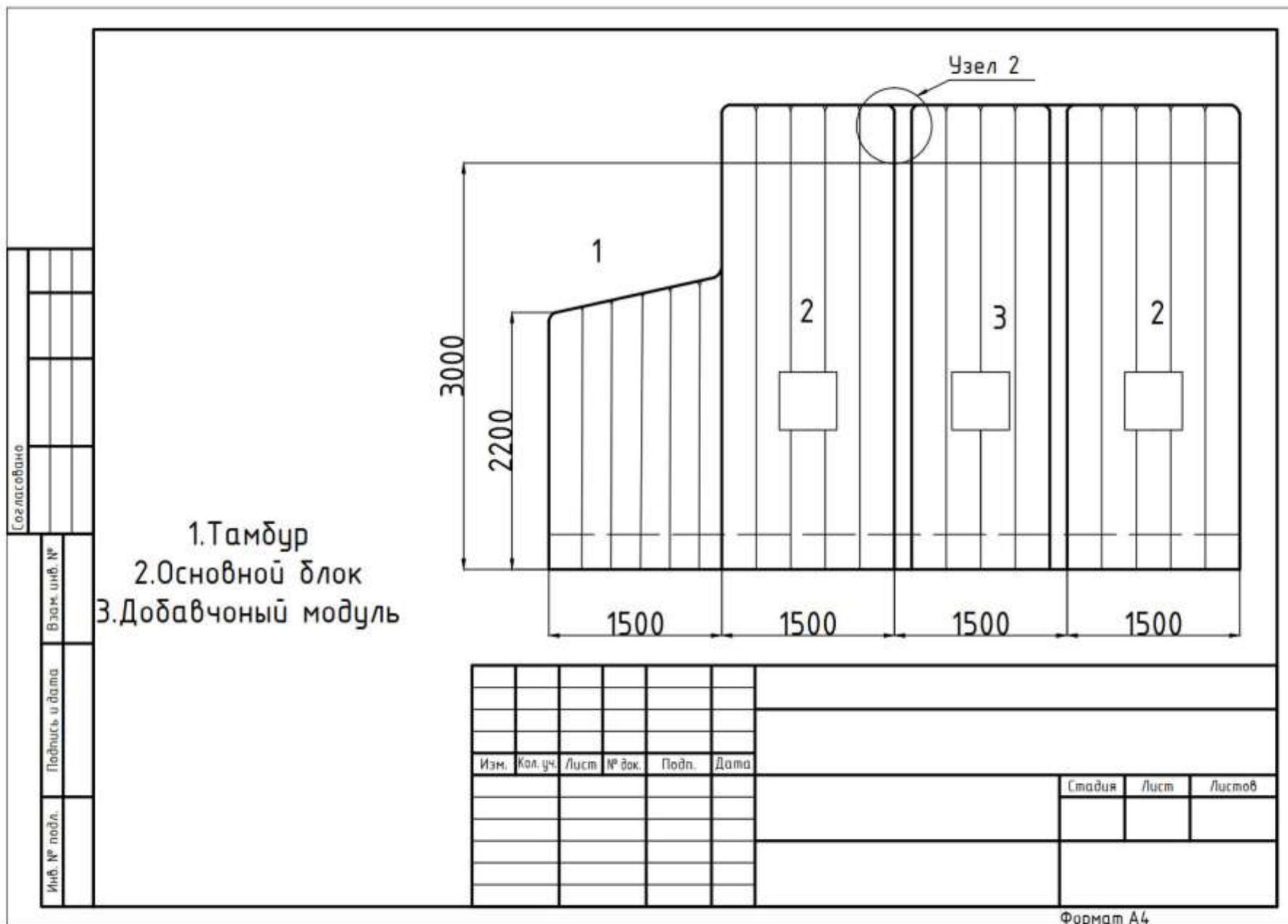
31 Байбурин, А.Х. Функционально-стоимостной анализ: учебное пособие / А.Х. Байбурин, Н.В. Кочарин, Ю.Ф. Прохоров, С.И. Кухаренко, Н.Б. Примак, Б.В. Шмаков. – Челябинск: Полиграф-Центр, 2019. – 141 с.

32 Байбурин, А.Х. Научно-исследовательская работа магистрантов инновационной программы с основами патентования: учебное пособие / А.Х. Байбурин, Н.В. Кочарин, И.А. Шишкеедова, Б.В. Шмаков. – Челябинск: Полиграф-Центр, 2019. – 79 с.

					АСИЗ-393-08.04.01-2021-143-ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70



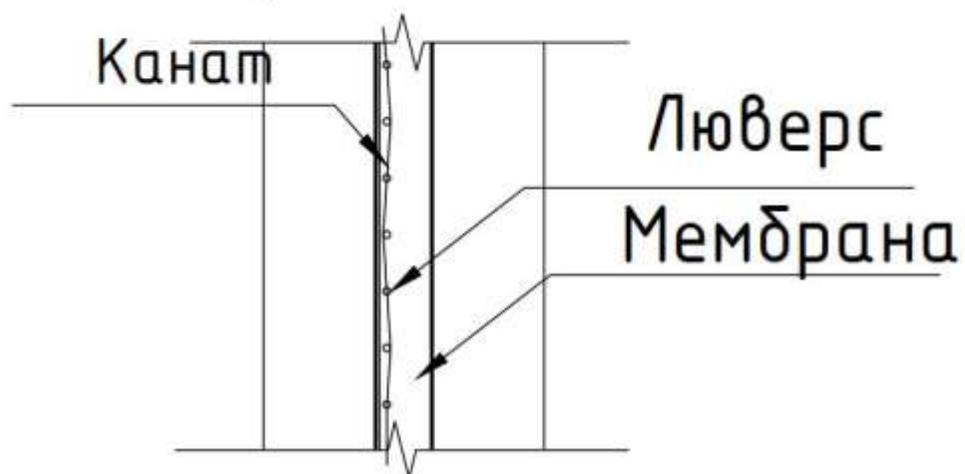
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Вид Б



Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Узел2 Вид А

## Узел 2



Вид Д

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Стадия	Лист
								Листов

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Узел2 Вид Б

Вид Д

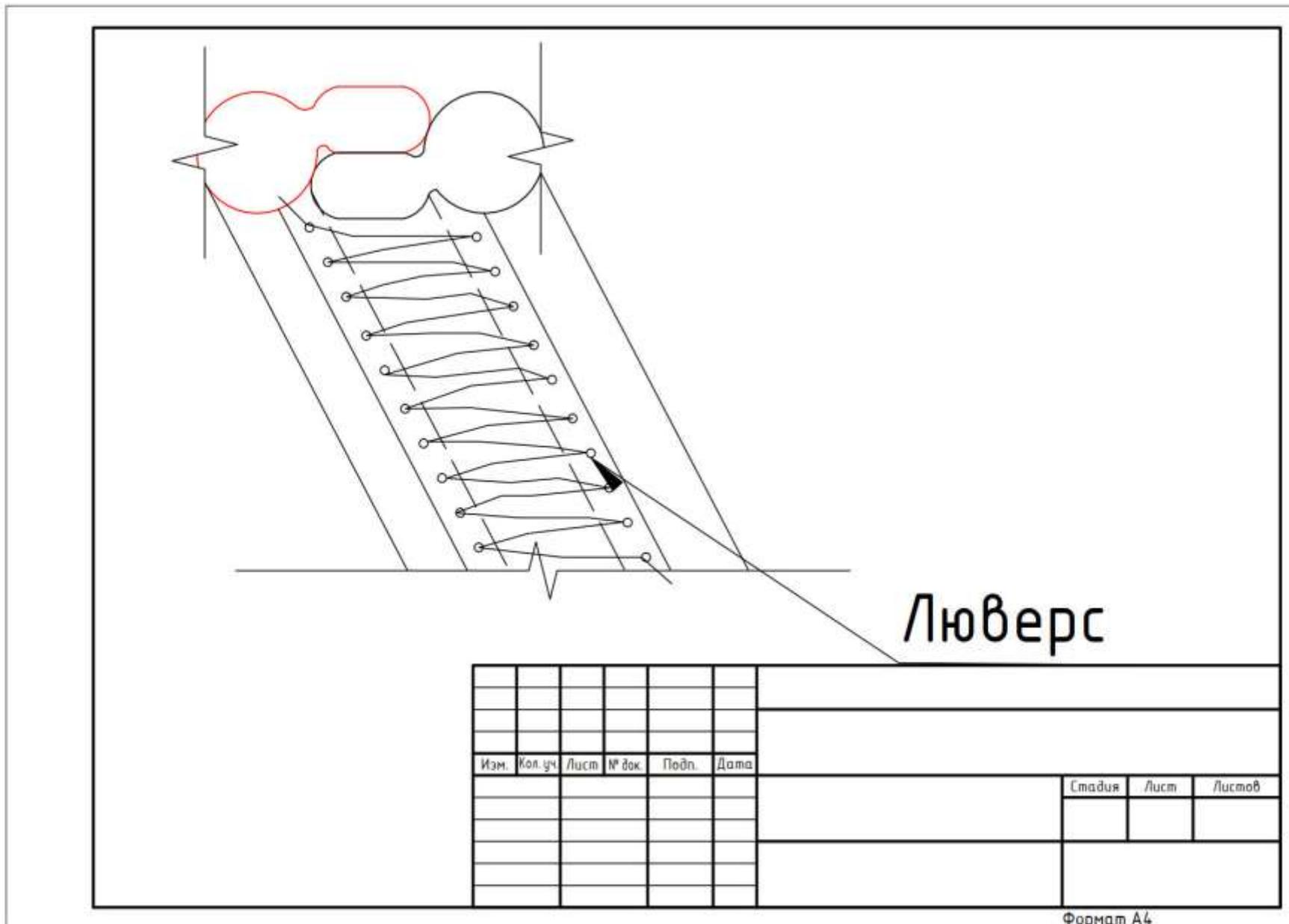
Ø300

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Стадия	Лист	Листов

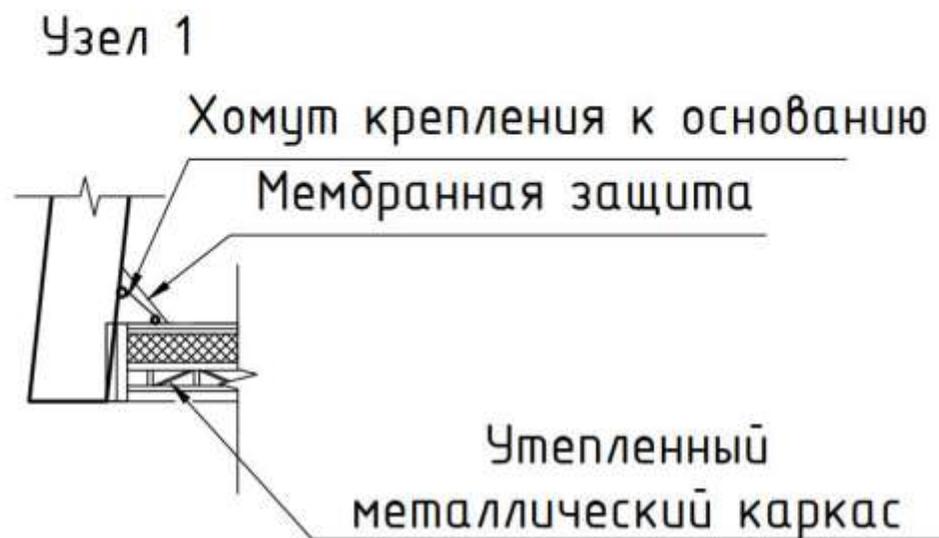
Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Узел2 Вид В



Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Узел 1



Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Ё – Внутренняя визуализация



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – Спецификация металлопроката каркаса пола

Спецификация металлопроката

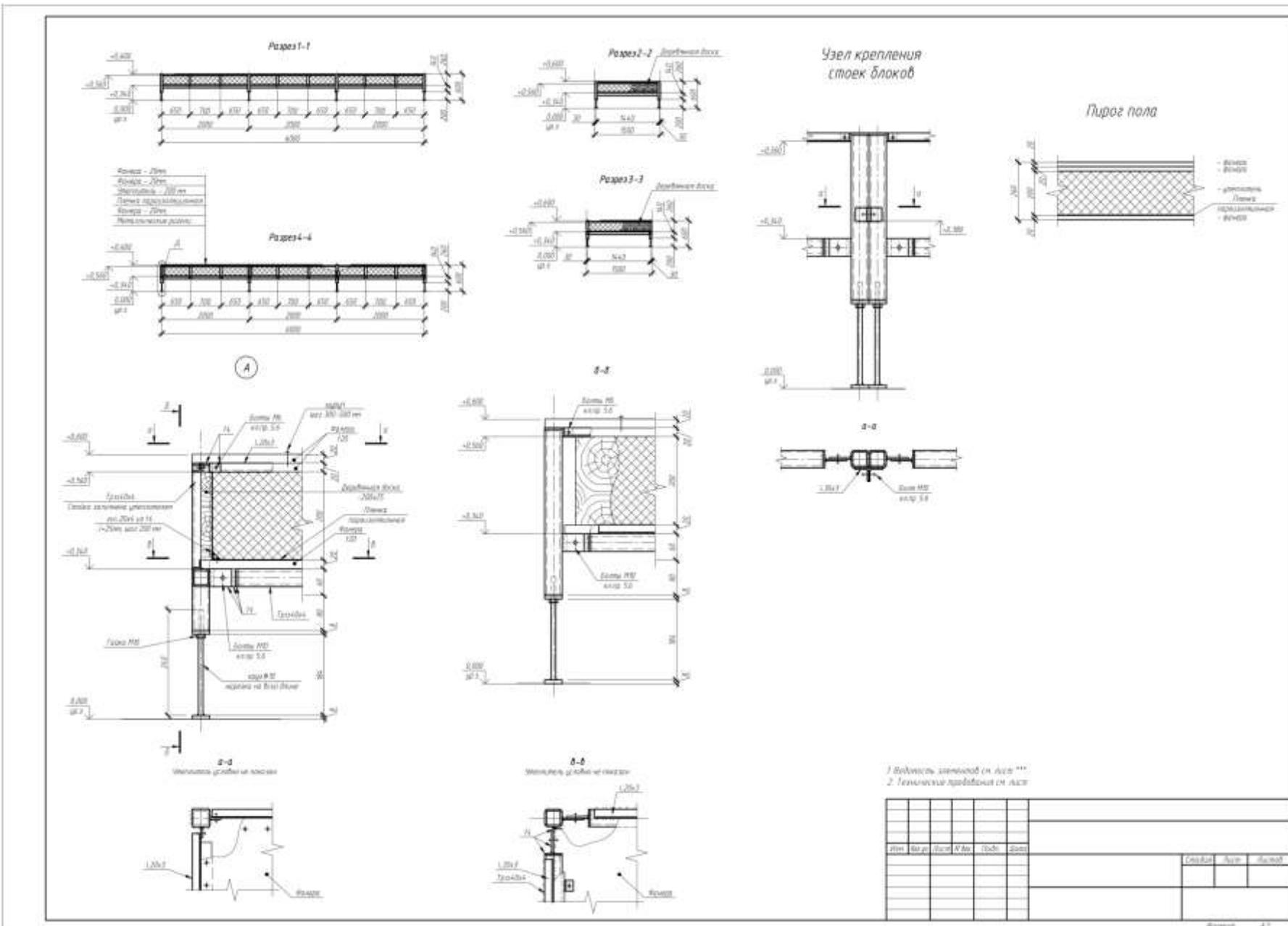
Наименование профиля ГОСТ, ТУ	Наименование или марка металла ГОСТ, ТУ	Номер или размеры профиля, мм	№ лп	Масса металла по элементам конструкции, т		Общая масса, кг
				Площадь	Листов	
1	2	3	4	5	6	7
Трибы стальные квадратные по ГОСТ 8639-82	C255 по ГОСТ 27772-2015	Тр040x4		126		126
	Итого					
Всего профиля				126		126
Уголки стальные горячекатаные равнополочные по ГОСТ 8509- 93	C255 по ГОСТ 27772-2015	L20x3		27		27
		L30x3		0,2		0,2
	Итого					
Всего профиля				27,2		27,2
Прокат готовой стальной горячекатаный круглый по ГОСТ 2590- 2006	C255 по ГОСТ 27772-2015	φ10		1,2		1,2
		Итого				
Всего профиля				1,2		1,2
Прокат листовой горячекатаный по ГОСТ 1903- 2015	C255 по ГОСТ 27772-2015	14		11,1		11,1
		Итого				
Всего профиля				11,1		11,1
Всего масса металла:				165,5		165,5
В том числе по маркам стали						
C255				165,5		165,5

1. Ведомость элементов см. лист \*\*\*  
2. Все металлические изделия должны быть оцинкованы.

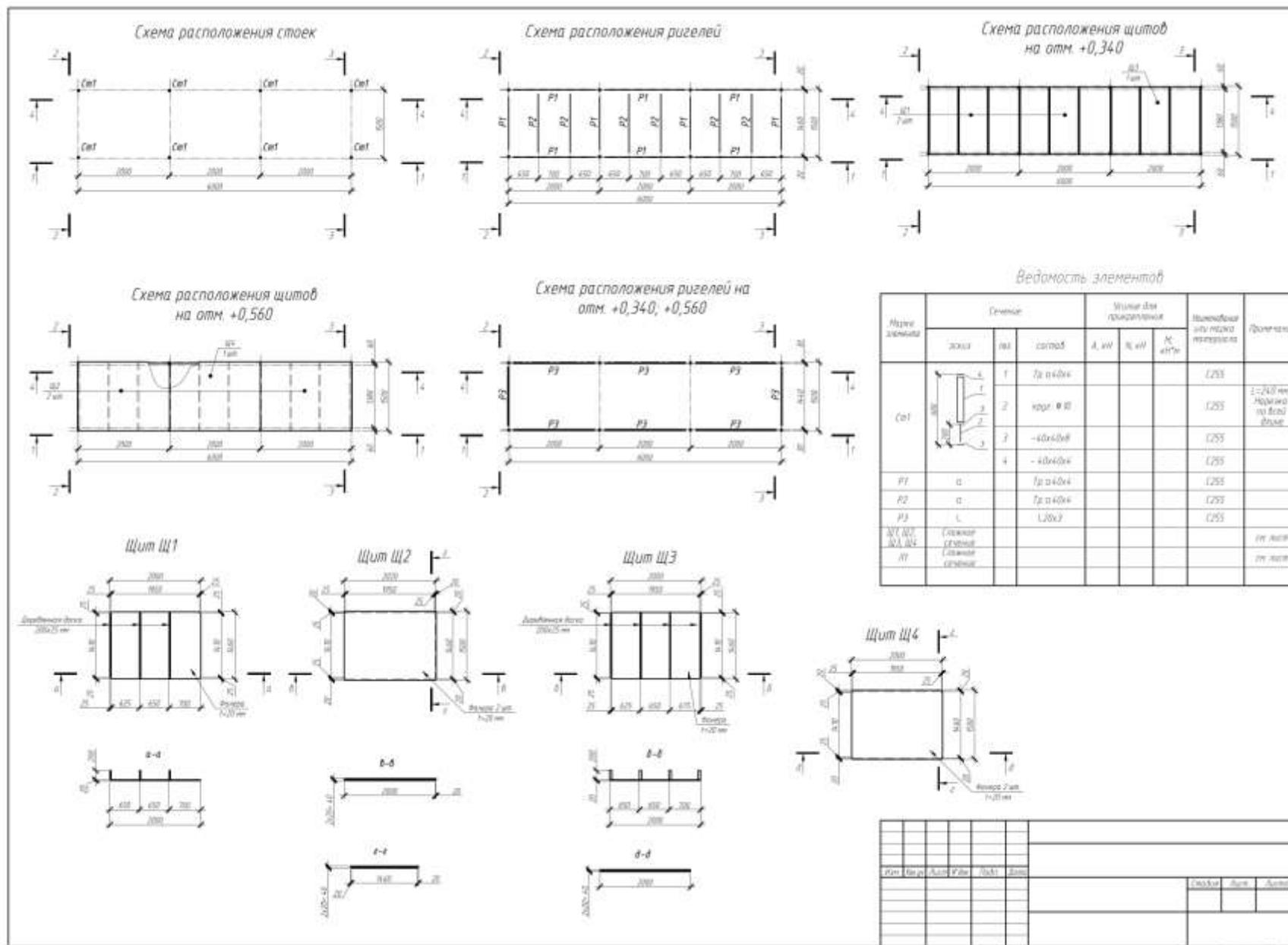
1. Болты М6x60 по ГОСТ Р ИСО 4014-2013 – 16 шт;  
Гайки М6 по ГОСТ Р ИСО 4032-2014 – 16 шт;  
Шайбы М6 по ГОСТ 11371-78 – 16шт.
2. Болты М10x60 по ГОСТ Р ИСО 4014-2013 – 36 шт;  
Гайки М10 по ГОСТ Р ИСО 4032-2014 – 44 шт;  
Шайбы М10 по ГОСТ 11371-78 – 36 шт.
3. Самонарезающие винты В6x25 по ТУ 64-18-173-95 – 260 шт.
4. Деревянная доска 200x25 мм L=15 м – 10 шт
5. Фанера по ГОСТ 3916.1-2018 2000x1500x20 мм – 9 шт.
6. Пленка пароизоляционная – 24 м<sup>2</sup>
7. Утеплитель (минеральная вата) t=200 мм – 9 м<sup>2</sup>.

Изм.	Кол. изм.	Листы	К. док.	Подп.	Дата			
						Страница	Лист	Листов

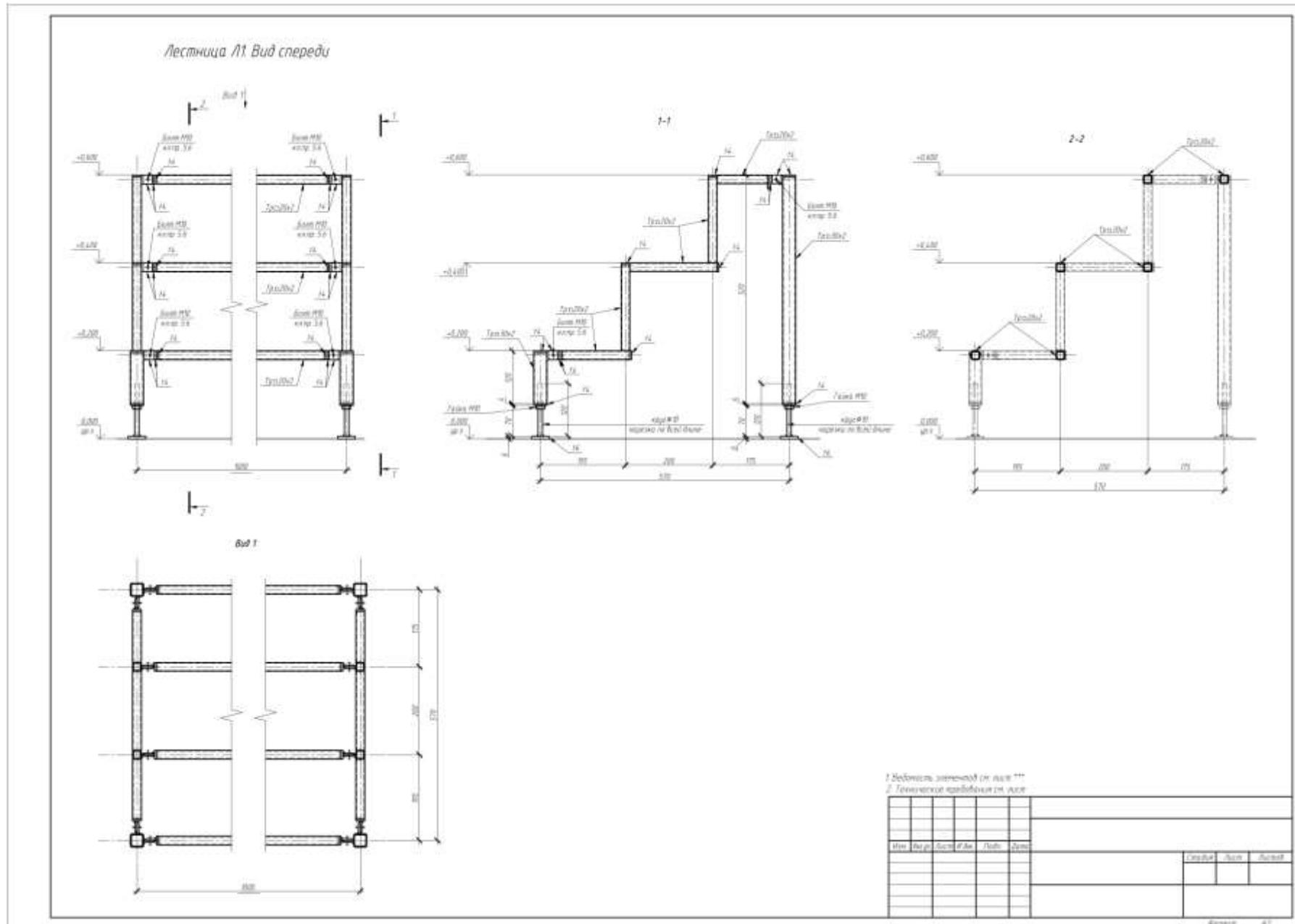
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – Разрезы пола



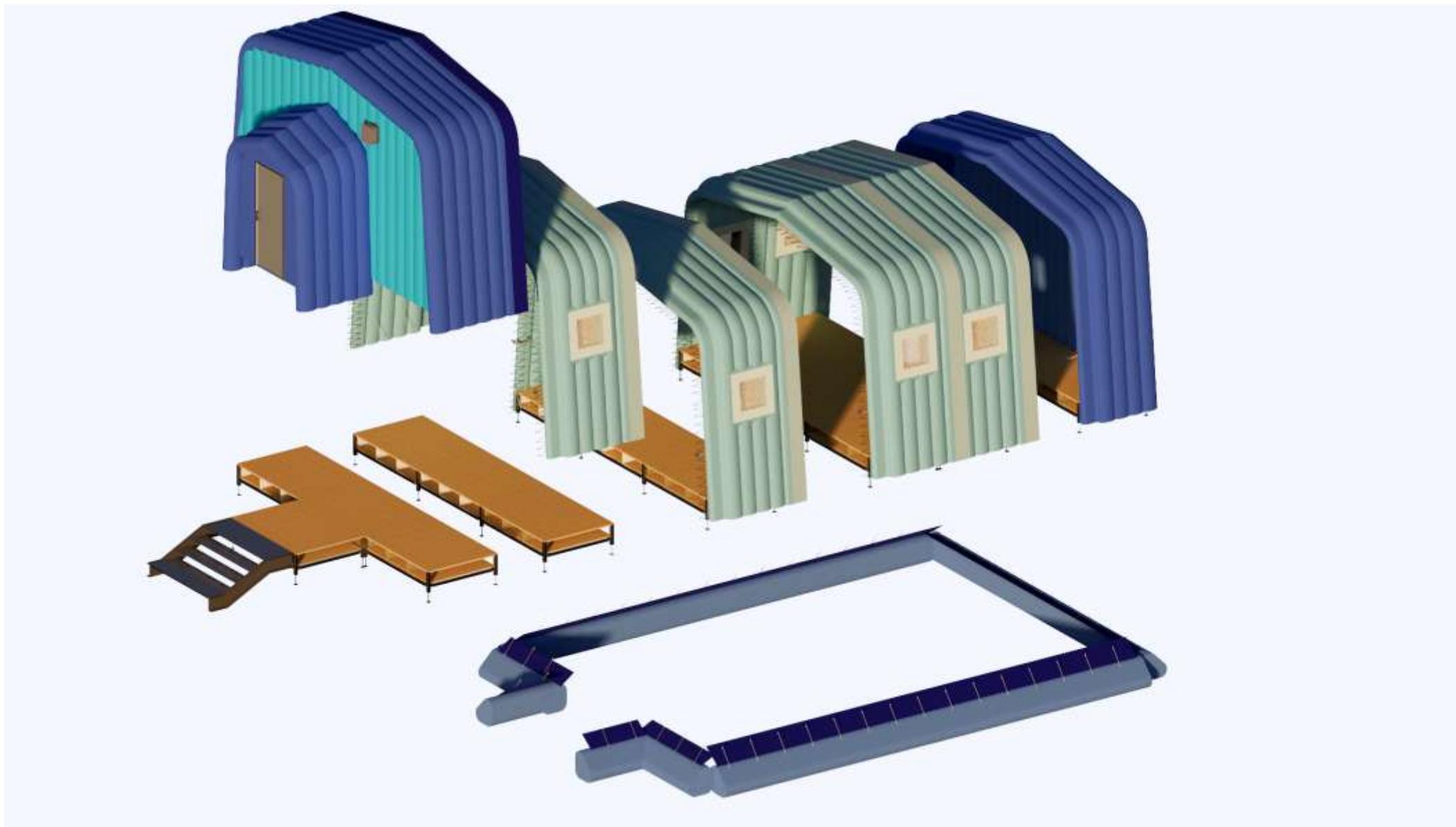
ПРИЛОЖЕНИЕ И – Схема расположение ригелей и щитов пола



# ПРИЛОЖЕНИЕ К – Лестница



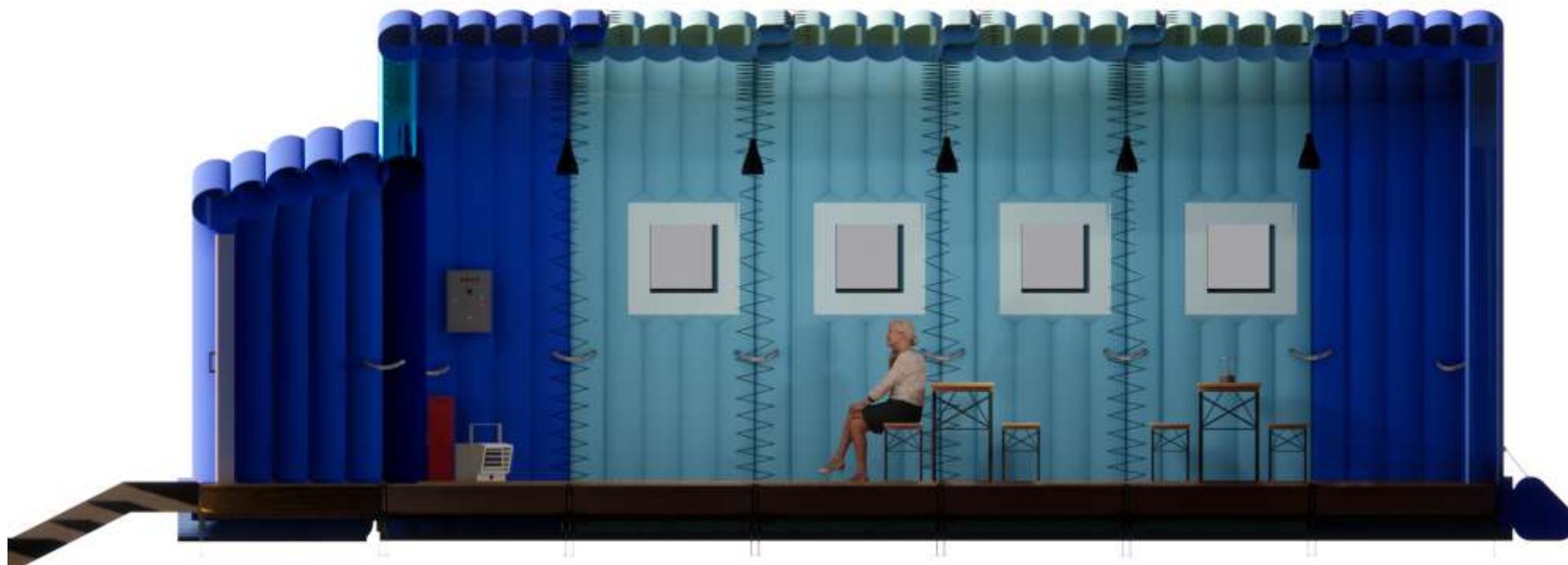
ПРИЛОЖЕНИЕ Л – Вид под углом в разрезах



ПРИЛОЖЕНИЕ М – Вид снаружи



ПРИЛОЖЕНИЕ Н – Продольный разрез здания



## ПРИЛОЖЕНИЕ О – Заявка на патент

### Заявка на патент

#### Пневмокаркасное трансформированное временное сооружение

Изобретение относится к быстровозводимым пневмокаркасным сооружениям, приспособленным для временной эксплуатации в любых климатических зонах, в том числе и в экстремальных условиях и доставляемых к местам использования в компактном виде, удобном для транспортировки и монтажа. Пневмокаркасное сооружение содержит ограждение и пневматические элементы. Ограждение выполнено из оболочек в виде баллонов с образованием камер под давлением и соединенные с источником подачи воздуха. При наполнении пневматических элементов воздухом они образуют совместно с перегородками и оболочками ограждения каркас сооружения. Изобретение отличается возможностью трансформации- увеличение в длинукратно секциям каркаса стен, крыши и основания пола. Секционное увеличение составляет 1500мм. При этом блочный конструктив полностью теплоизолирован. В результате реализации полезной модели образуется пневмокаркасное сооружение, характеризующееся высокой устойчивостью под ветровой и снеговой нагрузкой и надежностью в эксплуатации вследствие, легкостью сборки и разборки сооружения. Конструкция отличается простотой, а само сооружение малым весом и высокой теплоизоляцией.

Предлагаемое пневмокаркасное сооружение предназначено для использования преимущественно в виде временного здания для сотрудников строительной организации на площадке. Подобные сооружения могут использоваться и для других различных целей, например, как административные здания для размещения людей с временным характером работы: геологи,

нефтяники и т.п., слесарные мастерские, как складские помещения, как командные пункты спасателей, пункты дегазации (деактивации, дезинфекции) и во всех других случаях, когда требуется быстро обеспечить укрытие.

Известен ряд конструкций пневмокаркасных сооружений, которые могут применяться по перечисленным выше назначениям, но каждая спроектированная конкретная конструкция пневмокаркасного сооружения в той или иной степени должна учитывать особенности назначения, требующиеся для выполнения поставленных задач, размеры площадей и объемов сооружения, оснащение, специфические условия эксплуатации и т.п.

Так по патенту № RU66769 U1 пневмокаркасное сооружение содержит ограждение и пневматические элементы. Ограждение выполнено из оболочек, соединенных перегородками с образованием камер. По конструкции сооружение удовлетворяет отдельным эксплуатационным требованиям, обеспечивает надежное перекрытие и защиту площади, достаточной для организации какого-то одного блока базовой комплектации пневматического комплекса быстрого развертывания. Но имеется и ряд недостатков: отсутствие основание пола и невозможности увеличения или уменьшения здания.

Техническое решение по патенту РФ N 2041332 МПК E 04 H 15/20 "Воздухоопорное сооружение" частично устраняет указанный выше недостаток за счет наличия продольной раздвижной части секции. Пневматическое сооружение по этому патенту содержит торцевые и продольные (рядовые) части. Продольная часть выполнена составной из примыкающих друг к другу секций, дополняя которые можно увеличить площадь сооружения за счет увеличения длины его продольной части. Недостатком такого сооружения является невозможность использования его как многооборачиваемого, часто перемещаемого объекта, неудобство в монтаже, транспортировании, а также монтируется это сооружение стационарно на специально подготовленном, сложном по конструкции, основании.

Наиболее близким аналогом (прототипом) к предлагаемому решению является «Пневмокаркасное быстровозводимое сооружение» патент RU2145375C1 состоит, по крайней мере, из одной рядовой продольной воздухонесомой секции, имеющей по одному из торцов шлюзовое устройство с проемами для входа-выхода, а по другому - пневматическую торцевую арку с элементами монтажного шва, обеспечивающую возможность соединения по длине разъемно-монтажным швом, по крайней мере, еще одной рядовой продольной секции. Секции содержат пневматические несущие элементы, расположенные в плоскостях поперечного и продольного сечения сооружения и обшивку - герметичную оболочку-тент, образующую крышу и стены и обеспечивающую перекрытие больших площадей за счет возможности развития сооружения при стыковке друг к другу торцами рядовых секций. Сооружение содержит и систему с оборудованием жизнеобеспечения, расположенную снаружи сооружения и включающую, как минимум, воздуходувку и подводящие коммуникации для воздухообеспечения помещений сооружения.

Недостатком практически всех конструкций сооружений из приведенных выше аналогов является следующее:

- 1) При наполнении пневматических арок воздухом могут образоваться перегибы;
- 2) После монтажа между рабочими модулями образуются зазоры, что приводит в этих зонах к скоплению снега, а также снижает устойчивость сооружения к ветровым нагрузкам;
- 3) Наличие одной обшивки не позволяет использовать модули в районах Севера, так как при отоплении на внутренней поверхности тента образуется конденсат;
- 4) При выходе из строя пневмоарки устойчивость модуля теряется, так как распорки перестают работать, и часть тента на размер, зависящий от степени повреждения пневмокаркаса;

- 5) Крепление каркаса выполнено растяжками, что влечет невозможность крепить в рыхлый снег и мерзлые грунты;
- 6) Отсутствие твердого утепленного основания пола не допускает эксплуатацию при пониженных температурах и высокой проходимости;
- 7) Наличие стальных каркасов увеличивает срок монтажа, материалоемкость и доставку до объекта;
- 8) Отсутствует возможность увеличивать и уменьшать длину здания вместе с полом;
- 9) Монтаж здания только с помощью ручного труда и инструмента.

Сущность изобретения поясняется чертежами и заключается в следующем:

Каркас.

Каркас выполнен из тканой ПВХ ткани плотностью 900г, методом сварки. Данный материал очень стоек к ультрафиолету, а также трудновоспламеняем. Требования пожарной безопасности: группа Г1, группа РП2, группа В2. Стены представляют из себя в разрезе полукруглое сечение баллонов соединенные мембранной между ними с отверстиями для воздуха. Средний диаметр стен в расширенной части баллона 300мм. Здание выполнено из секций по 1500мм в длину и 6000мм в ширину (Рисунок 1). Две секции торцевые и имеют по 3 стены с крышей и одна с тамбуром (Рисунок 2). Монтаж вставной секции производится посередине и крепится с левой и правой торцовыми стенами с помощью шнуровки на люверсах (Узел 2, Рисунок 3). При этом для обеспечения герметизации от «мостиков холода» (промерзания) левая и правая части заходят в замок с помощью меньшего диаметра баллонов соседних элементов по всей площади соприкосновения – две стены и крыша. Стягивание шнуровкой с внутренней и внешней стороны надежно крепит элементы каркаса (Узел 2, Вид Б,В Рисунок 3). Герметизацию стыка элементов в наружной части обеспечивает полоса из ткани как у каркаса, приваренной одним краем к баллону элемента справа с нахлестом через шнуровку на желоб левого элемента баллона. Эта полоса крепится с помощью обычной лепучки (Узел 2, Вид А, Рисунок 3). Со

временем липучка может прийти в негодность, поэтому нужно пройти герметиком перед накачкой. Каждый последующий элемент пневмокаркаса имеет слева замковой баллон опущенный, справа приподнятый относительно основного баллона- для удобной стыковки. Вся система соборного каркаса крепится с помощью карабинов или веревок к балластовому грузу снаружи (Рисунок 4). Грузом могут служить мешки с песком или щебнем, которые укладываются на нижнюю юбку края стены. Для удержания каркаса во время сильных ветровых нагрузках, используется дополнительное крепление стенок к основанию пола изнутри (Узел 1, Рисунок 5). Карабин на стене крепится к серге, которое смонтировано в пол. Перед накачкой секции каркаса соединяются воздушными трубками (Визуализация, Рисунок 6).

Пол.

Пол выполнен также из блоков, которые соответствуют размерам элементов каркаса 6000\*1500. Конструкция пола изготовлена из стандартного сортамента металла на болтовом соединении с контрольной проверкой сборки в заводских условиях и защищена методом цинкования (Спецификация металлопроката, Рисунок 10). Основание пола представляет из себя следующий конструктив: стойки расположены с шагом 2000мм в длину и 1500мм в ширину и соединены ригелями, что образует раму. На ригеля на отм. +0,340 укладывается влагостойкая фанера 20мм, с торца всего элемента устанавливается на ребро деревянная доска 200\*25мм (Узел А, разрез 4-4 (1), Рисунок 8). На расстояние между пролетом стоек стелится пароизоляция и укладывается в шахматном порядке минераловатный утеплитель до толщины 200мм. Утеплителем может служить и экструзионный материал и пенопласт. Далее монтируем щит Щ1 с ребрами жесткости на торцевые доски и сверху укладываем щит Щ4 и скрепляем две фанеры самонарезающими винтами с шагом 500мм (Рисунок 7). Финишным покрытием может служить коммерческий линолеум. Пирог пола (Разрез 4-4, Рисунок 8). Лестница в тамбур имеет такой же конструктив и размеры 570\*1000\*600 с антискользящим покрытием из резины на ступенях (Рисунок 9).

Для достижения нужного уровня поля относительно рельефа стойки имеет регулировку по высоте через наваренную гайку и круг  $\phi 10$  с резьбой (шпильку). Для того, чтобы полая профилированная труба не промерзала во внутрь стойки забивается минераловатный утеплитель на всю высоту.

Наполнение внутренними инженерными сетями.

Система поддержания избыточного давления спрятана в стенках сооружения. Воздухозаборник находится снаружи и защищен решеткой, которая препятствует попаданию посторонних предметов в систему подкачки. Система функционирует при подключении к сети электропитания 220-250В. Система поддержания давления не требует постоянной подкачки. Автоматическая система подкачки включится на 5-10 минут при необходимости, имеется обратный клапан. Сооружение обеспечено вводом электропитанием напряжением 220В щитом с автоматами, разводкой к розеткам и электроосвещением. Внутреннее пространство отапливается бытовыми обогревателями масляного типа, электропушками и тепловыми завесами при входе. Также имеется вентиляция.

Принцип доставки, разгрузки и монтажа нового сооружения

Пневмокаркасные секции здания укладываются в специальные сумки-мешки объемом 3, 2,5м<sup>3</sup> (торцевые секции с тамбуром и без) и 1,5м<sup>3</sup> (вставные секции). Основание пола из металла, щиты из фанеры и утеплитель грузятся навалом в кузов. Для перевозки здание размером 6000\*7500мм потребуются стандартный трехосевой вездеход типа КАМАЗ 43114 с тентовым или изотермическим кузовом. Вес каждого элемента 100, 120, 135 кг. Погрузка и разгрузка может производиться вручную 2-3 человека. Основание пола собирается по элементно на болтовом соединении. Сначала монтируются стойки с ригелями в секции и соединяются между собой, потом фанера, торцевая доска, параизоляция и утеплитель. Далее два слоя фанеры и финишный линолеум. С помощью шпилек с резьбой на стойках достигается нужный уровень относительно рельефа. Элементы каркаса раскладываются на основание пола,

шнуруются между собой и застегиваются полосой с липучкой, потом соединяются воздушные трубки и подключается компрессор. Затем каркас изнутри крепится к основанию пола, снаружи –к баластовым мешкам. Монтируется двери тамбура и наружная лестница. Для всей сборки конструкции нужно 3-4 человека и до 5 часов работы с учетом низких температур (Рисунок 11).

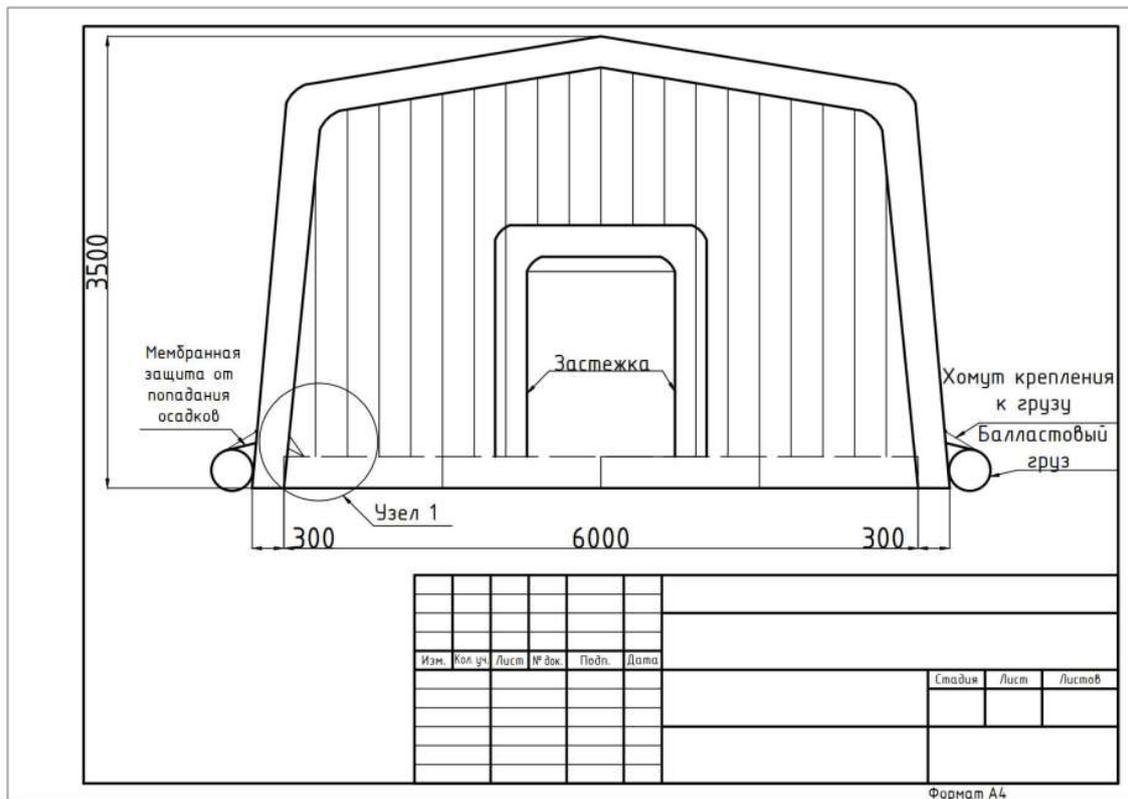


Рисунок 1

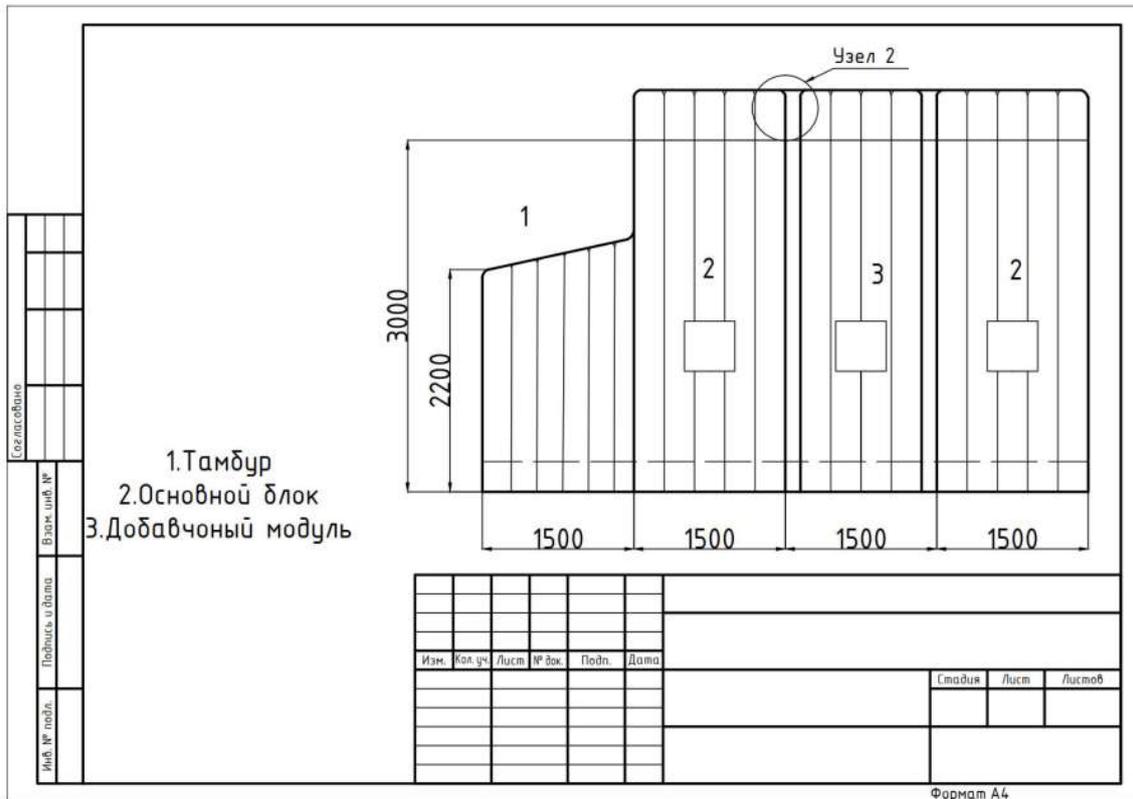


Рисунок 2

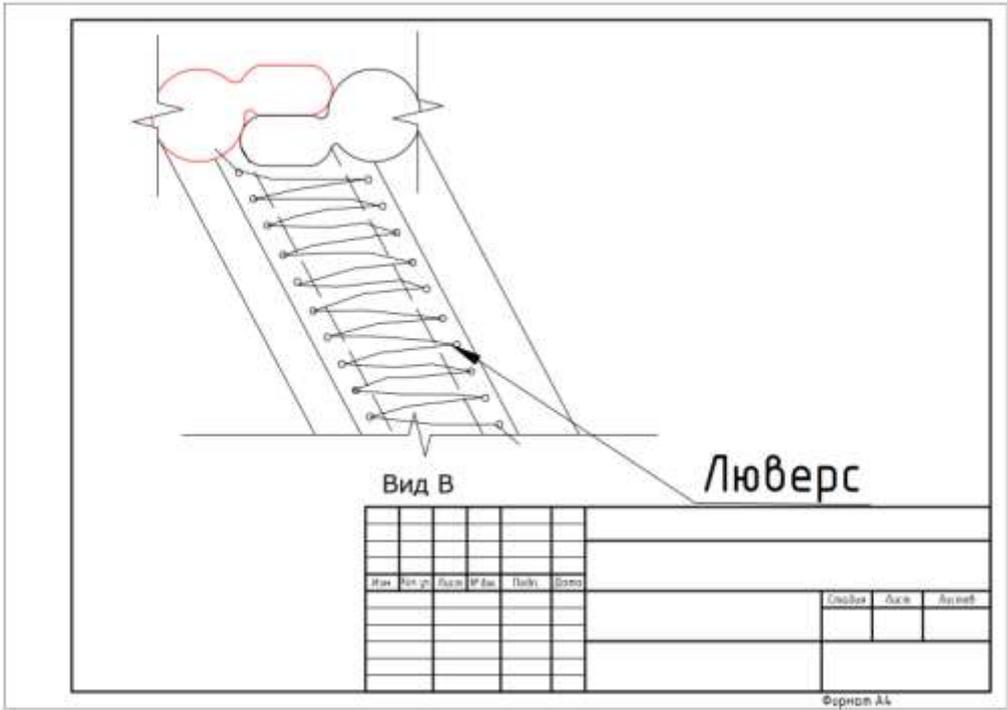
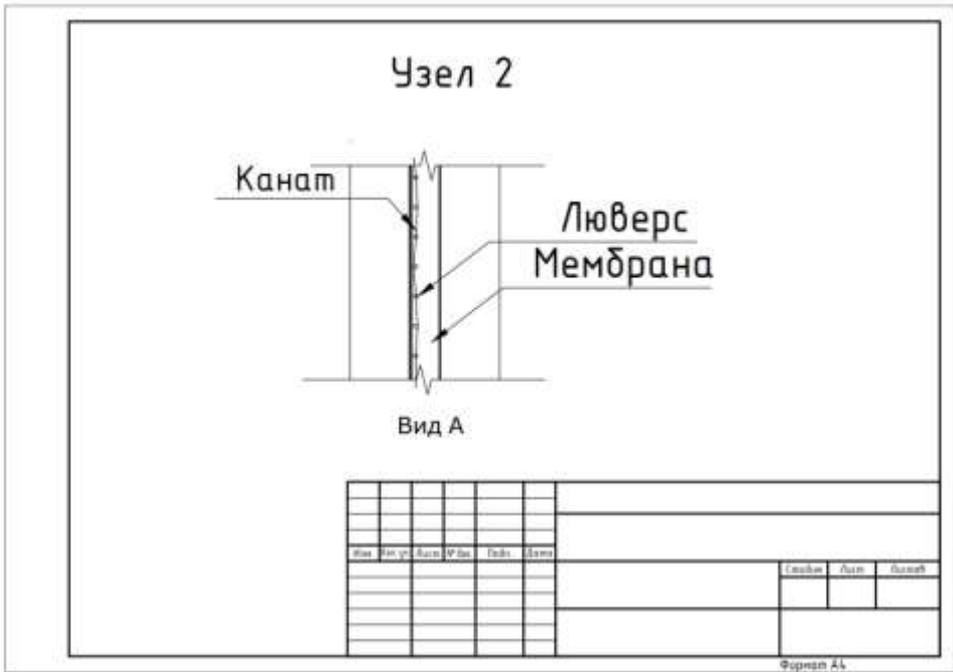


Рисунок 3

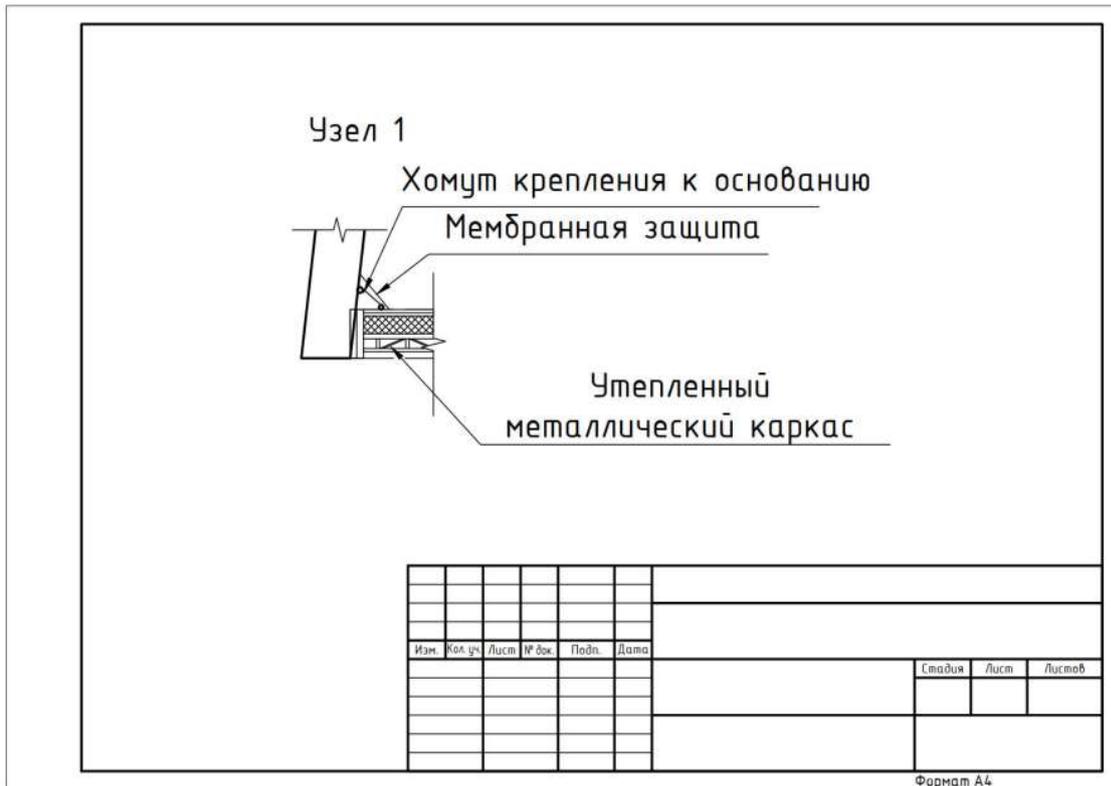


Рисунок 5



Рисунок 6

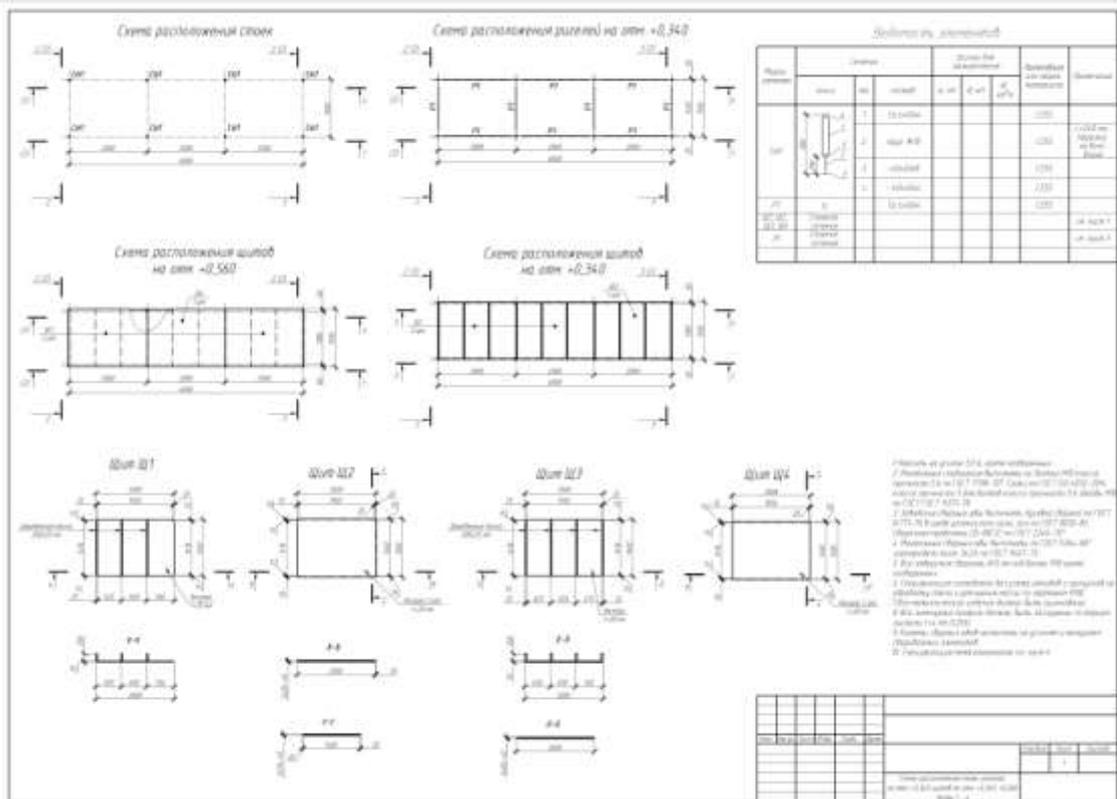


Рисунок 7

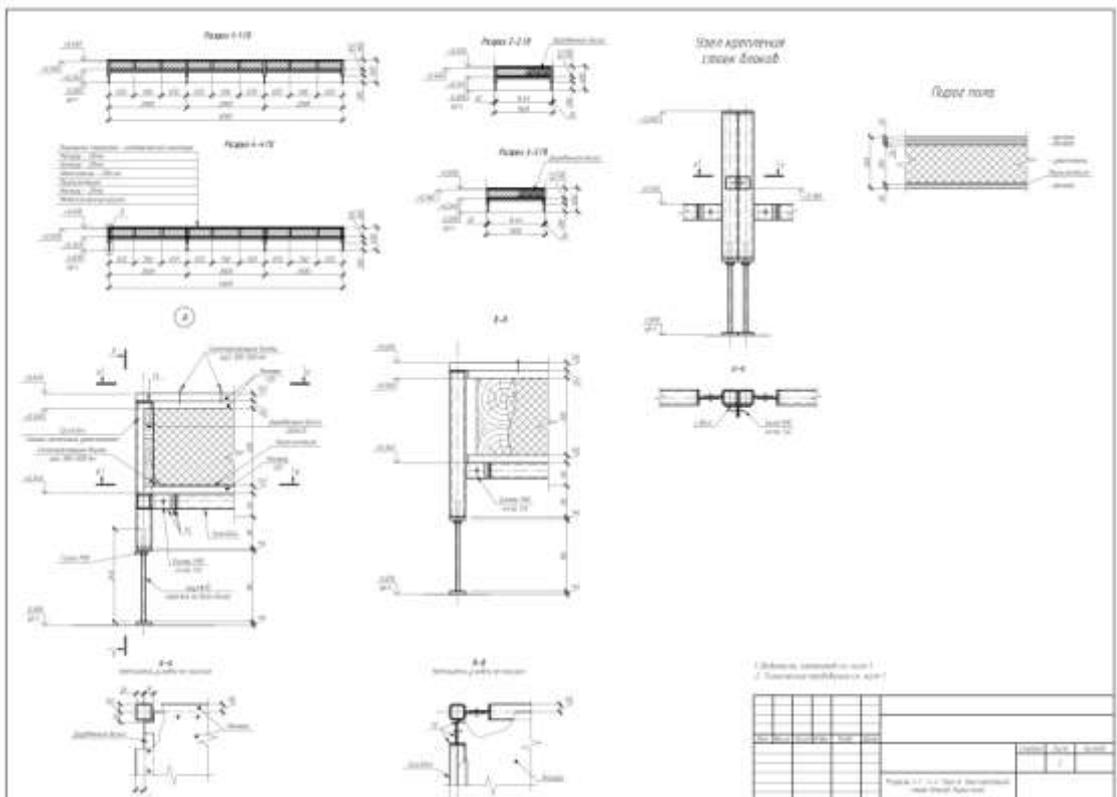


Рисунок 8

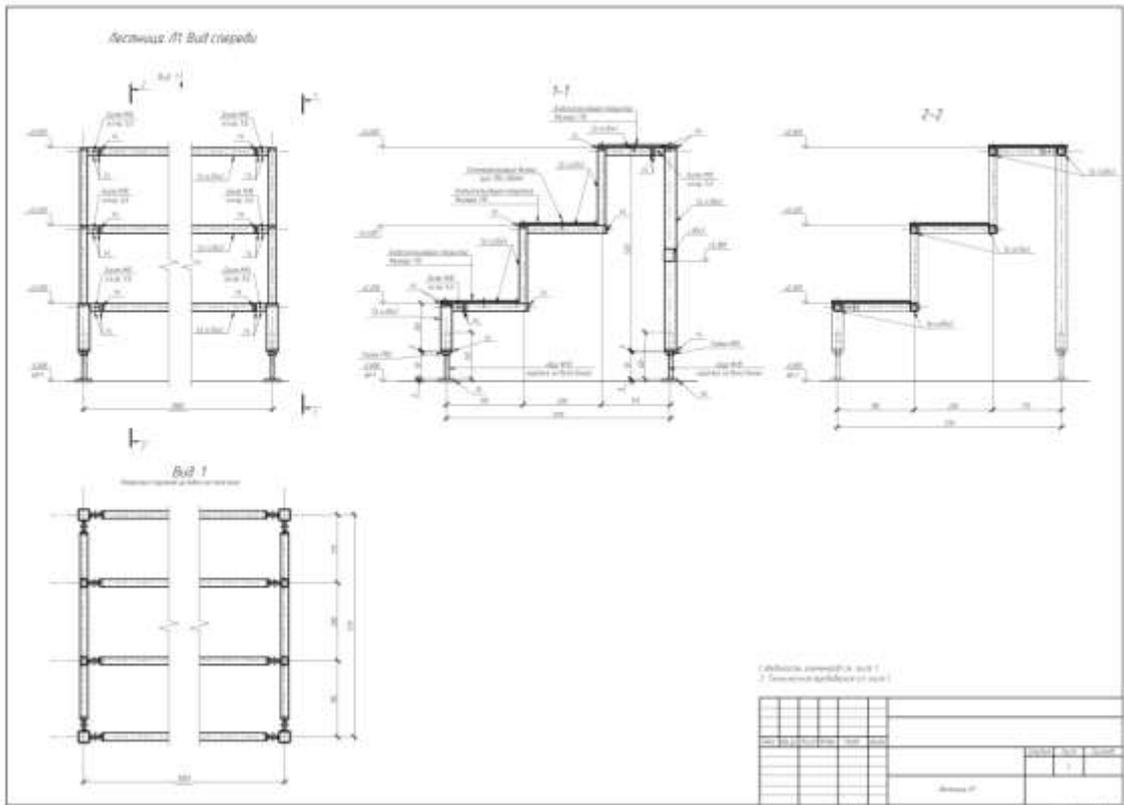


Рисунок 9

*Спецификация металлопроката*

Наименование ГОСТ, ТУ	Плечеобъем или масса ГОСТ, ТУ	Нормативное значение по ГОСТ, мм	Масса металла по документу исполнителя		Штук штуки, кг
			Длина	Ширина	
1	2	3	4	5	6
Лист стальной блуждающий по ГОСТ 8810-87	С235 по ГОСТ 27770-2018	3x1400	6,7		6,7
		3x1600		2,8	2,8
		3x1800		8,8	8,8
Итого			6,7	10,3	15,3
Лист стальной древесно- материальный по ГОСТ 8820-77	С235 по ГОСТ 27770-2018	3x300	0,2	0,1	0,3
		Итого		0,2	0,1
Прокат стальной круглый крупнопрокатный по ГОСТ 2590-2008	С235 по ГОСТ 27770-2018	40	1,1	0,3	1,4
		Итого		1,1	0,3
Прокат стальной круглый крупнопрокатный по ГОСТ 27770-2018	С235 по ГОСТ 27770-2018	N	8	1,00	1,00
		H		0,37	0,37
		10		0,8	0,8
Итого			0,8	1,37	2,14
Итого металлопроката			7,5	2x0	15,75
В том числе по договору подряда			7,5	2x0	15,75
С235			7,5	2x0	15,75

1 Листы 3x1400 по ГОСТ Р АСН 608-2007 - 54 шт.  
 2 Листы 3x16 по ГОСТ Р АСН 608-2007 - 66 шт.  
 3 Листы 3x18 по ГОСТ Р АСН 608-2007 - 34 шт.  
 4 Древесно-материальный лист 300x77 по ТУ - 8, 120-85 - 20 шт.  
 5 Диаметр проката 400x77 мм - 15 м - 15 шт.  
 6 Диаметр по ГОСТ Р АСН 1-208 300x300x20 мм - 9 шт.  
 7 Диаметр проката - 24 мм.  
 8 Диаметр стальной балки 1x100 мм - 5 м.  
 9 Диаметр стальной стальной 300x20 мм - 3 шт.

1		2		3		4		5		6		7	
№	Изм.	Исполн.	Провер.	Дата	Содержание	Исполн.	Провер.	Дата	Содержание	Исполн.	Провер.	Дата	Содержание

Рисунок 10

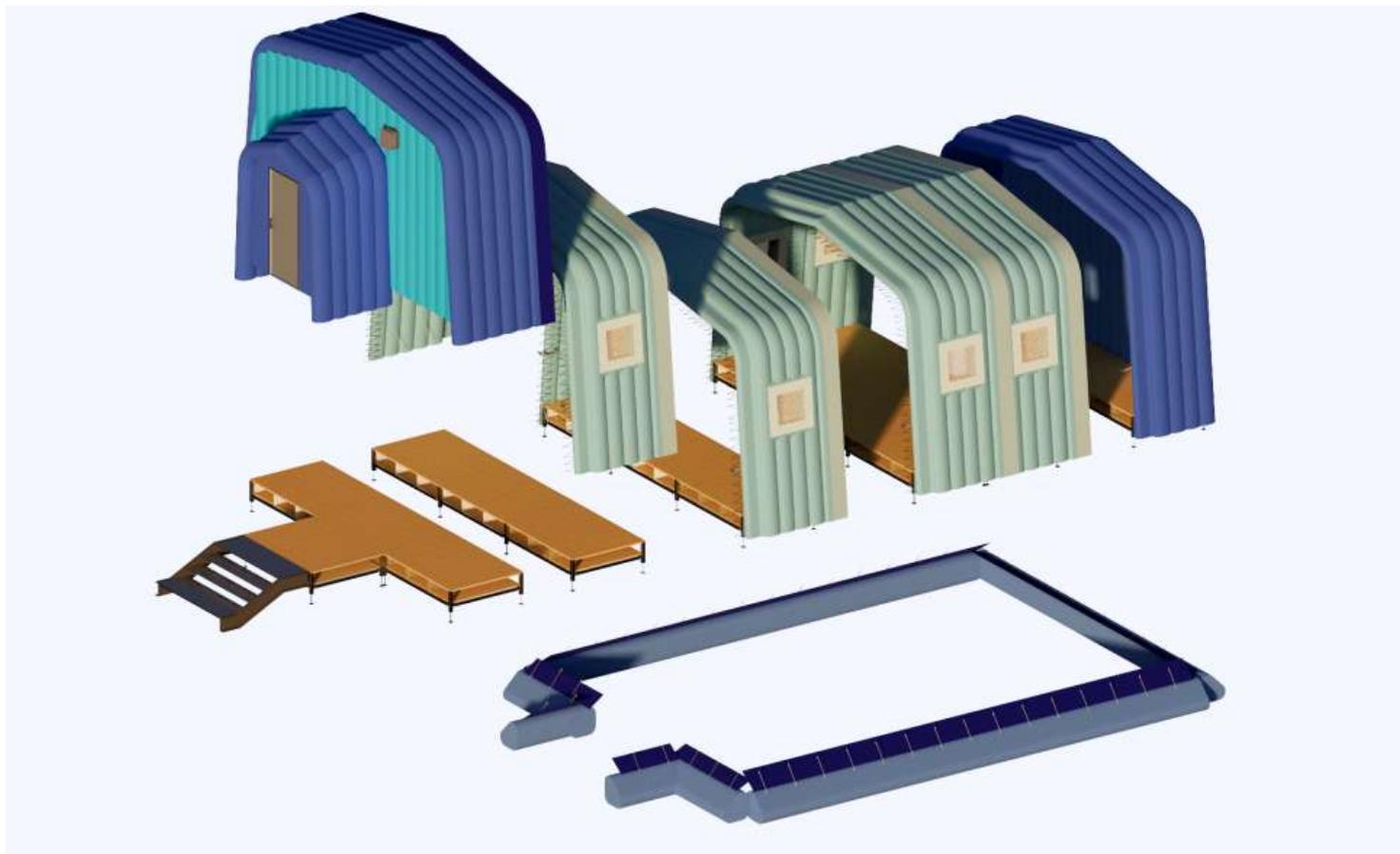


Рисунок 11

ПРИЛОЖЕНИЕ П – Акт внедрения

Российская Федерация  
Общество с ограниченной ответственностью

**Строительная компания «Еврострой»**

454018, г. Челябинск, ул. Косарева, д.52Б, оф.2  
Тел.(факс) 8(351) 797-58-70, e-mail: [oooevrostroy74@mail.ru](mailto:oooevrostroy74@mail.ru)  
ОГРН 1207400020772, ИНН/ КПП 7448225190/744701001, р/с 40702810272000039964  
в Челябинском отделении №8597 ПАО Сбербанк, к/с 30101810700000000602, БИК 047501602

Исх. № 12-53 от 12.12.2020 г.

**АКТ**

Внедрения результатов дипломной работы  
«Быстровозводимые здания в промышленном и нефтегазовом секторе»  
Хлызова Максима Евгеньевича

Результаты дипломной работы Хлызова Максима Евгеньевича «Быстровозводимые здания в промышленном и нефтегазовом секторе» внедрены в производственную эксплуатацию.

В дипломной работе разработана новая схема каркаса временного здания, полностью удовлетворяющая требованиям строительной площадки на удаленных объектах с низкой температурой окружающей среды.

Разработан удобный и недорогой способ устанавливать временные здания для нужд персонала компании на площадке во время строительства на объекте: «Строительно-монтажные работы на ОБП, ВЖК, вертолетная площадка, ремонтно-эксплуатационная база сервисных предприятий Восточно-Мессояхского месторождения» компании АО «Газпромнефть»

С уважением,  
Директор ООО СК «ЕВРОСТРОЙ»



Колесниченко Н.Б.