

**Ю. Н. Казаков, Е. В. Хорошенькая,
Ф.-М. Адам**

**ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
ЗДАНИЙ ИЗ ЛЕГКИХ
СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**



**ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ
ИЗ ЛЕГКИХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Ю. Н. Казаков, Е. В. Хорошенькая, Ф.-М. Адам

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

**Ю. Н. Казаков, Е. В. Хорошенькая,
Ф.-М. Адам**

**ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
ЗДАНИЙ ИЗ ЛЕГКИХ
СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Монография

Санкт-Петербург
2018

УДК 69.033.2(035.5)

ББК 38.708

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент С. А. Сычёв (СПбГАСУ); почетный член РААСН,
д-р техн. наук, профессор Г. М. Бадьин (на пенсии)

Казаков, Ю. Н.

Высокоскоростное строительство зданий из легких сэндвич-панельных систем: моногр. / Ю. Н. Казаков, Е. В. Хорошенькая, Ф.-М. Адам; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 176 с.

ISBN 978-5-9227-0952-1

Исследуются проблемы создания новых типов объектов быстровозводимых зданий и сооружений для пионерного и традиционного строительства на основе сборно-разборных и контейнерных систем для высокоскоростного строительства зданий из легких сэндвич-панельных систем. Сформирована группа терминов, обеспечивающих терминологическое единство в описании рынка быстровозводимых зданий и поселений (комплексов). Предлагаются направления использования существующих мобильных конструкций для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Обобщен опыт Минстроя РФ, МЧС, «Газпрома», Минобороны и других ведомств по применению быстросборных конструкций в освоенных и труднодоступных регионах России – на Крайнем Севере, Дальнем Востоке и в других регионах. Дается анализ практики использования мобильных зданий с 1900 г. в зарубежных странах. Раскрывается новое научное направление – «теория и практика создания и развития быстровозводимых строительных объектов» с закономерностями, принципами, моделями, методологией и технологией. Впервые разработан метод прогнозирования и прогноз совершенствования объектов в будущем. Обобщен опыт экспериментального строительства зданий систем «Модуль» и «Контейнер».

Издание предназначено для аспирантов, слушателей системы переподготовки и повышения квалификации специалистов, а также для обучающихся по программам получения второго высшего образования, для ученых-экономистов и руководителей высшего звена управления фирм.

Табл. 20. Ил. 14. Библиогр.: 262 назв.

ISBN 978-5-9227-0952-1

© Ю. Н. Казаков, Е. В. Хорошенькая,
Ф.-М. Адам, 2018

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Характерной чертой развития отечественного и зарубежного строительства к 2019 г. является расширение области использования не только обычных, традиционных и капитальных зданий и сооружений, но и необычных, нетрадиционных, альтернативных строительных объектов. К их числу относятся *быстровозводимые и мобильные комплексы для высокоскоростного строительства зданий из легких сэндвич-панельных систем.*

Существующие капитальные строительные системы имеют следующие основные недостатки: длительные сроки возведения; значительный вес конструкций, оказывающий большое давление на грунт; невозможность быстрой разборки элементов при необходимости изменения планировочных решений; повышенные финансовые и трудовые затраты при перевозке тяжелых элементов; отсутствие планировочных и конструктивных решений для трансформации помещений.

Мобильные комплексы устраняют данные недостатки и характеризуются следующими достоинствами: возможностью разборки без существенного разрушения материалов; рациональной передислокацией серийными видами автомобильного, железнодорожного, воздушного и водного транспорта; быстрым изменением объемно-планировочного решения в зависимости от динамики потребностей людей; наличием встроенного оборудования и мебели; возможностью монтажа без использования тяжелого кранового оборудования и вручную; превращением статической и не изменяющейся искусственной среды обитания в новое, адаптирующееся и динамичное пространство.

Проблемы проектирования, строительства и эксплуатации подобных быстровозводимых и мобильных зданий и сооружений в России и за рубежом чрезвычайно актуальны в наше время.

Мобильные здания и сооружения – объекты комплектной заводской поставки, конструкции которых обеспечивают возможность их разборки и передислокации. При этом конструктивные решения элементов, узлов и строительные материалы позволяют осуществлять многократные процессы демонтажа, транспортирования и монтажа на новых местах эксплуатации.

В настоящее время в строительстве применяются различные типы и виды мобильных зданий (сборно-разборные, контейнерные, трансформирующиеся, тентовые, пневматические и комбинированные).

Быстровозводимые здания и сооружения – объекты, конструкции которых обеспечивают их оперативный монтаж со сроками, значительно меньшими по сравнению с нормативной продолжительностью строительства. Как правило, быстровозводимые объекты, в отличие от мобильных, не предназначаются для разборки и транспортирования на новое место.

Совокупности функционально взаимосвязанных быстровозводимых и мобильных объектов и их инженерных систем формируют быстровозводимые и мобильные здания и комплексы.

Целесообразно выделить некоторые *рациональные области* использования человеком мобильных комплексов:

- а) массовое жилищно-гражданское строительство в мирное время с передислокациями и эксплуатацией в нескольких местах;
- б) массовое строительство в мирное время – с внутренней адаптацией и трансформацией, но без передислокации;
- в) локальное использование в мирное время для нужд гражданской обороны, в чрезвычайных ситуациях и при ликвидации последствий стихийных бедствий – для временного обустройства населения с последующей передислокацией и предоставлением пострадавшим капитальных объектов;
- г) локальное использование в мирное время – для военных нужд;
- д) массовое и локальное применение в военное время – для оперативно-го обустройства войск, переселенцев, беженцев и других категорий гражданского населения.

К быстровозводимым комплексам 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.

Существуют следующие *области наиболее эффективного использования* быстровозводимых и мобильных комплексов:

- ускоренное типовое жилищное строительство;
- возведение индивидуальных и нетрадиционных жилых объектов;
- строительство объектов соцкультбыта в труднодоступных и малоосвоенных регионах;
- оперативное обустройство строителей и геологов;
- временное расквартирование войск Минобороны;
- ускоренное обустройство спасательных служб МЧС;
- базирование спецподразделений МВД, ФПС и ФСБ;
- обеспечение жильем населения в чрезвычайных ситуациях и т. д.

В настоящее время проблема проектирования, строительства и эксплуатации мобильных и быстровозводимых комплексов является чрезвычайно актуальной для России и зарубежных стран. Данной проблемой активно занимаются многочисленные учебные, научные и проектные учреждения Госстроя, Минобороны, МЧС и других федеральных и территориальных ведомств.

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;
- устаревшая нормативная и методическая литература и другие недостатки.

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

В развитие науки и практики применения подобных комплексов внесли значительный вклад: Н. Карасев, И. Степанов, И. Ткаченко, Б. Флеров, Б. Петраков, Б. Мясников, Ю. Слюсаренко, А. Немчинский, П. Олейник, Ю. Капустин, А. Васильев, Н. Староверов, А. Субетто, К. Хацкевич, Б. Блохин, Б. Прыкин, Г. Доманин, Н. Сапрыкина, Ю. Баталии, Д. Паньковский, Ю. Муравьев, А. Школьник, А. Татаринев, С. Костромин, А. Соломатин, В. Казачковский, А. Абакумов, Л. Фейгель и многие другие специалисты.

Однако до настоящего времени многие дополнительные проблемы, связанные с эффективной реализацией всех преимуществ быстровозводимых и мобильных комплексов, остаются также еще нерешенными. К ним относятся: недостаточно широкая область их применения; незагруженность существующих мощностей по производству быстровозводимых и мобильных зданий; несовершенство нормативно-технической базы; неудовлетворительное состояние разработки и организации изготовления мобильных систем инженерного обеспечения; недостаточная координация деятельности всех заинтересованных структур из различных ведомств; отсутствие целевой федеральной доктрины и научно-технический принципов создания мобильных систем «нового поколения»; слабая проработанность проблем прогнозирования развития мобильных комплексов в будущем и т. д.

С учетом вышеизложенного, в Санкт-Петербурге создано новое общественное объединение – Международная Ассоциация специалистов по мобильным комплексам (МАМОК). Ассоциация образована по инициативе и на базе

Военного инженерно-технического университета МО РФ и Санкт-Петербургского Общественного научно-технического общества «Наука – производству».

Главными целями создания Ассоциации являются следующие:

Содействие развитию научно-технического прогресса и исследование его достижений для развития среды применения мобильных комплексов в России и зарубежных странах. При этом под мобильными комплексами понимаются комплексы взаимосвязанных зданий и сооружений повышенной заводской готовности, конструкции которых обеспечивают возможность не только оперативного монтажа, но и, при необходимости, быстрого демонтажа, транспортирования и последующего монтажа на новом месте строительства.

Повышение эффективности эксплуатации мобильных комплексов различного функционального назначения и мощности в мирное и военное время, а также при ликвидации последствий стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций.

Проведение национальных и международных приоритетных и перспективных исследований и разработок в области создания мобильных комплексов нового поколения.

Объединение представителей органов законодательной и исполнительной власти, ученых, проектировщиков, инженеров предприятий стройиндустрии и др.

В связи с этим целью настоящего издания является разработка и изложение читателям нового учения – «теории использования и развития быстровозводимых строительных объектов» на основе обобщения отечественного и зарубежного опыта.

Содержанием работы является раскрытие научно-технических основ создания и прогноза развития быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства населения, которые позволят получить научно обоснованную информацию для принятия управленческих решений о путях развития быстровозводимых комплексов в будущем.

Цель, объект и предмет исследования предопределили необходимость решения в монографии следующих задач: проанализировать состояние и перспективы развития быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства населения; разработать научно-технические основы быстровозводимых комплексов; обосновать модели развития быстровозводимых комплексов; разработать метод прогнозирования развития быстровозводимых комплексов в будущем; обосновать новый прогноз развития быстровозводимых комплексов; оценить эффективность практики применения зданий в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях; дать практические рекомендации по использованию новой теории в практике строительства; создать международную справочную базу лучших изобретений в области быстровозводимых зданий за последние 25 лет.

В монографии отражен более чем 30-летний личный опыт работы автора в области создания новых типов объектов, проектирования, изобретения, строительства и эксплуатации быстровозводимых зданий в России и за рубежом, а также преподавательской деятельности в Санкт-Петербургском государ-

ственном архитектурно-строительном университете, университетах Намибии и ФРГ, РААСН, Военном инженерно-техническом университете. Авторы не претендуют на абсолютную истинность раскрытой их новой теории и практики и будут признательны за высказываемые замечания и пожелания читателей, что позволит им подготовить вторую редакцию монографии, дополненную и переработанную.

Глава 1. СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

1.1. Отечественная теория и практика

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 специфичных видов строительных объектов.

Основными движущими силами совершенствования мобильных и быстровозводимых систем для высокоскоростного строительства зданий из легкого сэндвич-панельных 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, существенного повышения комфорта для человека, а также государственного обеспечения 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 поколения»*. С этой целью предусматривается рассмотрение данных объектов как сложно-

структурных 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 той 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.

Эффективно использование мобильных комплексов и для выполнения специальных задач особыми формированиями: спасательными службами МЧС; силами быстрого развертывания и миротворческими подразделениями Минобороны; внутренними войсками МВД; пограничными войсковыми частями ФПС; мобильными группами ФСБ России. Они позволяют оперативно обустроить пострадавшие от стихийных бедствий население и обеспечивают временное базирование войск. С этой целью должны быть заблаговременно созданы и размещены *запасы типовых комплексов быстровозводимых зданий*, прежде всего в потенциально опасных с точки зрения чрезвычайных ситуаций регионах. Наборы подобных комплектов должны включать следующие первоочередные объекты: жилые дома и общежития; казармы и полевые госпитали; трейлеры-штабы и модульные магазины; передвижные мастерские и палаточные кухни-столовые; блочные туалетно-душевые установки и тактические телефонные станции; временные укрытия и контейнерные электростанции; блок-посты; котельные; водопроводные и очистные сооружения; полевые прачечные и канализационные станции; похоронные блоки; «сжигающие туалеты»; топливные контейнеры и временные пункты прибытия и базирования авиации и автотранспорта.

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 го-

товности; сборно-разборные сети тепло-, водо- и газоснабжения, канализации; автономные источники инженерного обеспечения; технологии энергоэффективных, экологически чистых, «растущих» и заглубленных объектов; прогрессивные несущие, ограждающие и отделочные строительные материалы – алюминий, металлокерамика, титан, стекловолокно, армированный пенополиуретан, пробка.

Для практической отработки исследуемых вопросов необходимо экспериментальное строительство мобильных жилых и воинских комплексов в обычных и экстремальных условиях, а также проведение совместных учений сил МО, МЧС, МВД, ФПС и ФСБ для оперативного расквартирования, базирования и передислокации специальных контингентов.

Важным направлением в развитии науки о мобильных комплексах является разработка и издание следующих информационно-справочных материалов по проблеме: руководств для органов управления; профессиональных пособий для войск; иллюстрированных цветных каталогов и популярных книг для массового читателя; учебников для ВУЗов; сводов норм и правил проектирования для проектных учреждений; технологических карт на монтаж и демонтаж для строителей; руководств для эксплуатационных служб. Целесообразно обучение студентов и курсантов, а также повышение квалификации специалистов на базе СПбГАСУ и ВИТУ по *новой дисциплине «Строительство и эксплуатация быстровозводимых и мобильных комплексов»*.

Стратегически важную роль в решении проблем призвано сыграть новое общественное объединение – Международная Ассоциация специалистов по мобильным комплексам. К основным направлениям деятельности Ассоциации относятся: международная координация усилий специалистов государственной власти, ученых, работников вузов, проектировщиков, военнослужащих, инженеров предприятий стройиндустрии, строителей и эксплуатационных служб; внедрение новых научно-технических достижений в экономику страны; совершенствование нормативно-методической базы; просветительская деятельность; организация международных конференций и выставок. Намечаемая «Выставка-ярмарка лучших образцов национальных мобильных комплексов будущего» будет способствовать межгосударственному прогрессу в области создания динамичной и гармоничной среды обитания для человека в XXI веке.

В настоящем издании приняты следующие основные термины и определения для оценки теории и практики быстровозводимых комплексов в соответствии с [38–45, 55, 73–76, 99].

Быстровозводимые комплексы (БК) – совокупность подсистемы зданий и сооружений, подсистемы технического обеспечения и инженерных сетей, объединенных общей территорией (позиционным районом) в единую систему функционально, пространственно и конструктивно взаимосвязанных подсистем, сроки строительства и развертывания которых, как правило, меньше нормативных и обеспечивают оперативное обустройство населения как в обычных условиях, так и в чрезвычайных ситуациях.

Мобильные здания и сооружения – объекты комплектной заводской поставки, конструкции которых обеспечивают возможность их разборки, свертывания и передислокации. Они составляют основу быстровозводимых комплексов.

Оперативное обустройство войск – размещение заданного контингента войск с созданием необходимых и достаточных жилищно-бытовых условий в ограниченные сроки, определенные директивами и нормативами, с использованием мобильных, перебазированных сборно-разборных быстровозводимых зданий, сооружений, инженерного оборудования заводского изготовления для временного или постоянного расквартирования войск.

Оперативное обустройство населения – размещение заданного контингента населения с созданием необходимых и достаточных жилищно-бытовых условий в ограниченные сроки, определенные директивами и нормативами, с использованием быстровозводимых комплексов для временного или постоянного функционирования.

Блок-контейнер – объемный элемент полной заводской готовности, который может быть замкнутым, незамкнутым, трансформируемым.

Передислокация мобильного здания, сооружения или комплекса – перемещение мобильного здания, сооружения или комплекса с помощью транспортных средств с одного места эксплуатации на другое.

Простая сборно-разборная конструктивная система – система, состоящая из одной конструктивной подсистемы.

Сложная сборно-разборная конструктивная система – система, состоящая из нескольких конструктивных подсистем.

Применение мобильного здания, сооружения или комплекса – процесс, охватывающий передислокацию, хранение, ремонт, монтаж, эксплуатацию и демонтаж мобильного здания, сооружения или комплекса.

Монтаж мобильного здания, сооружения или комплекса – сборка и соединение плоских, линейных и объемных элементов, а также инженерных сетей, установка в рабочее или проектное положение с закреплением конструкций и различного рода оборудования, мебели, размещение на опорах с подключением инженерного технологического оборудования, обеспечивающих подачу сырья, воды, пара и энергии, устройство заземления и выполнение других работ, обеспечивающих подготовку и эксплуатацию.

Демонтаж мобильного здания, сооружения или комплекса – процесс, обратный монтажу.

Временное обустройство – обустройство с использованием комплексов временных зданий и сооружений при продолжительности дислокации на одном месте, в основном, до двадцати лет.

Мобильность – скорость переноса мощности.

Пневматические конструкции – оболочки из тканевых материалов или пленок, несущая способность которых обеспечивается внутренним давлением воздуха.

Транспортабельность – удобство, пригодность для перевозки.

Трансформирующееся здание и сооружение – здание и сооружение с изменяющимися количественными и качественными параметрами для адаптации к условиям и требованиям эксплуатации.

Комплекс – совокупность, группа зданий и сооружений единого назначения.

Мобильность населения и войск – способность населения и войск к быстрому передвижению в чрезвычайных ситуациях, а также до начала и в ходе боевых действий.

Мобильные силы – высокоподвижные формирования, предназначенные для оперативных действий и приспособленные к переброске по воздуху.

Чрезвычайная ситуация – особая ситуация в связи с исключительными внутренними или внешними обстоятельствами природного, техногенного или социального характера.

К 2018 году в стране используется 26 основных мобильных конструктивных систем, включающих 18 систем контейнерного и 8 систем сборно-разборного типов. Согласно данным серии строительных каталогов РФ класса СК-6, на основе данных систем выпускаются более 250 разновидностей конкретных зданий и сооружений, различающихся по функциональному назначению, мощности, климатическому исполнению, стоимости и другим технико-экономическим показателям. Объем производства на предприятиях варьируется в широком диапазоне – от 1000 до 200 000 м общей площади объектов в год, что позволяет говорить о сложившейся в строительном комплексе страны специальной отрасли индустрии – мобильного домостроения, т. е. отрасли быстровозводимых комплексов.

В то же время, учитывая анализ проблемы, обеспеченность строительно-монтажных организаций БК составляет в среднем по стране всего 50–55 % от расчетно-нормативного уровня. Необходимо с точки зрения системной оценки учесть и другие показатели, согласно которым фактическая степень обеспеченности подрядных подразделений, ввиду отсутствия в стране единой системы высококачественной эксплуатации БК, составляет не более 40 %. Такое положение ставит рабочих-строителей в менее выгодные условия по сравнению с рабочими большинства отраслей промышленности, влечет за собой негативные социально-экономические последствия. Особенно существенно данный фактор проявляется в необжитых и неосвоенных районах строительства на Дальнем Востоке и Крайнем Севере. По некоторым оценкам, в таких условиях на обустройство строителей и их семей затрачивается не менее 20–30 % всего времени строительства.

Проанализируем основные мобильные конструктивные системы более подробно и выявим их преимущества, недостатки и возможность использования для оперативного обустройства гражданского населения с учетом современных требований.

По виду гражданские мобильные объекты представлены пятью 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 стро-

ительном производстве факторов и отраслевая ориентация в разработке и изготовлении привели к значительному разнообразию показателей качества БК. Поэтому в настоящей работе целесообразно рассмотреть БК ряда поколений, изготавливаемых серийно в течение последних 10 лет и имеющих массовое применение в строительстве, но в то же время внимание будет уделено и разработкам последних лет [17, 62, 73–79, 105–115].

С целью сопоставимости анализируемых систем обобщим их основные технико-экономические показатели в сводные табл. 1.1 и 1.2, а комплексов на их основе – в табл. 1.3 и 1.4.

Таблица 1.1

Основные технико-экономические показатели контейнерных конструктивных систем для быстровозводимых комплексов в министерствах и ведомствах РФ к 2018 году

№ п/п	Наименование системы	Габаритные размеры базовой конструкции, м			Удельный расход материалов		Удельная трудоемкость изготовления, нормо-ч/м ²
		Длина	Ширина	Высота	Металл, кг/м ²	Лесоматериалы, м ³ /м ²	
1	«Универсал»	6	3	2,95	53	0,08	9,8
2	«Мелиоратор»	9	3	2,86	59,8	0,22	8,9
3	«Контур»	9	3	2,9	53,8	0,18	6,1
4	«Донбасс»	6	3	2,85	50,0	0,16	9,07
5	«Куб-Восток»	6	3	2,85	55,0	0,33	7,3
6	«Нева»	6	3	ЗД4	53,1	0,3	7,3
7	«Монтажник»	6	3	2,97	56,2	0,36	10,4
8	«Тайга»	5,99	2,99	2,86	10,0	0,66	9,9
9	«Лесник»	6	3	2,82	12,7	0,02	0,1
10	«Комфорт»	9	3	2,79	65	0,15	8,5
11	«Днепр»	6	3	2,85	56,0	0,15	4,1
12	«Пионер-2»	9	3	2,89	40,0	0,03	26
13	«Куб-М»	6	3	2,87	51,0	0,37	7,34
14	«Ставрополец»	7	2,5	2,96	67,1	0,01	13,2
15	«420-10»	6	3	3,0	21,0	0,95	14,7
16	«Энергетик»	6	3	2,9	14,4	0,83	12,8
17	«Геолог»	6	3	3,0	30,2	0,57	20,4
18	«420-100»	9	3	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	3	3,0	79,0	0,25	16,3
21	«Вахта»	12	2,9	2,9	80,0	0,22	13

Таблица 1.2

Основные технико-экономические показатели сборно-разборных конструктивных систем для быстровозводимых комплексов в министерствах и ведомствах РФ к 2018 году

№ п/п	Наименование системы	Координационные размеры, м			Удельный расход материалов		Удельная трудоемкость монтажа, нормо-ч/м ²
		Ширина секции, шаг колонн	Пролет	Высота до низа несущих конструкций	Сталь, кг/м ²	Лесоматериалы, м ³ /м ²	
1	«Модуль-1»	4,8	14,4	7,2	71,2	0,02	0,91
2	«Модуль-2»	2,4	4,8	2,7	24,9	0,41	0,25
3	«УСРЗ-1»	3	12,8	6,0	86,6	–	0,32
4	«УСРЗ-2»	3	18,0	8,4	92,5	–	0,32
5	«УКС»	4	3×6×4	4,2	31,2	–	0,12
6	«СКЗ-М»	3	12,0	5,4	98	–	0,51
7	«УИЗ-12»	6	12,0	6,0	63,9	0,17	0,94
8	«УИЗ-18»	6	18,0	6,0	56,6	0,13	0,74
9	«БКЗ-6»	3	18,0	6,0	88,2	–	0,72
10	«БКЗ-7,2»	3	18,0	7,2	88,2	–	0,72
11	«БКЗ-24»	3	24	6,0	82,3	–	0,60
12	«БКЗ-24-7,2»	3	24	7,2	82,3	–	0,60
13	«Монтажник»	3	9,0	4,2	50,9	0,12	0,64

Таблица 1.3

Состав и технико-экономические показатели основных зданий и сооружений для быстровозводимых комплексов служебно-бытового назначения на базе контейнерных систем «Нева» и «Комфорт» (вариант 1 – обычные условия строительства в городе)

№ п/п	Наименование	Вместимость, чел.			
		50	100	200	400
1	2	3	4	5	6
1	Гардеробная с умывальной, душевой, уборной	7	2	24	46
2	Здания для обогрева и защиты от солнечной радиации, отдыха, приема пищи	–	1	2	4
3	Столовая	1	1	2	2
4	Контора	1	2	4	6
5	Медпункт	–	–	–	1
6	Магазин продовольственный	–	–	1	1

1	2	3	4	5	6
7	Клуб	–	–	1	1
8	Диспетчерская	–	–	1	2
9	Сатураторная	–	–	1	2
10	Здание для проведения занятий и собраний	–	1	1	2
11	Комбинат бытового обслуживания	–	–	1	1
12	Отделение связи	–	–	1	1
13	Контрольно-пропускной пункт	1	1	1	1
14	Навес	1	1	2	4
15	Магазин промтоваров	–	–	–	1
16	Спортивный комплекс	–	–	–	1
17	Площадь застройки, м	567	1053	2105	2799
18	Площадь территории комплекса, м	6000	11 900	22 115	42 720
19	Трудоемкость монтажа, чел.-дн.	5	9	16	29
20	Продолжительность монтажа, дн.	5	9	16	29

Таблица 1.4

Состав и технико-экономические показатели основных зданий и сооружений для быстровозводимых комплексов вахтовых, базовых и экспедиционных жилых поселков на базе систем «Модуль», «Мелиоратор» и «ЦУБ»(вариант 2 – чрезвычайные ситуации строительства в труднодоступных регионах)

№ п/п	Наименование	Поселок и вместимость, чел.		
		Вахтовый, 200 чел.	Экспедиционный, 500 чел.	Базовый, 1000 чел.
1	2	3	4	5
1	Общежитие	8	20	–
2	Радиоузел	1	–	–
3	Баня-сауна	2	3	–
4	Общественный центр	1	1	1
5	Контора	1	–	–
6	Медпункт	1	1	1
7	Столовая	1	1	1
8	Магазин	1	1	1
9	Склад продовольственных и промышленных товаров	1	1	1
10	Комплекс восстановления работоспособности	–	1	1

1	2	3	4	5
11	Культурно-оздоровительный комплекс	–	1	1
12	Холодильник на 25 т	–	1	1
13	Овощехранилище на 60 т	–	1	1
14	Клуб на 150 мест	–	–	1
15	Диетическая столовая на 30 мест	–	–	1
16	Комбинат бытового обслуживания	–	–	1
17	Гостиница	–	–	1
18	Двухквартирный жилой дом	–	–	250
19	Котельная	1	1	1
20	Мазутохранилище	1	1	1
21	Трансформаторная подстанция	1	1	1
22	Очистные сооружения	1	1	1
23	Дизельная электростанция	1	1	1
24	Площадь территории, га	2,96	5,8	5,9
25	Площадь застройки, га	0,66	1,5	0,7

Рассмотрим выявленные системы более подробно согласно табл. 1.1 на примере контейнерной системы «Ставрополец». Базовая конструкция зданий – металлический блок-контейнер, установленный и закрепленный на ходовых частях. Блок-контейнер имеет панельное решение: каркас панелей из стальных труб и деревянных брусков; наружная обшивка из стального листа, внутренняя обшивка – твердая древесноволокнистая плита или пластик; теплоизоляция – пенополистирольные блоки; кровля металлическая. На заводе здания полностью укомплектовываются оборудованием, мебелью и инвентарем, для разгрузки колес при установке в рабочее положение и эксплуатации зданий они оборудуются телескопическими опорами. Выдвигаемая веранда выполнена из стальных труб, оборудована быстросъемной кровлей, ограждениями и телескопическими опорами (см. табл. 1.1). Отопление – автономное воздушное от электрокалориферов с принудительной циркуляцией тепловых потоков, имеется автономный источник электроэнергии. Водоснабжение – холодное и горячее автономное с электрическим насосом и др.

Детальное рассмотрение факторов исторического хода развития строительного комплекса СССР и России с учетом социальных заказов Вооруженных Сил и государства обосновывает необходимость интенсивного использования с 1960-х годов быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства прежде всего своих строительных организаций в процессе выполнения строительного-монтажных работ в СССР и за рубежом. В работах д-ра техн. наук, профессора Карасева Н. Н., Кузьмина Е. А. и Башлая К. И. рассматривались проблемы создания БК на базе контейнеров универсального назначения.

В этих исследованиях были выявлены следующие *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.
- В работах также отмечались и *недостатки контейнерных объектов*:

- невозможность организации большепролетных, зальных помещений для столовой, клуба, спортзала, хранилища и других объектов;
- необходимость кранового оборудования при монтаже и демонтаже;
- 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.

В период 1976–1984 гг. в СССР была выполнена комплексная научно-производственная работа. Целью работы было создание нового поколения сборно-разборных зданий на базе единой открытой конструктивной системы, устраняющей недостатки существующих контейнерных и сборно-щитовых систем ЦУБ, СРМ, К-9 и т. д. Система должна была позволять собирать здания различного функционального назначения, которые имели бы не только эффективные показатели по материалоемкости, трудозатратам и стоимости, но и высокий уровень мобильности, рациональные планировочные решения и способность к трансформации в процессе эксплуатации. При этом подразумевалось создание не единичного экспериментального образца, а организация заводского изготовления конструктивных элементов системы, комплектация зданий всеми необходимыми инженерными системами и оборудованием, разработка технологии и организации монтажа и демонтажа.

Участниками данной работы являлись ученые ЛВВИСКУ и ПВВИСУ под научным руководством д-ра техн. наук, профессора Н. Н. Карасева – Ю. Г. Огородников, канд. техн. наук, доцент А. П. Юзов, А. И. Васильев, В. А. Тихомиров, С. Д. Ивлиев [100–106].

Комплексная работа осуществлялась по следующим основным направлениям: теоретические исследования; разработка нормативно-технической базы; экспериментальное проектирование и строительство, комплексные исследования зданий и сооружений; внедрение результатов НИР и проектно-конструкторских работ в практику капитального строительства; внедрение результатов в практику министерств и ведомств страны. В ходе исследований впервые в отечественной и зарубежной практике мобильного домостроения была создана *новая конструктивная система, получившая название «Модуль»*.

Результаты проведенных исследований включали в себя:

- ограниченную номенклатуру конструктивных элементов, включая 12 основных элементов, объединенных в шесть строительных подсистем – панельно-стоечную, панельную, рамно-панельную, объемно-блочную, висячую и комбинированную, которые позволяли возводить БК различного функционального назначения;

- технологию производства конструктивных элементов;
- технологическое оборудование для производства;
- проектно-сметную документацию;
- нормативно-техническую документацию по проектированию, производству, монтажу, демонтажу, передислокации и эксплуатации.

Основные технико-экономические показатели системы «Модуль» целесообразно рассмотреть на примере наиболее типичного и массового здания, которое серийно выпускалось на 160 ДСК, – общежития на 120 чел., представленного в табл. 1.5.

Поскольку система «Модуль» явилась системой нового поколения среди имеющихся мобильных зданий в СССР, продолжает серийно выпускаться в настоящее время в РФ и эксплуатируется не только в строительном комплексе экономики страны, но и при ликвидации чрезвычайных ситуаций в других странах, проанализируем ее достоинства и недостатки более подробно.

Во-первых, необходимо отметить, что в систему входят сборно-разборные здания, выполненные по стоечно-панельной и каркасно-панельной схемам при шаге несущих конструкций 2,4 м и пролете 4,8 м; соответственно внутренняя высота 3 м – для жилых зданий, 3,6 м – для общественных зданий и 6 м – для зальных помещений. Базовая конструкция зданий выполнена из ограниченных по составу унифицированных конструкций и элементов, включающих в себя: панели перекрытия, покрытия наружных и внутренних стен, стойки, рамы, лестницы и комплектующие изделия. Панели трехслойной конструкции с деревометаллическим и деревянным каркасом. Наружная и внутренняя обшивка панелей из водостойкой широкоформатной фанеры, цементно-стружечных плит и других материалов. Теплоизоляция – заливочный мочевиноформальдегидный пенопласт, минераловатные плиты и другие утеплители. Стыки уплотняются при монтаже упругими прокладками типа вилатерм. Фундаменты сборно-разборные из железобетонных подушек.

Во-вторых, следует подчеркнуть, что соединение всех конструктивных элементов осуществляется с использованием оригинального безболтового унифицированного узла типа «шип-гнездо», проходящего во всех элементах системы. Этот узел позволяет быстро и надежно соединить горизонтальные и вертикальные несущие элементы здания с одновременным обжатием уплотнителей в стыках между элементами в единую устойчивую пространственную конструкцию. Кроме того, при передислокации эти стальные узлы выполняют предохранительную роль, защищая углы панелей от случайных повреждений и деформаций.

**Технико-экономические показатели общежития К 120-11-03
на 120 человек для строительных организаций
на основе сборно-разборной системы «Модуль»**

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение
1	Строительный объем	м ³	2318
2	Площадь застройки	м ²	472,9
3	Полезная площадь	м ²	706,6
4	Высота помещения	м	3
5	Площадь спальни	м ²	8
6	Трудоемкость монтажа	чел.-дн.	200
7	Трудоемкость демонтажа	чел.-дн.	200
8	Заводская готовность комплекта	%	87
9	Масса наземных конструкций	т	112
10	Стоимость комплекта	тыс. долл. США	68
11	Срок службы	лет	20
12	Степень огнестойкости	–	IV
13	Оборачиваемость	раз	8–10
14	Ширина секций, модуль по ширине	м	2,4
15	Пролет, модуль по длине	м	4,8
16	Удельный расход стали	кг/м ²	24,9
17	Удельный расход лесоматериалов	м ³ /м ²	0,41
18	Удельная трудоемкость изготовления	нормо-ч/м	4,78
19	Удельная трудоемкость монтажа	чел-ч/м	0,25
20	Трудоемкость при транспортировке	чел.-дн.	5,6
21	Стоимость монтажа	тыс. долл. США	4,42
22	Стоимость демонтажа	тыс. долл. США	4,42
23	Стоимость транспортировки	тыс. руб.	2,13
24	Наибольший вес монтируемого элемента	кг	500
25	Количество четырехосных полувагонов для транспортирования комплекта	шт.	4
26	Требуемая грузоподъемность крана при монтаже и демонтаже	т	3
27	Этажность	–	1,2

В-третьих, как показали исследования, к основным достоинствам системы можно отнести:

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

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

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

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

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

6) надежность единого узла связи и конструктивных элементов;

7) взаимозаменяемость любого изделия в процессе эксплуатации;

8) единую модульную координацию размеров и единые правила привязки конструкций к координационным осям объектов;

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

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

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

12) высокие эстетические качества застройки;

13) долговечность строительных материалов и изделий;

14) высокую степень оборачиваемости и др.

Опираясь на полученные результаты, ученые ВИТУ в ходе выполнения НИР «Лира» и «Сверхкомплект-3», провели комплексные испытания БК на основе системы «Модуль» в южных, северных и обычных условиях, которые подтвердили эффективность системы на всех стадиях жизненного цикла. Все технические решения системы защищены более чем двадцатью авторскими свидетельствами на изобретения и патентами РФ.

С учетом полученных результатов еще 1981 году система «Модуль» была представлена на специализированной строительной выставке ВДНХ СССР, посвященной проблемам оперативного обустройства строительного-монтажных организаций, по итогам которой была удостоена диплома I степени, а коллективы разработчиков, включая ВИТУ, награждены медалями ВДНХ. Эти обстоятельства во многом предопределили то, что система была признана Госстроем СССР одной из лучших в стране и включена в государственный руководящий документ – *«Перечень проектов инвентарных зданий, обязательных для заводского производства в 1981–1985 гг.»*.

В-четвертых, необходимо отметить, что анализ системы, выполненный в результате теоретических и натурных исследований, позволяет выявить и определенные недостатки системы, основными из которых являются:

- 1) невысокая степень огнестойкости (IV–V);
- 2) ограниченная этажность в два этажа;
- 3) невозможность монтажа и демонтажа элементов вручную;
- 4) невозможность укомплектации на заводе встроеного оборудования и мебели;
- 5) недостаточная долговечность некоторых деревянных изделий;
- 6) достаточно крупные модули 2,4 и 4,8 м для формирования ряда ячеек помещений в жилых зданиях;
- 7) повышенный расход стали, приводящий к увеличению удельного веса и стоимости конструкций;
- 8) невозможность передислокации вручную и с подручными средствами по бездорожью и в отсутствие инфраструктуры;
- 9) осадка утеплителя МФП-3 в процессе эксплуатации и выделение вредных веществ;
- 10) недостаточный уровень заводской готовности кровли, наружной и внутренней; отделки;
- 11) невозможность оперативной трансформации помещений с помощью специальных общесистемных пневматических и складывающихся элементов и др.

Выявленные авторами и другими учеными недостатки отражают диалектику совершенствования любого системного объекта и невозможность одновременного выполнения всех тактико-технических требований, предъявляемых к системам для оперативного обустройства. Комплекс данных требований отражен в ГОСТах, СНиПах и СН и содержит значительное количество разнонаправленных показателей качества. Так, например, требование повышения степени заводской готовности и темпа монтажа неизбежно вступает в борьбу с требованием снижения стоимости комплекта и т. д. Учитывая принципы всеобщего диалектического развития и материализма, выявленные недостатки одновременно являются направлениями дальнейшего совершенствования, в качестве которых и целесообразно их рассматривать в последующих исследованиях объекта изучения в настоящей работе.

Анализ научно-технической информации свидетельствует, что экономика нуждается не только в БК жилого и общественного назначения, но и в БК производственного назначения: ремонтные базы, механические мастерские, столярные цеха, склады, хранилища строительной техники, ангары для ремонта и эксплуатации техники и другие объекты. Учитывая положительный опыт создания и реализации системы «Модуль», в соответствии с НИР «Лира», «Городок-4» и «Сверхкомплект-3» учеными были развернуты широкомасштабные научные исследования. В середине 1980-х годов возникла проблема создания принципиально новой быстровозводимой системы, которая бы, по сути являясь альтернативой уже существующей системе «Модуль», смогла устранить ряд имеющихся у нее недостатков. Так родилась новая система «Сокол», получившая свое наименование от поселка Сокол Вологодской области, где находится 21 ДОЗ, осуществляющий серийное изготовление комплектов этой системы.

При постановке задачи обращалось внимание на четыре основных требования, которым должна удовлетворять новая система.

Во-первых, более мелкий, чем в системе «Модуль», размер унифицированных конструктивных элементов. Это позволяло решить такие проблемы, как обеспечение более гибкого планировочного модуля для рационального решения ячеековых помещений, а также задачу по упрощению и облегчению процессов монтажа, передислокации и демонтажа за счет уменьшения веса элементов.

Во-вторых, использование в качестве наружных и внутренних обшивок панелей нового строительного материала – цементно-стружечных плит. Это позволяло повысить степень огнестойкости зданий, увеличить долговечность обшивки и снизить стоимость комплекта по сравнению с существующим вариантом обшивки в системе «Модуль» из фанеры.

В-третьих, замена металлодеревянного каркаса панелей на деревометаллический, что позволяет снизить вес и стоимость, а следовательно, упростить монтаж, демонтаж и процесс обеспечения комплектами новой конструкции.

И, наконец, *в-четвертых*, это разработка принципиально нового, отличного от системы «Модуль», узла связи.

Проанализируем основные особенности данной системы, базируясь на имеющейся информации и результатах совместных теоретических и практических исследований авторами комплексов системы «Сокол» в Ленинградской области.

Конструктивная строительная система «Сокол» предназначена для строительства быстровозводимых зданий различного функционального назначения: гостиницы и общежития, жилые и садовые дома, столовые и кафе, магазины и дома бытового обслуживания, физкультурно-оздоровительные комплексы и лубы, склады и производственные здания. Основу системы составляют лёгкие панели и элементы повышенной заводской готовности с возможной комбинацией отдельных блоков (веранд, мансард и др.) из каркасно-обшивных конструкций для различных климатических районов. Система «Сокол» представляет собой совокупность панельных и рамно-панельных конструкций, позволяющих формировать объекты по принципу «от элемента – к зданию». Основной планировочный модуль – 1,2 м, шаг несущих конструкций – 3,6 м, высота помещений (кроме зальных) – 2,7 м, 3,0 м, 3,3 м.

Конструкции стен, перегородок, перекрытий и покрытий – унифицированные панели типа «сэндвич» на деревянном каркасе с эффективным утеплителем, пароизоляцией и обшивкой с двух сторон в любом сочетании: цементно-стружечной плитой (ЦСП), древесноволокнистой плитой (ДВП), многослойной фанерой, облицовочной доской. Размеры панелей стен 1200×2700, 3000, 3300 мм – для вертикальной разрезки и 3600×1200 мм – для горизонтальной разрезки, толщина 130 мм; размеры перекрытий и покрытий – 1200×1200, 2400, 3600 мм, толщина – 180 мм.

Кроме серийно выпускаемых в РФ зданий систем «Модуль», «Сокол», «СРМ» и контейнеров, разработаны, испытаны в натуральных условиях, построены головные образцы и выпущены малые серии принципиально новых сборно-разборных зданий складывающегося, тентового и пневматиче-

ского типов. Основные характеристики комплексов представлены в табл. 1.6. Из различного набора секций собираются здания жилого и общественного назначения [188].

К преимуществам складывающихся систем относятся: малый транспортный объем; высокая степень заводской готовности; возможность трансформации конструкций с увеличением объема и площади в 1,5–3 раза; соответствие габаритов транспортного положения ограничениям при передислокации (ширина сложенных пакетов составляет 0,8; 2 и 2,48 м); простота монтажа без кранового оборудования и небольшой бригадой; небольшой вес комплекта (2,8; 2,9 и 3,1 т) и др.

Исследования показали наличие следующих недостатков данных систем: невозможность развития по вертикали; отсутствие планировочных решений для зальных помещений, сложная полигональная форма покрытия, снижающая рациональность используемой площади; сложность взаимозаменяемости конструктивных элементов; невысокие эстетические качества застройки; невысокая степень огнестойкости; невозможность формирования полной номенклатуры зданий для комплекса застройки и др.

К этому типу относятся *тентовые системы* для ангаров, складов, навесов и гаражей, которые разработаны в двух вариантах: система ТСБ-7-12 пролетом 12 м; система ТСН-8-18 пролетом 18 м.

Их основными достоинствами являются низкая материалоемкость и вес комплекта (13–15 кг/м), высокий темп монтажа, позволяющий бригадой из 6–12 человек в сжатые сроки (1–3 дня) осуществить монтаж сооружения площадью 250–1100 м² без дополнительных машин и механизмов, а также возможность возведения объекта практически на любом основании. Конструктивной основой тентовых систем являются модули, образуемые арками или вантово-стоечными рамами, которые обтянуты прорезиненной или капроновой тканью. Важной особенностью является возможность стыковки модулей по любым из сторон с образованием различных конфигураций объектов в плане.

Таблица 1.6

Основные характеристики быстровозводимых комплексов на основе складывающихся, тентовых и пневматических систем

№ п/п	Наименование системы	Пролет, м	Площадь, м ²	Трудоёмкость монтажа, чел.-ч/м ²	Срок монтажа, ч	Состояние разработки
1	2	3	4	5	6	7
1. Складывающиеся система						
1	ПССОЭ – пакетно-складная секция с объемным элементом	7,6	36,48	0,64	3	Экспериментальный образец

1	2	3	4	6	7	8
2	ПССОЭ – пакетно-складная секция	5,6	26,88	0,64	3	Экспериментальный образец
3	КОТСС – комбинированная объемно-тентовая складная секция	6	26,88	0,64	3	Экспериментальный образец
2. Тентовые системы						
4	ТСБ-7-12	12	288	0,2	9	Экспериментальный образец
5	ТСН-8-18	18	730	0,25	22	Экспериментальный образец
3. Пневматические системы						
6	КПС-12т	12	288	0,14	5	Серия
	УПС-17т	16	512	0,35	15	Серия
	КПС-25-2т	23	1173	0,23	38	Малая серия

Особый тип *пневматических систем* разработан в трех вариантах: комплексное пневматическое сооружение – КИС-12 т пролетом 12 м; универсальное пневматическое сооружение – УПС-16 т пролетом 16 м; комплексное пневматическое сооружение – КПС-25-2 т пролетом 23 м.

К особому типу относятся *передвижные здания с ходовой частью* (см. табл. 1.7). К их достоинствам относятся:

1) полная заводская комплектация с учетом каркаса, оболочки, воздухо-нагнетательного, отопительного, охлаждающего, противопожарного и другого оборудования;

2) светопрозрачность и радиопрозрачность, что существенно для страны;

3) сейсмостойкость, являющаяся важным фактором для строительства в регионах Дальневосточного и Сибирского федеральных округов.

Для начального этапа обустройства людей в чрезвычайных ситуациях применяются тентовые, контейнерные и передвижные сооружения в комплексе (табл. 1.8).

Перспективные исследования в области пневматических БК могут быть связаны с реализацией указанных потенциальных свойств систем в актуальные качества в практике оперативного обустройства.

Таким образом, опираясь на проведенную оценку опыта функционирования отечественных быстровозводимых комплексов, можно сформулировать следующие обобщающие выводы по проблеме.

Базовые технические характеристики быстровозводимых комплексов передвижных зданий

№ п/п	Технические характеристики	Шифр комплекта					
		Показатель	Подвижная мастерская ПРМ-В	Походная мастерская ПМВ	Полевая кухня-столовая ПКС-2М	Госпитальная прачечная полевая МПП-2	Автоперевозочная АП-2
1	Производительность		33 ед./ч	73 ед./ч	120 чел., 40 пос. мест.	35 кг/ч белья	7–10 чел.-ч
2	Обслуживающий персонал	чел.	32	100	10	12	5
3	Общая площадь	м	572	1848	91,5	242	32
4	Длина	м	26	56	15	22	8
5	Ширина	м	22	33	6,1	12	4
6	Время развертывания	ч	1,5	4	1,5	1	0,5
7	Время свертывания	ч	1,5	4	1,5	1	0,5
8	Базовые шасси		2-ПН-4	У2-АПЗ	2ПН-4	2-П-5	ГАЗ-66
9	Скорость передвижения: по шоссе по грунтовой дороге	км/ч	До 50 15–20	До 50 10–20	До 50 15–20	До 50 15–20	До 50 15–20
10	Потребная мощность электроснабжения	кВт	20	68	10	20	1
11	Количество контейнерных	шт.	2	8	1	1	1
12	Количество сборно-разборных сооружений	шт.	4	–	–	–	–
13	Количество тентовых сооружений	шт.	4	9	1	2	1
14	Компактность, количество сооружений в комплексе	шт.	1, единый комплекс	17	1	3	2

Изменения социально-политической обстановки в последние годы поставили новую актуальную и сложную техническую проблему создания принципиально новой по существу системы БК. Строительство капитальных объектов с помощью временных стационарных объектов значительно отстает от реальных потребностей и требует необоснованных крупномасштабных затрат материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Возникло противоречие между возрастающими потребностями в оперативном обустройстве с помощью быстровозводимых комплексов и научно-техническими и экономическими возможностями по их удовлетворению. Необходимость научно обоснованного разрешения данного противоречия является существом проблемы по созданию новой теории разработки новых систем и прогноза развития их в будущем.

Решение проблемы оперативного обустройства может быть найдено за счет широкого использования принципов и методов специального класса строительных комплексов – *быстровозводимых комплексов*. Быстровозводимые комплексы представляют систему зданий, сооружений, подсистем технического обеспечения, инженерных сетей, объединенных общей территорией в единую общую систему функционально, пространственно и конструктивно взаимосвязанных подсистем, сроки строительства и развертывания которых, как правило, меньше нормативных и обеспечивают оперативное обустройство населения.

Основу быстровозводимых комплексов составляют *мобильные здания и сооружения*, которые являются объектами комплектной заводской поставки, конструкции которых обеспечивают возможность их разборки, свертывания и передислокации. В стране серийно изготавливаются и эксплуатируются два основных типа мобильных объектов: контейнерные и сборно-разборные. Контейнерные здания состоят из одного блок-контейнера полной заводской готовности, передислоцируемого на любых пригодных транспортных средствах, в том числе на собственной ходовой части. Сборно-разборные здания состоят из отдельных блок-контейнеров, плоских и линейных элементов или их сочетаний, соединенных в конструктивную систему на месте эксплуатации. Передислокация является перемещением мобильного объекта с помощью транспортных средств с одного места эксплуатации на другое.

Проблема оперативного обустройства строителей заключается в размещении заданного контингента с созданием необходимых и достаточных жилищно-бытовых условий в ограниченные сроки, определенные директивами и нормативами, с использованием мобильных, перебазированных сборно-разборных быстровозводимых зданий, сооружений, инженерного оборудования заводского изготовления для временного или постоянного расквартирования. Под временным обустройством понимается расквартирование с использованием комплексов временных зданий и сооружений при продолжительности одном месте до двадцати лет.

Значительный опыт оперативного обустройства накоплен в Госстрое РФ, МЧС, отделе капитального строительства Минобороны, где методы ускоренного строительства широко применялись с послевоенных лет по настоящее время при размещении строительных организаций на строящихся оборонных

и гражданских объектах. Сформировалась специализированная отрасль предприятий строительной индустрии, которые освоили массовый выпуск зданий и сооружений на основе мобильных конструктивных систем «Модуль», «Сокол», СРМ, ЦУБ, «Контейнер» и других, а также мобильных котельных, установок водоснабжения, канализации, электростанций и других комплектно-блочных инженерных объектов. Созданы экспериментальные образцы новых складывающихся, тентовых и пневматических систем ПСС, ТСБ и КПС.

Таблица 1.8

Основные технические характеристики быстровозводимых комплексов на основе тентовых, контейнерных и передвижных сооружений (вариант чрезвычайных ситуаций в пионерный период обустройства)

№ п/п	Наименование комплекта	Размеры, м			Площадь, м	Кубатура воздуха, м ³	Вместимость, чел.	Вес, кг/м ²
		Длина	Ширина	Высота				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Палатка зимняя походная	3,36	2,7	1,95	7	8,5	6	4
2	Палатка походная	2Д	2	1,8	4,2	5,04	2	2,3
3	Палатка	4	4	2,75	16	28	10	1,9
4	Палатка	2,88	3,13	2,7	9	18,5	2	15
5	Палатка летняя штатная	4	3	2,4	12	23,8	2	15,1
6	Палатка УСТ-56	4,64	4,64	3,26	21,6	48,5	10	10,6
7	Палатка УСБ-68	9,6	6,1	3,31	58,5	138	20	7,4
8	Палатка зимняя УЗ-68	5	5,12	2,85	26	59	10	16
9	Палатка летняя УЛ-68	5	5,2	2,85	26	59	10	14,1
10	Палатка ПМК каркасная	9,73	6,1	3,45	59,4	153	20	14,8
11	Палатка подсобная	4,3	4,3	3	18,5	40	6	5,7
12	Палатка УК-53 для холодных районов	4,7	4,7	2,87	22	43	10	12,8
13	Палатка арктическая	2	2	2	12,5	16,8	6	10,8
14	Палатка КАПШ-2	6	4	2	20,5	29,3	12	8,6
15	Палатка экспедиционная двухместная	2,54	1,91	2,3	4,85	9,2	2	37,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	Палатка экспедиционная восьмиместная	3,94	2,64	2,75	10,4	22,3	8	24,5
17	Автоперевозочная АП-2 палаточная	6,6	2,5	3,4	32	109	14	187
18	Кухня-столовая передвижная ПКС-2М	4,64	4,64	3,26	21,6	48,5	10	10,6
19	Комплекс механи- зированный полевой прачеч- ный МПП-1	50	30	3	1500	4500	60	85
20	Комплекс походных мастерских ПРМ-В	26	22	3	572	1716	32	ПО

5. В наибольшей степени современным предъявляемым требованиям отвечают технические характеристики зданий и сооружений на основе сборно-разборной конструктивной системы «Модуль», которая позволяет формировать комплексы жилого, производственного, общественного, складского и специального назначения любой мощности для различных климатических условий. Наиболее важными преимуществами системы являются высокая мобильность монтажа и демонтажа, легкая транспортабельность, надежность эксплуатации, возможность развития функций во всех направлениях, рациональная модульная координация и размеры конструктивных элементов, высокая оборачиваемость и долговечность, которые обоснованы многолетней практикой эксплуатации объектов в мирное и военное время в России и за рубежом.

6. Ни одна из серийно изготавливаемых и экспериментальных быстровозводимых систем не удовлетворяет в полной мере всей совокупности современных технических требований, предъявляемых к ним. К базовым требованиям относятся следующие: функциональные, строительно-технические, экономические, безопасности, экономичности и др.

7. В существующих теоретических разработках отсутствуют научно обоснованные принципы создания новых типов БК, модели их развития, не создана методологическая база для прогноза их совершенствования в будущем.

1.1.1. Зарубежная теория и практика

Анализ научно-технической информации [14, 32, 73–89, 140–142, 214–228], выполненный в ходе НИР «Лира», «Сверхкомплект», «Сверхкомплект-3», «Стратегия», «Комфорт» и др., показал, что и за рубежом накоплен значитель-

ный 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.

В работах американских, японских и французских ученых Ф. Отто, М. Рагона, К. Танге и А. Квормби рассмотрены теоретические проблемы использования пневматических и каркасно-панельных структур с использованием бионических принципов и пластмассовых материалов. Еще в 1948 году в США были возведены первые реальные воздухоопорные объекты для военных и гражданских целей и организована, по сути, пионерная фирма по выпуску таких объектов. В Европе первое пневмосооружение, которое изготовила американская фирма «IRVING», появилось в 1958 году на Брюссельской Всемирной выставке, а затем началось интенсивное освоение легких надувных объектов во многих странах мира. Английские зенитчики в 1938–1939 гг. широко использовали надувные купола диаметром 6–9 м в качестве тренажеров, проецируя на их сферическую поверхность фильм с кадрами атакующих самолетов.

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.

В зарубежной практике определились следующие *основные направления их эффективного использования*:

1) мобильные воинские комплексы для временного базирования войск в регионах локальных вооруженных конфликтов – казармы, госпитали, штабы, склады, ангары, котельные, столовые;

2) 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;

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

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

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

6) 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;

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

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

Согласно американским данным, 30 % пневмообъектов служат для рекреационных целей, 30 % – для нужд промышленности, 30 % – для военных целей и 10 % – для выставок. В соответствии с германскими оценками 69 % надувных объектов в стране предназначены для складских помещений, 13 % – для спортивных сооружений, 6 % – для выставочных залов, 2 % – для строительства, 4 % – для испытательных станций, 6 % – для торговых и вспомогательных сооружений. При этом стоимость серийного комплекта зданий фирмы «AIR-TECH» (США) колеблется в зависимости от их размеров от 15 до 30 \$/м². Как показали оценки, кривые данных зависимостей выявляют интересную экономическую особенность: удельная стоимость существенно падает с увеличением пролета. Так, например, удельная стоимость комплекта площадью 500 м² составляет 25–30 \$/м², площадью 1500 м² – 18–20 \$/м², площадью 3000 м – 13–15 \$/м, то есть при увеличении площади примерно в 2–3 раза цена уменьшается ориентировочно в 1,5–1,2 раза.

Интересные результаты получаются при сравнении цены и трудоемкости монтажа и демонтажа американских пневмообъектов с отечественными надувными мелкосерийными объектами, выпускаемыми Ангренским заводом, а также с воинскими системами КС МО и экономики России.

Для сравнения уровней мобильностей обратимся к данным табл. 1.1–1.2. Из них следует, что минимальные уровни удельной трудоемкости монтажа универсальных сборно-разборных систем имеют комплекты «Модуль» – 0,25 и «УСРЗ-2» – 0,32 чел.-ч/м². По оценкам [105–115], минимальная трудоемкость монтажа серийных отечественных контейнерных зданий составляет 0,02–0,1 чел.-ч/м² для систем «Пионер», «Нева» и «Универсал». В то же время, по данным [220–228], скорость развертывания лучших образцов зарубежных пневмосистем достигает 0,01–0,02 чел.-ч/м², что в 2–5 раз быстрее контейнерных и в 15–25 раз – сборно-разборных комплексов отечественного производства. Еще раз обратим внимание на тот факт, что темп монтажа и демонтажа является в большинстве практических сфер использования БК основным эффектообразующим фактором, особенно для обустройства войск и в военное время, несмотря на безусловную важность и других групп факторов, в частности приведенных затрат на монтаж и эксплуатацию, надежность и т. д.

Важно отметить, что, в отличие от многих отечественных образцов, в комплекты полной заводской готовности пневмообъектов зарубежных фирм, кроме

оболочки, входят запасные и основные электровентиляторы с моторами, мягкие воздуховоды, анкера, тросы, шлюзы размером 1,8×2,4 и 0,9×2 м, наборы ремонтного материала и другие принадлежности.

Трудно корректно и научно обоснованно сравнить показатели зарубежных построенных зданий с характеристиками аналогичных сооружений из традиционных материалов, не обладающих рядом преимуществ пневмообъектов, которые могут не иметь стоимостного выражения. Тем не менее, приведем результаты подсчетов американских инженеров применительно к быстровозводимым покрытиям над гимнастическим залом университета в Санта Клара, штат Калифорния. Смонтированное покрытие в 1975 году обошлось в 445 тыс. \$. Если бы оно было выполнено из капитальных конструкций, то расходы увеличились бы на 250 тыс. \$ с учетом более мощных фундаментов и антисейсмических мероприятий. Пневмоконструкции стадиона в другом городе, Понтиаке, являются крупнейшей в мире системой и обошлись в 7,5 млн \$, тогда как цена обычных систем определена в 42 млн \$, т. е. в 5,6 раз дороже. Общая стоимость всего стадиона на 804 тыс. зрителей, который в 5–10 раз легче аналога из бетона, стали или дерева, составляет 55,7 млн \$. В то же время даже деревянный «Суперкупол» в Новом Орлеане стоил 168 млн \$ при числе мест на 8,4 тыс. меньше, а купол стадиона на 65 тыс. мест в Сиэтле обошелся в 70 млн \$.

Исследования показали, что в области пневмообъектов ведущими производителями в мире являются фирмы «Бэрдэйр» (США, г. Бостон), «Крупп» (Германия, г. Ратингет) и «Тайо Когио» (Япония, г. Осака). Максимальная длина построенных пневмосооружений составляет 220 (США, 1975 г.), ширина или диаметр 168,3 (США, 1975 г.) и высота – 49 м (США, 1962 г.).

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. 1.9. Из анализа данных табл. 1.9 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 размерах и областях применения быстровозводимых объектов. Остановимся более подробно на анализе выявленных сведений.

Прежде всего, следует подчеркнуть большие объемы производства мобильных зданий. Так, например, американская монополистическая ассоциация «МНМА» имеет в своем составе 250 фирм, самая крупная из которых, «SKYLINE Corp.», изготавливает более 30 тыс. контейнеров ежегодно. Если сравнить данные объемы с отечественной практикой, то результаты показывают, что данные показатели в несколько раз превышают производство отечественных блоков во всех министерствах и ведомствах страны, вместе взятых.

**Быстровозводимые комплексы зарубежных стран
для оперативного обустройства войск и населения**

№ п/п	Страна	Комплекс	Габариты, м			Площадь, м ²	Назначение
			Длина	Ширина	Высота		
1	США	«MOBIL» «HOUSE» «TRAILER»	2,4–3,6	4,8–30	2,1–2,4	Контейнерная	Военные базы, передвижные поселки
		«MUST» «MICE»	6–7,3	15,9–7,3	3–5,9	Пневматическая	Зальные сооружения
		«JAMESWAY» «PERSHING»	4,8–6	1,2–120	4–6	Тентовая	Временные базы войск
		«PLAYDOM» «SECTION»	5,2–6	6,4–14,6	3–2,9	Каркасно-панельная	Жилые дома, поселки
2	Германия	«STRIEF» «VARICON»	2,4–3	4,8–30	2,2–2,4	Контейнерная, панельная	Жилые дома, офисы, магазины
3	Англия	«Portakabin» «PLAN»	2,4–3,6	2–12	2,3–2,4	Контейнерная, панельная	Жилые дома, городки
4	Италия	«INTERCAMP» «CARAVAN»	2,5–3,6	5–12	2,4	Контейнерная	Жилые дома, офисы
5	Финляндия	«HUURRE» «DOMINO» «FINNCAMP»	2,4–2,5	4,8–12	2,6–3,1	Каркасно-панельная	Жилые дома, общежития
6	Франция	«VARIAL» «TECHNAL» «ISO»	2,438–2,5	2,991–12,19	2,1–2,3	Панельно-контейнерная	Жилые дома, магазины, кемпинги
7	Испания	«MBP» «ISO»	2,4–2,5	6–12	2,2–3,6	Контейнерная, каркасно-панельная	Городки строителей, жилые дома
8	Канада	«ATCO» «ISO»	3–3,6	6–16,2	2,2–2,4	Контейнерная, каркасно-панельная	Общежития, поселки вахтовые
9	Швеция	«KAHRS»	2,4–6	6–12	2,4	Контейнерная, панельная	Жилые дома, школы

Исследования английских и немецких ученых И. Фридмана, П. Моргана, Ж. Кандилиса, С. Вудса и У. Чока посвящены широкому кругу проблем практического использования складных и динамобильных зданий с использованием «растущих» элементов, приспособляющихся к изменяющимся внешним условиям. В работах итальянских и испанских исследователей П. Солери, И. Бласко, С. Миллера и Р. Штримера рассмотрены вопросы трансформирующихся несущих и ограждающих строительных конструкций.

Анализ данных, отраженных в табл. 1.10, показывает неуклонный рост доли мобильного домостроения в общей структуре жилищного строительства США. По существу, производство разнообразных по технико-экономическим показателям контейнерных домов, трейлеров с закрепленной ходовой частью и сборно-разборного жилья превратилось в интенсивно развивающуюся и самостоятельную отрасль национальной экономики и составляет около 90 % от общего объема быстровозводимого строительства США.

Таблица 1.10

**Развитие производства быстровозводимых комплексов
на основе контейнерных и сборно-разборных систем в США**

№ п/п	Год	Объем жилищного строительства, млрд долл.	Объем мобильного домостроения	
			млрд долл.	доля, %
1	1950	33,1	1	0,3
2	1960	34,3	0,5	1,5
3	1970	37,6	2,4	6,4
4	1980	41,1	2,4	5,8
5	1985	60,7	5,5	9,0
6	2017	95,1	8,9	16

Значительный опыт накоплен в зарубежных странах в области применения контейнерных зданий и сооружений, которые разработаны в системе международного параметрического ряда Международной организации по стандартизации – «ISO».

Исследования показали, что в основе параметрического ряда данных контейнеров лежит общепринятая модульная система с оптимальными размерами по ширине и высоте.

Характеристики некоторых блоков представлены в табл. 1.11. Исследования, проведенные в ходе НИР «Комфорт» и «Комплект» по данной проблематике, показали следующие результаты.

Во-первых, как видно из табл. 1.11, система состоит из трех основных подсистем:

- а) подсистема «Single» с типами «20», «40» и «90»;
- б) подсистема «Multi» с типами «50», «170» и «300»;
- в) подсистема «Multi plus» с типами «170» и «300».

Таблица 1.11

Основные технические характеристики быстровозводимых комплексов на базе трансформирующихся складывающихся конструкций, серийно выпускающихся и использующихся в экономике США, и Швеции к 2018 г.

№ п/п	Характеристики	Подсистема «Single»			Подсистема «Multi»			Подсистема «Multi plus»	
		type «20»	type «40»	type «90»	type «50»	type «170»	type «300»	type «170»	type «300»
1	Транспортные размеры пакета, м: длина высота	3,05 2,59	6,06 2,59	12,19 2,9	4,01 2,9	4,01 2,9	12,79 3,03	9,12 3,2	12,19 3,2
2	Площадь, м ²	6,5	12	25	6	13	15	13	15
3	Строительный объем, м ³	13	25	59	10	24	23	24	23
4	Размеры возведенного объекта, м: длина ширина высота	6,77 3,05 2,4	6,77 6,06 2,4	7,38 12,19 2,7	13,96 4,01 2,55	20,05 9,12 2,7	25,64 12,19 2,7	20,05 9,12 5	25,64 12,19 5
5	Площадь, м ²	17	37	85	49	172	299	172	299
6	Кратное увеличение строительного объема	2,7	2,7	2,9	5	8	10	8	10
7	Количество монтажников, чел.	2	2	2	2	2	2	2	2
8	Время монтажа, ч	0,16	0,3	0,5	0,3	1	2	1	2
9	Время демонтажа, ч	0,16	0,3	0,5	0,3	1	2	1	2
10	Удельный вес здания, кг/м ²	45	45	49	46	49	49	75	75
11	Время демонтажа, ч	0,15	0,3	0,5	0,3	1	2	1	2
12	Области использования:								
	казарма	-	-	-	-	+	+	-	-
	общежитие	+	+	+	+	+	+	+	+
	штаб	+	+	+	+	-	-	-	-
	госпиталь	-	-	+	+	+	+	+	+
	ангар	-	-	-	-	+	+	+	+
	школа	-	-	+	+	+	+	+	+
	магазин	-	-	+	+	+	+	+	+
	склад	-	-	+	+	+	+	+	+

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, общежития, штабов, госпиталей, ангаров, школ, магазинов и других общегражданских и воинских объектов.

Во-вторых, характеристики системы в табл. 1.11 свидетельствуют, что из элементов различных подсистем можно возводить объекты широкого параметрического мощностного ряда, от площади в 17; 37; 49 и 82 м² до площади в 172 и 299 м, разворачиваемых всего из одного блока. Так, например, подсистема «Multi plus» типа «300» обеспечивает увеличение общей площади возводимого здания до 299 м² из одного контейнера, площадь которого в транспортном положении составляет всего 15 м². Это означает увеличение площади в 20 раз, с одновременным возрастанием и строительного объема – до 10 раз. Данное преимущество достигается конструктивно-технологическими способами за счет шарнирно соединенных между собой панелей стен, пола и потолка, которые в транспортном положении пакетируются во внутреннем объеме блока, а в монтажном положении разворачиваются в обе стороны от центрального контейнера-сердечника. Необходимо также отметить, что предусмотрены контейнеры не только с высотой 2,4; 2,7 и 2,55 м для ячейковых помещений, но и с высотой 5 м для зальных объектов.

Основные тактико-технические характеристики базирования войск и использованных комплексов представлены в табл. 1.12.

Рассмотрим их более подробно и сформулируем основные выводы.

Во-первых, Вооруженные Силы США и стран НАТО способны в кратчайшие сроки развернуть на любом, в том числе отдаленном и сложном в природно-климатическом отношении театре военных действий мощную группировку сухопутных войск, военно-воздушных и военно-морских сил за счет эффективного использования табельных быстровозводимых комплексов (до 600 тыс. чел.), что показала практика Югославии, Ирана, Ирака и др.

Во-вторых, существующая система зданий основана, с одной стороны, на использовании табельных средств боевых частей (палатки и походные кухни), а с другой стороны, на полносборных и мобильных сооружениях. Основными показателями этих систем являются: прочность, легкость, транспортабельность, быстрая сборка и разборка без применения грузоподъемных механизмов.

В-третьих, высокая надежность быстровозводимых комплексов, развитая система мобильных опреснительных, водонасосных и обеззараживающих установок, создание заблаговременных запасов постоянно готовых к эксплуатации комплексов, а также отлаженная система их функционирования обеспечивают достижение высоких темпов размещения людей с обустройством до 300 человек в сутки.

**Тактико-технические характеристики базирования войск группировки
многонациональных сил и армии США с использованием
быстровозводимых комплексов в операциях «Буря в пустыне»
и «Леса в пустыне» в 1999 г. в Ираке**

№ п/п	Тактико-технические характеристики	Единица измерения	Количество
1	Общая численность группировки из 34 государств, в том числе:	тыс. чел.	600
	вооруженных сил США, включая:	тыс. чел.	435
	а) армейские подразделения	тыс. чел.	245
	б) морская пехота	тыс. чел.	75
	в) военно-морские силы	тыс. чел.	60
	г) военно-воздушные силы	тыс. чел.	55
2	Численность мобильных строительных батальонов ВМС США, в том числе: доля от обустраиваемых боевых частей	тыс. чел.	4,8
		%	0,8
3	Палатки с системами кондиционирования	тыс. шт.	5,0
4	Сборно-разборные сооружения	тыс. кв. м	28
5	Временные бетонные и асфальтовые покрытия	тыс. кв. м	500
6	Похоронные комплексы	шт.	20
7	Полевые контейнерные кухни с туалетно-душевыми установками	млн порций в месяц	2,1
8	Полевые прачечные контейнерные	тонн в день	2,0
9	Аэротранспортабельные госпитали	шт.	15
10	Мобильный лагерь для военнопленных	тыс. чел.	4,0
11	Полевые сборно-разборные аэродромы	шт.	21
12	Танки	тыс. шт.	4,0
13	Артиллерийские орудия	тыс. шт.	3,7
14	Самолеты	тыс. шт.	2,0
15	Боевые машины пехоты и бронетранспортеры	тыс. шт.	2,2
16	Боевые корабли	шт.	100
17	Темп развертывания палаточных городков	чел./сут	100–300
18	Темп развертывания аэродромов	чел./сут	111

Таким образом, опираясь на проведенную оценку функционирования БК в зарубежных странах, можно сформулировать следующие обобщающие выводы по проблеме.

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.

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.

Мобильные системы зарубежного производства характеризуются более высокими технико-экономическими показателями по сравнению с рядом серийно изготавливаемых отечественных сборно-разборных и контейнерных сооружений в экономике России. Целесообразно использовать достоинства зарубежных систем в отечественной практике. 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 БК 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 БК 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.

Необходимость разрешения этого противоречия формулируется в крупную научную проблему, которая требует теоретического обобщения и решения. Существо этой проблемы как раз и составляет теория и практика создания и прогноз развития быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства населения в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях.

Глава 2. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ И ПОСЕЛЕНИЙ В ОБЫЧНЫХ УСЛОВИЯХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

2.1. Система закономерностей развития быстровозводимых комплексов

Полученные в первой главе результаты исследований служат базой для разработки научно-технических основ теории использования быстровозводимых зданий и поселений (БК) в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях.

Общая целевая установка заключается в последовательном решении задач, разработанных и представленных в первой главе. Для решения каждой из данных задач приняты следующие соответствующие требования.

1. Разработка систем рабочих научно-технических гипотез о развитии БК с учетом:

- использования представительной выборки статистической информации в области объекта исследований;
- вскрытия основных предполагаемых закономерностей процесса развития БК в историческом процессе;
- возможности последующей проверки гипотез объективным аппаратом математической статистики и теории вероятности;
- использования в качестве информационной базы характеристики отечественных и зарубежных систем;
- базирования на всеобщих, универсальных законах развития материального мира;
- системного и взаимосвязанного характера совокупности предполагаемых тенденций;

- аксиологической, ценностной направленности гипотез на возможность их практического применения в интересах МЧС, строительных организаций и населения.

2. Исследование быстровозводимых комплексов как системы с учетом:

- адекватного формирования образа системы, соответствующего реальному процессу функционирования первоисточника;
- удобного и упрощенного представления существенно важных системообразующих свойств системы;
- оценки влияния подсистем технического обеспечения;
- опыта применения БК в МЧС и в экономике страны;
- многоуровневости системы эксплуатации БК в территориальном и организационном масштабе.

3. Создание системы рабочих гипотез с учетом:

- наглядности и доступности существа гипотетических предположений;
- опоры на проведенный анализ отечественных воинских и гражданских систем;
- использования современных учений в области мобильных сооружений;
- принципов диалектического познания объективной реальности.

4. Сбор статистической информации о развитии быстровозводимых комплексов с учетом:

- достаточного интервала исторического развития отечественных и зарубежных систем;
- анализа всех основных типов сборно-разборных и контейнерных зданий;
- объективности первичной научно-технической, проектной и заводской информации;
- оценки степени достоверности и точности массива информации;
- использования результатов натурных исследований построенных зданий и сооружений.

5. Проверка системы рабочих гипотез и вскрытие закономерностей БК с учетом:

- проверки каждой гипотезы на соответствие требованиям, предъявляемым к категории «закономерность»;
- оценки степени достоверности и обоснованности принимаемых тенденций в качестве закономерностей;
- структуризации вскрытых закономерностей в единую и общую систему;
- установления устойчивых и существенных взаимосвязей между отдельными закономерностями;
- наглядного представления и ценностной направленности закономерностей для нужд МЧС, строительных организаций и населения.

6. Разработка классификационных основ быстровозводимых комплексов с учетом:

- развития существующих типологий и определений;
- разработки многомерных классификаций мобильных зданий и сооружений для строительных организаций МЧС и реализации их в нормативно-методических документах;

- обоснования функциональной номенклатуры мобильных зданий вспомогательного назначения при обустройстве на строительных площадках;
- использования социологических опросов и экспертных оценок реальных потребителей БК в различных строительных организациях и МЧС.

7. Обоснование системы требований, предъявляемых к БК с учетом:

- развития существующих традиционных групп требований;
- обоснования новых групп требований;
- потребностей строительных организаций и населения;
- опыта разработки перспективных систем в РФ и за рубежом;
- результатов натуральных исследований построенных воинских и гражданских комплексов;
- выявленных закономерностей в процессе развития БК.

8. Формулирование концепции развития и принципов построения систем БК с учетом:

- обоснования общих положений концепции;
- опоры на вскрытую систему объективных закономерностей предыдущего этапа развития БК;
- выделения наиболее значимых, существенных положений в концепции;
- обоснования общих и частных принципов построения новых систем;
- использования обоснованной системы требований, предъявляемых к БК;
- построения адекватной модели функционирования БК;
- оценки в модели фактора времени, отражающего динамику потребностей комплексов;
- использования в модели информации уровня подразделений МЧС и строительных организаций, соответствующего объекту и предмету исследований;
- оценки достоверности и точности модели.

9. Разработка путей и методов совершенствования системы БК с обоснованием методик с учетом:

- разработки методики создания перспективных типов БК нового поколения;
- обоснования методики оценки качества БК инструментарием квалиметрии;
- развития существующих апробированных методик;
- опыта натуральных исследований эксплуатируемых объектов.

Учитывая принятые требования, авторами осуществлено последовательное решение вышеизложенных задач.

2.1.1. Быстровозводимые комплексы как сложные технические системы

Как показали результаты исследований состояния БК, представленные в первой главе, быстровозводимые комплексы являются сложными системами, состоящими из совокупности подсистем зданий и сооружений и подсистем тех-

нического обеспечения инженерных сетей, объединенных общей территорией в единую общность функционально, пространственно и конструктивно взаимосвязанных элементов, которые имеют главное системное качество – способность разворачиваться в сроки, как правило, меньше нормативных и обеспечивать оперативное обустройство войск и населения [17, 91]. Из выполненных исследований [82, 94–96] следует, что основу быстровозводимых комплексов составляют специфичные, мобильные объекты – здания и сооружения, которые являются объектами комплектной заводской поставки с конструкциями, обеспечивающими возможность их разработки и передислокации.

При этом, следуя определению [23], систему БК необходимо исследовать как множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность и единство.

БК как объект является системой, состоящей из трех основных взаимосвязанных и взаимодействующих частей, которые назовем условно подсистемой строительных конструкций (ПСК), подсистемой технического обеспечения (ПТО) и подсистемой оборудования (ПО). Эти подсистемы, в свою очередь, обладают собственной структурой, которая может быть представлена как самостоятельная система другого порядка. Так, подсистемы ПСК, ПТО и ПО состоят из элементов Э-1-Э-4, которые на данном, начальном этапе использования примем в качестве неразложимых далее единиц, компонентов. Выделенные подсистемы и элементы, в свою очередь, в зависимости от деталей изучаемых проблем могут быть разбиты на взаимосвязанные подсистемы второго и последующих уровней. На определенном этапе членения могут быть выделены такие элементы, дальнейшее разделение которых будет означать выход за рамки исследования исходной системы – объекта БК. Таким образом, выходя на микроуровень уровня, можно пойти по пути разложения сложного объекта БК на такие простые сопоставляющие, которые связаны со сложными законами развития микромира [153].

Поясним теоретическую схему исследуемой модели на примере проанализированных ранее быстровозводимых зданий. Так, если обратиться повторно к табл. 1.5, то общежитие «К-120-П-03» сборно-разборной системы «Модуль» можно рассмотреть как системный объект, имеющий следующие подсистемы:

- подсистему строительных конструкций – заводской комплект панелей перекрытия, пола, стен, перегородок, стоек и других конструктивных элементов и изделий;
- подсистему технического обеспечения – совокупность заводских комплектов подсистем тепло-, водо-, электро- и газоснабжения, канализации, вентиляции, кондиционирования, радиофикации, связи и сигнализации;
- подсистему оборудования – технологическое оборудование, мебель.

В свою очередь, подсистема строительных конструкций условно состоит из следующих элементов:

- элементов несущих вертикальных конструкций, стен и стоек;
- элементов горизонтальных несущих конструкций, перекрытий и покрытий;

- элементов ограждающих конструкций, перегородок, дверей, окон и других деталей.

При этом возможно рассмотрение и строительных конструкций в качестве системы, тогда элементы несущих конструкций поднимаются классом выше и становятся подсистемой, а отдельные панели стен рассматриваются уже как ее элементы и т. д.

БК как система характеризуется ярко выраженной структурой, которую целесообразно рассматривать как относительно устойчивый способ, закон связи подсистем и элементов внутри системы. Все три подсистемы БК объединены между собой связями С-1, а все элементы – связями С-2. Следует подчеркнуть, что данная структура отражает упорядоченность как внутренних, так и внешних связей объекта, обеспечивает его устойчивость, стабильность и качественную определенность. Важно отметить, что в БК структурные связи различного типа пронизывают все подсистемы и элементы, а также все процессы, происходящие в жизненном цикле БК.

Как показали проведенные оценки, любой БК характеризуется следующими признаками, присущими сложным системам:

- многомерностью – большим количеством подсистем, элементов и отношений между собой;

- многосвязностью – большим разнообразием взаимных связей между элементами, между подсистемами одного уровня, между элементами и подсистемами, между подсистемами различных уровней;

- многофакторностью – большим количеством дифференцированных по характеру функционирования элементов (непрерывные и прерывные, статические и динамические и др.);

- многокритериальностью – различными критериями оптимизации для системы, подсистем и элементов.

Так, например, для рассматриваемого общежития как общей системы главным критерием оптимальности является размещение 120 чел. строителей с минимумом приведенных затрат и обеспечением нормативных комфортных условий. В то же время для ее подсистемы – оборудования – ведущим критерием оптимизации, как правило, является постоянная готовность и минимум времени на приведение в полную готовность к применению технологического оборудования.

Следует иметь в виду, что для БК, как и для всех системных объектов, существенно также и то, что и сами комплексы, и все взаимодействия и связи между его подсистемами и элементами подчинены специфическим для данного объекта законам, которые и определяют особенности его существования и изменения. Отметим также, что между подсистемами БК могут существовать и неустойчивые, случайные отношения и взаимодействия.

В связи с этим только устойчивые, сходные и однотипные отношения и взаимодействия составляют собственно структуру БК. Поскольку внутри комплексов, особенно сложных и значительных по вместимости и площади, например контейнерного поселка строительного подразделения, может быть

выделено множество различных связей и отношений, то в них можно выделить и условный целый ряд структур. Это свойство позволяет отнести систему БК к многоструктурным, многоуровневым объектам [82, 94].

Известно [153], что в принципе в качестве системного может рассматриваться любой объект, однако не ко всем объектам целесообразно применять принципы и методы специального, системного подхода. Их применение требуется в тех случаях, когда системные эффекты выражены достаточно интенсивно. С этой точки зрения все существующие в мире комплексы или совокупности можно подразделить на две большие группы:

- комплексы со слабо выраженными системными эффектами;
- комплексы с сильно выраженными системными эффектами.

Объекты первого типа, у которых слабо выражены черты внутренней организации и связи подсистем носят внешний, случайный и нестабильный характер, условно называют неорганизованными совокупностями. Входя в состав такого объединения или покидая его, подсистема не претерпевает каких-либо изменений. При этом свойства совокупности в целом почти совпадают с суммой свойств частей. Такие совокупности либо полностью лишены системно-структурного характера, либо он выражен незначительно и им можно пренебречь.

В отличие от них БК принадлежат ко второй группе системных комплексов, которые обладают целостной, устойчивой структурой. Для них характерны так называемые системные эффекты – появление качественно новых свойств, возникающих в результате взаимодействия подсистем и элементов в рамках целого. Так, например, без подсистемы несущих панелей перекрытия не может появиться системный эффект оперативного обустройства пострадавшего населения с помощью системы элементов «Нева» (табл. 1.3), а без подсистемы внутренних перегородок не представляется возможным достигнуть системного эффекта в сборно-разборных жилых домах, где внутренняя ячеяковая планировка общей площади объекта на отдельные помещения жилых комнат, спален и кухонь достигается именно монтажом ограждающих и разделяющих панелей перегородок.

Рассмотрим систему БК с другой стороны, с точки зрения иерархии строения их подсистем и элементов.

С этой целью, учитывая результаты проведенных в первой главе исследований, а также оценки, полученные в ходе НИР «Ли́ра» и «Комфорт» [82], проведем структуризацию системы БК и расчленим ее на семь подсистем, отражающих иерархию уровня анализа. Из полученной системы иерархии применительно к планировочным решениям комплексов следует, что структуру общей системы БК составляют следующие подсистемы:

- 1) неделимый далее элемент – первый уровень;
- 2) планировочный элемент функциональной зоны отдельного помещения – второй уровень;
- 3) функциональная зона помещения отдельного объекта – третий уровень;
- 4) отдельные помещения объекта – четвертый уровень;

5) функциональная ячейка из нескольких помещений отдельного объекта – пятый уровень;

6) отдельное здание или сооружение – шестой уровень;

7) комплекс нескольких зданий или сооружений – седьмой уровень.

В качестве подсистемы первого уровня в сборно-разборном жилом доме для вахтовых посёлков, например, могут рассматриваться первичные, исходные ячейки любого помещения, имеющие площадь, кратную основному строительному модулю, 10 см, т. е. 10×10 см (100 см^2); подсистемы второго уровня – зона кровати в спальном месте в жилой комнате; третьего уровня – функциональная зона приема пищи на кухне; четвертого уровня – помещение туалета; пятого уровня – функциональная ячейка условно грязных помещений – кухни, туалета, ванной, коридора с холлом; шестого уровня – собственно дом; седьмого уровня – группа взаимосвязанных территорий с инженерным обеспечением из нескольких домов в жилой зоне вахтового поселка.

Необходимо подчеркнуть, что для систем БК типично именно подобное иерархическое построение, которое является их специфическим признаком и характерно не только для структуры рассмотренного планировочного решения, но также и для конструктивного, технологического и других решений системы. Это означает последовательное включение подсистем более низкого уровня в систему более высокого уровня. Поэтому БК следует рассматривать прежде всего как систему, состоящую из ряда подсистем, элементов и деталей, которые функционируют совместно, во взаимосвязи и только в данной конструкции способны обеспечить достижение цели, для которой комплекс и создавался.

Сравнение системы БК с другими объектами сложной структуры показало, что ее можно квалифицировать как «неорганическую систему» по признаку силы характера системных связей [23]. Элементы системы БК при этом взаимосвязаны, являются не простой механической совокупностью, вне связи с целым теряют ряд свойств, но все же могут быть выделены и как самостоятельные. Другой тип, «органических систем», не допускает никакого обособления элементов. В отрыве от целого элементы таких систем не только теряют ряд свойств, но вообще не могут существовать. К последнему типу систем относятся биологические организмы, человеческое общество и ряд других сложных объектов.

Принципиально важным положением в процессе исследования БК как сложных технических систем является то, что они могут быть полноценно познаны как целое лишь в сопоставлении их с окружающей средой. Известно, что в зависимости от характера отношений со средой все системы разделяют на объекты с четырьмя типами поведения:

- реактивного поведения, определяемого преимущественно средой;
- адаптивного поведения, определяемого средой и функцией саморегуляции, присущей самой системе;
- активного поведения, в котором существенную роль играют собственные цели системы;

- самоорганизующего поведения, определяемого исключительно самой адаптирующейся и обучающейся системой с обратной связью.

Как показали исследования опыта функционирования воинских и гражданских БК в стране и за рубежом, описанные в первой главе, а также оценки в НИР «Сверхкомплект-3» [94–96], большинство применяемых комплексов можно отнести к системам с реактивным и адаптивным поведением по отношению к среде. Следует иметь в виду, что системы БК с обратной связью, в принципе, являются идеальной моделью наиболее высокоорганизованных комплексов, поведение которых постоянно приводится в соответствие с изменяющимися внешними условиями, сигналами среды. Это предполагает наличие специальных подсистем – процессоров управления, через которые структура целого воздействует на характер функционирования и развития частей. В качестве примеров подобных систем следует привести органические объекты – центральную нервную систему человека, биологические циклы в природе и др.

Важным принципом рассмотрения с точки зрения системности БК является принцип целостности, который предполагает исследование объекта с двух позиций: в соотношении объекта со средой, внешним окружением, и путем внутреннего расчленения самой системы с выделением ее элементов, свойств и функций и их места в рамках целого. При этом свойства целого понимаются с учетом свойств элементов и наоборот.

Рассмотрим более подробно внутреннюю структуру системы БК, учитывая основные особенности ее функционирования, выявленные в ходе исследований в первой главе и в рамках НИР «Лири» и «Комфорт».

Основываясь на полученных результатах, можно условно представить следующие четыре основных, всеобщих для большинства гражданских и воинских комплексов моделей структур. Рассмотрим их специфические признаки.

Её структура характеризуется двумя основными типами связи: по горизонтали и по вертикали. Горизонтальные связи устанавливают законы отношения между однотипными, однопорядковыми компонентами системы, которыми в данном случае являются уже рассматриваемые ранее строительная, техническая подсистемы и подсистема вооружения, с добавлением, учитывая специфику существующих производственных БК, компонента технологической подсистемы.

Вертикальная структура выделяет различные уровни в системе и обуславливает иерархию этих уровней. В связи с этим следует подчеркнуть, что способом регулирования сложной многоуровневой иерархии БК и обеспечения устойчивых связей между уровнями является управление. Под данной функцией понимают разнообразные по формам, методам и жесткости способы связи различных уровней, которые обеспечивают нормальное функционирование и развитие сложных технических систем БК.

Рассмотрим на следующем этапе исследования системного объекта БК модель его структуры, с добавлением не только планировочных, но и конструктивных элементов, которые обеспечивают системный эффект комплексам и функционирование в пространстве и во времени. Из этой модели следует,

что вторым детерминированным вариантом оценки БК является совокупность следующих четырех взаимосвязанных в целом подсистем:

- плоскостных планировочных элементов;
- объемных планировочных элементов;
- несущих конструктивных элементов;
- ограждающих конструктивных элементов.

Предложенная структура характеризуется наличием сильно развитых вертикальных и горизонтальных связей, обеспечивающих упорядоченность системы на всех семи уровнях.

Учитывая необходимость решения практических проблем БК для экономики страны, целесообразно разработать модель структуры, рассматривающей организационные уровни во взаимосвязи с объектами различного функционального назначения.

Учитывая исследования, выполненные в рамках Госзаказа Госстроя РФ № 04-0237-87 и НИР «Сверхкомплект-3», в качестве основных функциональных групп рассмотрены жилые, общественные, производственные, складские и вспомогательные здания и сооружения.

С целью рассмотрения специфических особенностей БК для обустройства населения и разнообразных функциональных зон вахтовых поселков представляется целесообразным представить модель структуры комплексов и с этой точки зрения.

В этой связи рассмотрены следующие типовые организационные уровни размещения дислокации в настоящее время:

- комплекс одной функциональной зоны – первый уровень;
- комплекс малого и среднего вахтового поселка – второй и третий уровни;
- комплекс крупного вахтового поселка – четвертый уровень;
- комплекс большого вахтового поселка – пятый уровень;
- комплексы нескольких вахтовых поселков – шестой уровень;
- комплексы субъекта федерации – седьмой уровень;
- комплексы нескольких субъектов федерации (МЧС в 7Ж округах) – восьмой уровень.

В соответствии с современными нормами застройки необходимо структуризовать следующие шесть функциональных зон поселений: жилую, производственную, парка техники, хозяйственно-складскую, общественный центр и специальную.

Опираясь на результаты исследований в ходе НИР «Лира» и «Концепция», а также на аналитические оценки в первой главе, следует рассмотреть и разработанную модель структуры БК, которая учитывает характер проживания и типовые штатные уровни управления.

При этом в систему БК включены следующие четыре варианта размещения: временное пионерное базирование, временное вахтовое базирование, временное базовое проживание, постоянное проживание. В качестве органи-

зационных подсистем учтены типовые штатные уровни и варианты размещения строителей и населения.

2.1.2. Система рабочих научно-технических гипотез развития быстровозводимых комплексов

Исходя из результатов рассмотрения системы БК как сложной технической системы и полученных в ходе выполнения исследований в первой главе оценок, а также опираясь на выявленный в ходе НИР «Ли́ра», «Сверхкомплект-3» и «Комфорт» эмпирико-теоретический базис, разработана следующая система рабочих научно-технических гипотез.

В математической форме система гипотез имеет вид

$$Y = F(X; Y; Z; T), \quad (2.1)$$

где Y – состояние БК в фиксированный интервал времени; X – матрица тенденций развития БК в границах первого всеобщего закона диалектического взаимного превращения количественных и качественных изменений БК; Y – матрица тенденций развития БК в границах второго всеобщего закона материалистического разрешения противоречий БК через единство и борьбу противоположных показателей БК; Z – матрица тенденций развития БК в границах третьего всеобщего закона исторического характера развития сложной системы БК; T – время.

В приведенном выражении (2.1) X , Y и Z являются качественными аргументами, а T – количественным аргументом функции Y .

Необходимость введения аргумента времени обоснована тем, что процесс развития любой технической системы представляет собой существо изменения различных состояний системы именно во времени – в прошлом, настоящем и будущем. Кроме того, как показали исследования процессов эксплуатации БК в различных строительных корпорациях с 1980 года по настоящее время, модели развития БК должны обязательно учитывать наличие процессов так называемой автокорреляции, которые отражают существенное влияние фактора времени на все параметры модели и состояния ее первоисточника – эмпирических объектов.

Теория и практика многофакторных регрессионных моделей показывает, что при включении в многофакторную модель показателя «время» в качестве самостоятельного фактора нежелательные процессы автокорреляции, то есть изменения во времени каждого последующего показателя по отношению к предыдущему, существенно уменьшаются или полностью исключаются. В этих условиях на основе многофакторных моделей или уравнений связи путем подстановки соответствующего времени T , выражающего период «упреждения» или прогноза, можно получить прогнозные оценки исследуемого процесса развития БК. При соблюдении этих условий прогноз может реально выполнять функции активного элемента перспективного планирования развития БК в будущем.

2.1.3. Система закономерностей развития быстровозводимых комплексов

С целью проверки выдвинутой системы гипотез относительно тенденций в области развития БК в процессе выполнения НИР «Комфорт» собрана и исследована исходная объективная статистическая информация, представляющая репрезентативную выборку данных о процессах развития БК.

Информация исследована с учетом следующих принятых основополагающих принципов: достаточного интервала исторического развития систем, соответствующего периоду с 1940 по 2017 год; учета всех основных конструктивных типов сборно-разборных и контейнерных зданий отечественного и зарубежного производства; использования первичной непосредственной научно-технической документации в патентных фондах, проектных институтах и на предприятиях стройиндустрии; оценки степени достоверности и точности массива информации при едином унифицированном методологическом подходе, использовании результатов собственных натуральных исследований построенных комплексов с 1981 по 2017 год в России и за рубежом.

Информация получена на основе исследования следующих банков данных и информационных сетей:

- МСИС НИР – отчеты о НИР и диссертациям зарубежных стран;
- СРІ – труды конференций и симпозиумов;
- COMPENDEX – статьи и специальные отчеты о НИР;
- КАМА ОС-100, ДИАЛОГ ОС-250, МУЛЬТИПЛЕКС ОС-240 – системы комплексной идентификации технических файлов;
- МСНТИ – международная система информации;
- ГПНТБ РФ, ПТФ СПБЦНТИ и РНБ – патентные фонды;
- ГСНТИ – государственная система научно-технической информации;
- INTERNET-S – международная компьютерная сеть научных данных;
- ВНИИПИ Роспатента, ВНИЦентр, Всероссийская книжная палата ВКП, ВЦП (Всероссийский центр переводов) и ВДНХ РФ;
- EURONE/DIANE – страны ЕЭС по 96 базам данных;
- сеть TYMNET – США, Канада, Великобритания и Франция по 200 документальным и 300 фактографическим базам данных;
- ARPANET – спутниковые каналы связи национальных информативных систем и др.

С учетом специфики использованы следующие ведомственные источники: СПБГАСУ, ВИКА им. А. Ф. Можайского, корпорации «Росагропромстрой» и «Нечерноземагропромстрой», «Газпром», «Тюменьтрансгаз», «Волгоградстройгаз», «Югорскремстройгаз», «Татнефть», Лукойл, МЧС, МВД, 26 ЦНИИ, интернет-сайты и электронные адреса фирм-производителей быстровозводимых зданий.

К основным источникам относятся первичные и вторичные текстовые, графические и аудиовизуальные документы: книги, брошюры, сборники научных трудов, диссертации, авторефераты, рефераты, учебники, учебные по-

собия, журналы, газеты, стандарты категорий, ГОСТ, ОСТ, РСТ и СТП, патенты, депонированные рукописи, отчеты о НИР, проектно-сметная документация, рабочие чертежи конструкторской документации, сборники рефератов НИР и ОКР, строительные каталоги Госстроя РФ и др.

Всего по 3984 источникам и 1121 патенту исследованы 2326 быстровозводимых зданий, сооружений и комплексов за период с 1940 года по настоящее время.

На основе результатов исследования полученных данных разработана система зависимостей и тенденций в области развития БК. Более подробные результаты анализа БК в историко-техническом аспекте приведены в работах [55, 57, 73–86, 94–96].

Рассмотрим приведенные данные более подробно:

1. Общее влияние внешних воздействующих факторов искусственной, естественной и социальной среды на систему БК с учетом динамики их потенциалов. Тенденции непрерывного и направленного развития производства новых типов БК и их циклического характера развития.

2. Закономерности циклического характера развития потребностей корпоративных организаций и муниципальных образований в БК различного функционального назначения.

3. Корреляционные зависимости в динамике изменения технико-экономических показателей отечественных и зарубежных комплексов с учетом их конструктивных типов.

На основе выявленных наглядных тенденций в количественной форме осуществлена проверка выдвинутой системы рабочих гипотез.

Можно сделать важный обобщающий вывод относительно того, что все предположенные гипотезы соответствуют предъявленным требованиям, и, следовательно, могут быть рассмотрены как закономерности, то есть необходимые, существенные, устойчивые и повторяющиеся отношения между явлениями в процессе развития быстровозводимых комплексов. При этом установлено, что следствия, вытекающие из выдвинутых гипотез, действительно совпадают с наблюдаемыми явлениями и не противоречат никаким другим уже доказанным гипотезам.

Далее необходимо отметить, что достаточно сложным вопросом является процесс структуризации вскрытых закономерностей с представлением их в единую общую систему. С этой целью исследованы и установлены устойчивые и существенные взаимосвязи между отдельными закономерностями и разработана структура интегральной системы взаимосвязей всеобщих, общих и частных закономерностей с учетом требований ценностной направленности проблематики для нужд корпоративных организаций, инвестиционно-строительных комплексов России, МЧС, МВД и др.

Следовательно, основываясь на полученных в результате проведенных теоретических исследований данных, можно сделать вывод относительно решения поставленной в данной монографии задачи по разработке системы закономерностей развития БК на базе проверки рабочих научно-технических

гипотез, выдвинутых по результатам изучения быстровозводимых комплексов как сложных систем.

Полученные закономерности являются объективным эмпирико-теоретическим базисом для построения адекватного учения – научно-технических основ развития БК для оперативного обустройства населения в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях.

В этом заключается существо решения следующей задачи.

2.2. Научно-технические основы развития быстровозводимых комплексов

Цель теоретических исследований процессов развития БК: выделение в процессе анализа и синтеза знаний существенных связей между БК и окружающей средой, а также между внутренними подсистемами общей системы БК, объяснение и обобщение результатов эмпирических исследований, выявление общих закономерностей и их формализация.

Теоретические исследования БК завершаются формированием теории, которая в своем развитии проходит различные стадии, от качественного объяснения через количественное измерение процессов до их формализации, и, в зависимости от стадии, может быть представлена в виде качественных правил или в виде математических уравнений, отражающих вскрытые ранее закономерности.

2.2.1. Система общих положений теории развития быстровозводимых комплексов

1. Термины и определения.

1.1. Быстровозводимые комплексы – совокупность подсистемы зданий и сооружений, подсистемы технического обеспечения и инженерных сетей и оборудования, объединенных общей территорией в единую систему функционально, пространственно и конструктивно взаимосвязанных подсистем, сроки строительства и развертывания которых, как правило, меньше нормативных и обеспечивают оперативное обустройство персонала и населения.

1.2. Мобильные здания и сооружения – объекты комплектной заводской поставки, конструкции которых обеспечивают возможность их разборки, свертывания и передислокации. Они составляют основу быстровозводимых комплексов.

1.3. Оперативное обустройство войск – размещение заданного контингента войск с созданием необходимых и достаточных жилищно-бытовых условий в ограниченные сроки, определенные директивами и нормативами, с использованием мобильных, перебазированных сборно-разборных быстровозводимых зданий, сооружений, инженерного оборудования заводского изготовления для временного или постоянного расквартирования войск.

1.4. Оперативное обустройство населения – размещение заданного контингента населения с созданием необходимых и достаточных жилищно-бы-

товых условий в ограниченные сроки, определенные директивами и нормативами, с использованием быстровозводимых комплексов для временного или постоянного функционирования.

1.5. Временное обустройство – обустройство с использованием комплексов временных зданий и сооружений для продолжительности дислокации на одном месте, как правило, до двадцати лет (таможни, погранзаставы и пр.).

1.6. Базирование войск с помощью БК – использование войсками сил и средств тылового обеспечения и территории, на которой они размещены, в комплексе с применением БК для поддержания боевой готовности в мирное время и ведения боевых действий в ходе войны.

1.7. Дислокация войск с использованием БК – размещение войсковых частей, учреждений в отведенных для них местах – специальных военных городках, лагерях и населенных пунктах в мирное время с применением БК.

1.8. Размещение строительных организаций – обустройство строительных подразделений в отведенных для них населенных пунктах, вахтовых поселках, обеспечивающих необходимые условия для их повседневной жизни и деятельности.

1.9. Войска – собирательное название воинских частей, соединений и отделений в ВС, министерствах и ведомствах, составных частей ВС, видов и родов сил – ракетных войск стратегического назначения, пограничных войск ФПС, внутренних войск МВД, специальных войск ФСБ, войск МЧС, железнодорожных войск, войск ФАПСИ, мотострелковых и других войск МО. Обобщающее наименование сил и средств оперативных и территориальных объединений военного округа и фронта, соединений и объединений, выполняющих определенную задачу – войска прикрытия, войска укрепленных районов и др.

1.10. Мобильный комплекс – совокупность мобильных зданий и (или) сооружений, предназначенных для выполнения взаимосвязанных задач.

1.11. Сборно-разборное здание или сооружение – мобильное здание или сооружение, состоящее из отдельных блок-контейнеров, плоских и линейных элементов или их сочетаний, соединенных в конструктивную систему на месте эксплуатации для выполнения общих задач.

1.12. Контейнерное здание или сооружение – мобильное здание или сооружение, состоящее из одного или нескольких блок-контейнеров полной заводской готовности, в том числе на собственной ходовой части, съёмной или несъёмной.

1.13. Ходовая часть – транспортное устройство, предназначенное для перемещения мобильного здания контейнерного типа. Ходовая часть может быть съёмной и несъёмной.

1.14. Блок-контейнер – объемный элемент полной или повышенной заводской готовности, который может быть замкнутым, незамкнутым, трансформируемым.

1.15. Набор мобильных зданий и сооружений – совокупность мобильных зданий и сооружений различного функционального назначения, типа и вместимости (мощности), необходимых для обеспечения нормальной деятельности эксплуатирующей их организации.

1.16. Комплект мобильных и быстровозводимых объектов – совокупность мобильных и быстровозводимых объектов, необходимых для организации оперативного обустройства.

1.17. База проката быстровозводимых комплексов – специализированная организация, в функции которой входит обеспечение быстровозводимыми комплексами, включая их транспортирование, монтаж, эксплуатацию и демонтаж.

1.18. Парк быстровозводимых комплексов – совокупность БК, которыми располагает база проката.

1.19. Тип мобильности мобильного объекта – классификационная категория мобильного объекта по признаку конструктивного решения, характеризующего продолжительностью перехода их от передислокации к эксплуатации и наоборот.

1.20. Исполнение быстровозводимого здания или сооружения – классификационная категория быстровозводимого здания или сооружения по признаку соответствия его технического решения климатическим воздействиям, нагрузкам и другим внешним воздействующим факторам.

1.21. Вид быстровозводимого здания или сооружения – классификационная категория быстровозводимого здания или сооружения по признаку сходства функционального назначения.

1.22. Основной показатель функционального назначения быстровозводимого здания, сооружения или комплекса – параметр, характеризующий его технологическую функцию, вместимость, технологическую емкость или мощность – число обслуживаемых людей, количество продукции, получаемой в результате технологического процесса, объемы хранимой продукции, вооружения и т. д.

1.23. Мобильная конструктивная система – совокупность унифицированных конструктивных элементов заводского изготовления, связанных функционально и обеспечивающих создание мобильных зданий, соответствующих заданной номенклатуре.

1.24. Быстровозводимые специальные комплексы – совокупность быстровозводимых зданий и сооружений, инженерных и технических средств поселений, объединенных общей территорией и обеспечивающих военным формированиям эффективное выполнение возложенных на них государственных задач, в том числе в условиях воздействия чрезвычайных ситуаций.

1.25. Пневматическое здание, сооружение – здание, сооружение с оболочкой из тканевых материалов или пленок, несущая способность которых обеспечивается внутренним давлением воздуха.

1.26. Воздухоопорные строительные конструкции – тип пневматических конструкций, опирающихся на воздух, заполняющий строительный объем здания и сжатый в небольшой степени, достаточной лишь для того, чтобы противостоять действию внешних нагрузок.

1.27. Воздухонесомые строительные конструкции – тип пневматических конструкций, сопротивление несущих элементов которых сжатию и изгибу обеспечивается сильно сжатым воздухом, заключенным в самих конструктивных элементах.

1.28. Палаточные сооружения – разборные сооружения на основе тканевых материалов, предназначенные для использования их в качестве помещений в полевых условиях как в мирное, так и в военное время.

1.29. Тентовые сооружения – разборные сооружения из плотных матерчатых конструкций.

1.30. Трансформирующиеся здания и сооружения – здания и сооружения с изменяющимися качественными и количественными параметрами для адаптации к условиям и требованиям эксплуатации.

1.31. Мобильность – скорость перехода системы из одного состояния в другое.

1.32. Автономность БК – приспособленность БК к выполнению своих задач без пополнения запасов топлива, продовольствия, воды и других материальных средств, без замены личного состава.

1.33. Адаптация БК – приспособление БК к воздействию новых раздражителей или к изменяющимся условиям функционирования.

1.34. Боеготовность БК – способность БК функционировать с параметрами, установленными эксплуатационной технической документацией, которая является определяющим элементом боеготовности БК.

1.35. Боеготовность БК – состояние, определяющее степень подготовленности БК к использованию его при выполнении боевых задач.

1.36. Самовозводящиеся БК – БК с использованием принципа самовозводящихся пространственных конструкций при переходе из плоского транспортного состояния в пространственное положение.

1.37. Складывающиеся БК – БК с использованием принципа складывания строительных конструкций.

1.38. Биотехнические комплексы – комплексы с использованием бионических и технических принципов эксплуатации.

1.39. Энергоактивные комплексы – комплексы с активным использованием солнечной энергии с помощью специального оборудования.

1.40. Самоорганизующиеся БК – БК с активным использованием принципов адаптации и обучения для постоянного приведения системы в соответствие с изменяющимися внешними условиями с помощью специальных подсистем управления.

1.41. Альтернативные БК – БК с вариантными решениями эксплуатационных задач.

1.42. Монтаж быстровозводимого объекта – сборка и соединение плоских, линейных и объемных элементов, а также инженерных сетей, установка в рабочее или проектное положение с закреплением конструкций и оборудования, мебели, размещение объекта на опорах с подключением инженерного технологического оборудования и выполнение других работ, обеспечивающих подготовку и эксплуатацию быстровозводимого объекта.

1.43. Демонтаж быстровозводимого объекта – процесс, обычно обратный монтажу быстровозводимого объекта.

1.44. Передислокация быстровозводимого объекта – перемещение быстровозводимого объекта с помощью транспортных средств с одного места эксплуатации на другое.

2. Сущность теории развития быстровозводимых комплексов.

2.1. Сущностью теории развития БК для оперативного обустройства спецконтингента и населения является учение, форма организации научного знания, дающего целостное представление о закономерностях и существенных связях развития, составе и структуре БК как сложных технических управляемых систем.

2.2. Закономерности создания и развития БК представляют собой достаточно устойчивую, направленную причинно-следственную повторяемость и последовательность необходимых качественных изменений, характеризующих структуру БК и процесс их развития в прошлом, настоящем и будущем.

2.3. Теория развития БК является составной частью общей теории технических систем и специфическим учением общей теории развития строительных комплексов, а также обеспечения условий размещения и обустройства спецконтингента и населения в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях.

2.4. Главной целью теории развития БК является научно обоснованное разрешение технического и социально-экономического противоречия между современными требованиями, предъявляемыми к БК, и техническим уровнем материализованных систем, с одной стороны, а также между современными требованиями, предъявляемыми к необходимой теории создания и развития БК в будущем, и уровнем разработанных учений по проблематике, с другой стороны. Тем самым теория развития БК решает крупную научную проблему.

2.5. Основными целями теории развития БК являются (1) описание, (2) объяснение и (3) предсказание процессов развития БК на основе вскрытых закономерностей в будущем.

2.6. Прогнозирование развития БК в будущем на основе теории развития БК является наиболее значимой функцией учения и представляет собой конкретное предсказание, суждение о состоянии БК в будущем, вероятностное заключение о перспективах БК на основе специальных научных исследований и использования методологии науки прогностики.

2.7. Основными задачами теории развития БК являются:

1) установление истинной физической картины процесса развития БК в историческом аспекте;

2) выявление физической сущности БК как сложной технической системы;

3) установление физической сущности процесса развития БК в различных сферах жизнедеятельности человека;

4) выявление основных преимуществ и отличительных особенностей БК по сравнению с капитальными и стационарными строительными комплексами;

5) определение рациональных областей применения БК в мирное время для обустройства войск;

6) определение оптимальных сфер эксплуатации БК в военное время для базирования войск;

7) выявление рациональных областей применения БК в мирное и военное время для обустройства населения;

8) установление системы главных, основных и вспомогательных принципов развития БК;

9) формирование концепции развития БК;

10) определение системы главных, основных и вспомогательных технических требований к БК;

11) установление системы технических характеристик БК;

12) формирование системы классификаций БК;

13) определение функциональной и конструктивной структуры БК;

14) установление моделей теоретических идей и материализованных БК;

15) формирование системы критериев оценки качества БК.

2.8. Структура теории развития БК состоит из двух основных частей:

1) центрального жесткого ядра теории – концепции и системы принципов развития БК;

2) окружающей гибкой оболочки теории – системы требований, характеристик, классификаций, структур, моделей, закономерностей и критериев.

2.9. Теория развития БК является наиболее развитой формой обобщенного научного познания и позволяет открывать новые законы в процессе развития БК.

2.10. Концепция развития БК представляет собой основную точку зрения, руководящую идею, ведущий замысел, освещающий процесс развития БК в пространстве и во времени.

2.11. Принципами развития БК являются основы подхода, исходные положения в теории развития БК, раскрывающие и конкретизирующие концепцию. Принципы развития БК – самые абстрактные определения идей, начальная форма систематизации знаний, возникшая в результате субъективно осмысленного опыта исследования БК и вскрытых закономерностей.

2.12. Классификация БК представляет собой систему соподчиненных классов объектов БК, используемую как средство установления связей между этими классами, и отражает систему выявленных закономерностей, присущих отображенным в ней объектам БК.

2.13. Модели БК являются условным образом «оригинала», используемым в качестве его «заместителя» при изучении и использовании на практике с установленными степенями достоверности и адекватности.

2.14. Критерии оценки качества БК представляют собой признаки, на основании которых производится оценка качества БК. Критерии оптимальности процесса развития БК являются количественными или порядковыми показателями, выражающими предельную меру эффекта принимаемого решения для сравнительной оценки возможных вариантов (альтернатив) и выбора наилучшего. Критерии оптимальности являются важнейшим элементом моделей БК.

2.15. Технические требования и характеристики являются упорядоченными по определенному замыслу совокупностями количественных характеристик БК, определяющих их боевые возможности и технические свойства.

2.16. Границы теории развития БК очерчены быстровозводимыми зданиями, сооружениями и комплексами жилого, общественного, складского, вспомогательного и производственного вида для оперативного обустройства спецконтингента и населения. В объект исследования теории не входят спецфортсооружения, комплектно-блочные сооружения инженерного, технического и технологического обеспечения и вооружения – контейнерные котельные, электростанции, насосные, очистные и водопроводные станции, бетонорастворные заводы и другие объекты, являющиеся специфичной группой сооружений и предметом научного познания в специальных отраслях теории строительных комплексов.

2.18. Технические требования, предъявляемые к БК, и их технические характеристики с моделями систем приведены в третьем разделе настоящей главы.

2.2.2. Концепция развития и принципы построения современных систем быстровозводимых комплексов

1. Концепция развития быстровозводимых комплексов.

1.1. Концепция развития быстровозводимых комплексов заключается в необратимых, направленных и закономерных изменениях быстровозводимых комплексов в результате формирования новых качественных состояний их структуры и системообразующих связей в процессе постоянных, длительных, накапливающихся и поступательных изменений сложных технических систем в достаточно большие интервалы времени при переходах от простых и низших к сложным и высшим формам их функционирования в мирное и военное время.

1.2. Концепция развития быстровозводимых комплексов заключается в усложнении структуры системы и составляющих ее подсистем за счет целенаправленного усложнения вертикальных и горизонтальных системных связей между системой, подсистемами и элементами при повышении комплексных показателей мобильности на всех стадиях жизненного цикла во времени и в пространстве в процессах расширения области и интенсивности применения комплексов для обустройства населения.

1.2.1. Концепция развития быстровозводимых комплексов заключается в усложнении процессов интеграции сложных технико-технологических подсистем строительных конструкций, технического оборудования и мебели в единую и общую систему.

1.3. Концепция развития быстровозводимых комплексов заключается в интенсивном повышении монтажной, демонтажной, транспортной, планировочной, конструктивной, функциональной, технологической, эксплуатационной, ремонтной и ликвидационной мобильности системы на стадиях транспортирования, перегрузки, монтажа, эксплуатации, демонтажа, ремонта, функционирования, адаптации, автономного существования, хранения, изменения объемно-планировочных, функциональных и конструктивных решений и ликвидации.

1.4. Концепция развития быстровозводимых комплексов заключается в создании принципиально новых систем, удовлетворяющих социальным по-

требностям спецконтингента и населения, научно-техническим возможностям и экономической целесообразности их реализации в перспективе.

1.5. Функционирование БК любого типа, вида и мощности может быть описано на основе рассмотрения формализованных функционально-структурных связей между подсистемами и отдельными элементами подсистемы. При этом влияние строительных материалов и оборудования проявляется в формализованных технических характеристиках динамики систем во времени.

1.6. Структура и связи в организации любого БК могут быть определены на основе надсистемных исследований, проводимых снаружи системы с помощью фиксирования только тех элементов системы, которые непосредственно взаимодействуют со средой.

1.7. Структура и связи в организации любого БК полностью определяют его функционирование и характер взаимодействия с окружающей средой. Это позволяет осуществлять управленческое воздействие на два взаимосвязанных процесса: (1) определения организации системы, исходя из характеристик взаимодействия с внешней средой, и (2) определения характеристик взаимодействия с внешней средой, исходя из организации системы.

2. Принципы построения современных систем быстро возводимых комплексов.

2.1. Главный принцип построения БК – диалектическое целенаправленное взаимное превращение количественных и качественных изменений, приводящих к материалистическому разрешению возникающих противоречий через единство и борьбу противоположностей в историческом процессе развития, выражающееся в максимальном увеличении эффективности реализации актуальных и потенциальных преимуществ с одновременным максимальным снижением актуальных и потенциальных недостатков системы.

2.1.1. Модель концепции развития и принципов построения БК.

2.2. Первый основной принцип построения БК – применение диалектического взаимного превращения количественных и качественных изменений системы.

2.3. Второй основной принцип построения БК – использование материалистического разрешения возникающих противоречий через единство и борьбу противоположностей системы.

2.4. Третий основной принцип построения БК – реализация исторического характера развития системы.

2.5. Вспомогательные принципы построения БК.

2.5.1. Циклический характер развития систем.

2.5.2. Саморазвитие технических идей и практических решений.

2.5.3. Динамика, постоянная смена и взаимопроникновение эволюционных и революционных форм развития.

2.5.4. Непрерывность развития воинских и гражданских систем различного назначения и типа.

2.5.5. Совместимость и интеграция науки и практики из различных областей знаний.

2.5.6. Повышение уровней мобильности и изменяемости в ходе развития науки, техники и производства.

2.5.7. Соответствие уровня развития систем социальным потребностям государства, научно-техническим возможностям и экономической целесообразности их реализации в настоящее время и в будущем.

2.5.8. Направленность изменений в пространстве и во времени.

2.5.9. Преемственность единой системы критериев эффективности в мирное и военное время.

2.6. Преимущества быстровозводимых комплексов.

2.6.1. Конструктивная возможность демонтажа.

2.6.2. Конструктивная возможность последующих неоднократных процессов монтажа.

2.6.3. Транспортбельность серийными видами транспорта.

2.6.4. Аэротранспортбельность.

2.6.5. Быстрота монтажа.

2.6.6. Быстрота демонтажа.

2.6.7. Возможность монтажа силами необученного населения.

2.6.8. Возможность демонтажа силами необученного населения.

2.6.9. Ускоренный ввод в эксплуатацию производственных комплексов для выпуска продукции.

2.6.10. Ускоренное развертывание временных вахтовых поселков и выполнение специальных задач (таможня, погранпосты и т. д.).

2.6.11. Повышенная боеготовность и боеспособность.

2.6.12. Развитие функций в пространстве в зависимости от изменения потребности.

2.6.13. Легкость конструктивных элементов.

2.6.14. Возможность монтажа вручную.

2.6.15. Возможность демонтажа вручную.

2.6.16. Возможность автоматического самовозведения.

2.6.17. Компактность, значительное увеличение строительного объема по сравнению с транспортным объемом.

2.6.18. Повышенная заводская готовность.

2.6.19. Укомплектованность техническим оборудованием, мебелью и связью.

2.6.20. Повышенное качество изделий и узлов.

2.6.21. Независимость процессов монтажа и демонтажа от зимних условий и ряда внешних воздействующих факторов.

2.6.22. Легкость монтажа и замены конструктивных элементов.

2.6.23. Унификация, стандартизация и типизация планировочных и конструктивных решений.

2.6.24. Оптимальный расход строительных материалов.

2.6.25. Пониженная оптовая цена комплекта.

2.6.26. Низкая трудоемкость и стоимость монтажно-демонтажных работ.

2.6.27. Возможность постановки на инвентарный учет.

2.6.28. Возможность автономного функционирования.

2.6.29. Освоенность серийного производства на специализированных предприятиях строительной индустрии.

2.6.30. Существенный научно-технический потенциал по проблеме.

2.6.31. Существенный проектно-конструкторский потенциал по проблеме.

2.6.32. Обширный опыт эксплуатации в различных климатических районах в мирное и военное время.

2.6.33. Сейсмостойкость зданий и сооружений.

2.6.34. Возможность перекрытия больших пролетов зальных помещений.

2.6.35. Безопасность в аварийных ситуациях.

2.6.36. Светопроницаемость и радиопрозрачность пневматических комплексов.

2.6.37. Широкая сфера гражданского, специального и военного использования.

2.7. Недостатки быстровозводимых комплексов.

2.7.1. Небольшой срок службы объектов.

2.7.2. Невысокая степень огнестойкости.

2.7.3. Ограниченная этажность сооружений.

2.7.4. Ограниченная долговечность строительных конструкций.

2.7.5. Ограниченная надежность и стабильность показателей качества подсистем.

2.7.6. Пониженная тепловая инерционность объектов.

2.7.7. Пониженная акустическая инерционность сооружений.

2.7.8. Ограниченная архитектурно-художественная выразительность комплексов.

2.7.9. Пониженные степени защищенности и живучести при воздействии чрезвычайных ситуаций.

2.8. Вход в систему БК представляет собой внешнее отношение окружающей среды к системе. Входная величина может быть в зависимости от вида системы действием, связью или параметром состояния объекта действия. Совокупность всех входов составляет обобщенный вход, являющийся суммой векторов отдельных входов.

2.9. Выход из системы БК представляет собой внешнее отношение системы к окружающей среде. Выходная величина в зависимости от вида системы может быть действием, связью или параметром состояния объекта действия. Совокупность всех выходов составляет обобщенный выход, являющийся суммой векторов отдельных выходов.

2.10. Выходы и входы системы являются связями системы с окружающей средой и включают все виды связей энергетического, вещественного и информационного характера.

2.11. Совокупность значений свойств системы БК в определенный момент времени является состоянием системы.

2.12. Развитие системы БК состоит из взаимосвязанных трех типов процессов: (1) синтеза при необходимости определения структуры по заданным требованиям и функциям; (2) анализа при необходимости определения функ-

ций по заданной структуре и (3) «черного ящика» при необходимости определения структуры и функций по заданным недостаточным параметрам системы.

2.13. Модель построения современных систем на первой стадии системного анализа.

Следует подчеркнуть, что с помощью метода системного анализа, относящегося к методологии метатеоретического уровня, можно исследовать и саму систему БК, и собственно теорию создания и развития комплексов, ее систему положений, границы применения, способы введения новых понятий. Так как сложные системы БК являются обобщенными динамическими системами, характеризуемыми большим количеством параметров различной природы, то в целях упрощения их математического или логического описания целесообразно расчленить систему на подсистемы, выделить типовые подсистемы, произвести стандартизацию связей для различных уровней иерархии однотипных подсистем.

С опорой на результаты проведенных исследований в настоящей главе, а также с учетом эмпирического массива информации в ходе выполнения НИР «Сверхкомплект-3» и «Комфорт», был разработан алгоритм системного анализа быстровозводимых комплексов.

Как следует из структуры приведенного алгоритма, системный анализ БК складывается из четырех основных этапов по построению новых современных систем:

- 1) этап № 1 – постановка задачи системного анализа;
- 2) этап № 2 – выявление структуры и связей системы БК;
- 3) этап № 3 – составление модели системы БК;
- 4) этап № 4 – анализ составленной модели системы БК.

На первом этапе обосновываются объект, цели и задачи исследования, а также критерии для изучения БК-аналога.

Во время второго этапа очерчиваются границы изучаемой системы БК и определяется ее структура. При этом объекты и подсистемы, имеющие отношение к поставленной цели, разбиваются на собственно изучаемую систему и внешнюю среду. Следует подчеркнуть, что различаются замкнутые и открытые системы. При исследовании замкнутых систем влиянием внешней среды на их поведение пренебрегают, а при изучении открытых систем следует обязательно учитывать воздействие внешних факторов среды на состояние системы. БК необходимо рассматривать исключительно в качестве открытых систем, особенно для новых разработок.

Третий, важнейший этап системного анализа заключается в составлении модели системы БК. Вначале осуществляется параметризация подсистем и элементов в общей системе БК, а затем описываются выявленные горизонтальные и вертикальные связи.

Следует при этом отметить, что аналитические методы используются для описания лишь небольших систем вследствие их громоздкости или трудоемкости составления и решения сложных систем уравнений. Для описания больших систем, к которым относятся БК, как показали теория и практика научно-

го познания, целесообразно использование количественных и качественных характеристик, которые можно формализовать в дискретные параметры, принимающие целые значения – баллы, доли, проценты и т. д.

Другой трудностью, встреченной при анализе систем БК, является необходимость обязательного учета вероятностного, стохастического характера процессов создания и развития широкого класса БК в различных сферах использования в экономике страны. Это обуславливает требование использования вероятностных методов исследований, при которых оценка систем производится с некоторой вероятностью или же необходимо рассчитать, наоборот, вероятность протекания изучаемых процессов в БК.

Рассмотрение физической сущности БК и процессов их функционирования показало также наличие существенной сложности, связанной с необходимостью оценки временного, динамичного характера развития показателей качества систем в различные периоды времени. Данная трудность обуславливает требование применения методов исторически-логического и математико-статистического анализа явлений и объектов.

Важным, заключительным этапом системного анализа БК является четвертый этап собственно анализа составленной новой модели системы. Он заключается в определении экстремальных состояний модели БК и оптимизации модели по принятым в первом этапе критериям. Оптимизация заключается в нахождении оптимумов рассматриваемой модели и ее функций, в определении оптимальных условий поведения системы. Оценка оптимизации производят по критериям, принимающим в таких случаях экстремальные, крайние значения.

Как показали исследования физической картины процессов эксплуатации БК на основе вскрытых ранее закономерностей, в качестве критериев оптимальности системы целесообразно использовать следующие показатели:

- 1) минимума приведенных затрат;
- 2) минимума срока развертывания комплекса;
- 3) минимума трудоемкости монтажа и демонтажа;
- 4) максимума системной эффективности за весь жизненный цикл;
- 5) максимума сравнительной экономической эффективности конкретного объекта в сопоставлении с аналогом и др.

Существуют и другие критериальные подходы, подробно изложенные применительно к объекту и предмету исследований в работах [73–86, 94–96].

Наиболее сложным вопросом представляется выбор именно надлежащего критерия, так как в оптимизационных задачах может выявиться необходимость учета не одного, а многих критериев, которые иногда оказываются взаимно противоречивыми. В связи с этим при оценке БК целесообразно либо использовать специальные методы многокритериальной оптимизации параметров системы, либо выбрать один основной критерий с установлением для других пороговых предельно допустимых значений. Таким образом, на основании выбора составляется зависимость критерия оптимизации от параметров модели БК. Данные результаты исследований чрезвычайно важны для

практических целей и дают определенную возможность для последующих опытно-конструкторских и планово-организационных проработок новых БК.

2.2.3. Классификационные основы быстровозводимых комплексов

1. Быстровозводимые здания, сооружения и комплексы классифицируются по следующим признакам:

- типу мобильности;
- соответствию климатическим воздействиям и нагрузкам;
- функциональному назначению;
- мощности;
- способу функционирования;
- принципам осуществления функционального назначения;
- уровню сложности;
- степени стандартизации;
- степени оригинальности конструкции;
- форме;
- материалу;
- конструктивной схеме;
- степени развития функции в пространстве;
- типу трансформации;
- типу производства;
- типу ограждающих конструкций;
- уровню мобильности.

2. По типу мобильности БК подразделяются на контейнерные и сборно-разборные.

По соответствию климатическим воздействиям и нагрузкам БК подразделяются по исполнению в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха, снеговой и ветровой нагрузок:

- на северные (С) – предназначенные для эксплуатации преимущественно в строительном-климатических подрайонах IА, IБ, IГ, IД;
- обычные (01) – преимущественно для подрайонов IВ, IIА и IIIА; (02) – преимущественно для подрайонов IIБ, IIВ, IIГ, IIБ и IIВ;
- южные (Ю) – преимущественно для района IV.

3. По функциональному назначению БК для населения подразделяются на виды и разновидности.

3.1. Жилые БК – жилые дома многоквартирные и многоквартирные, общежития.

3.2. Общественные БК – детский сад-ясли, школа, здравпункт, контора с радиозулом, фельдшерско-акушерский пункт со стационаром, магазин смешанной торговли (повседневного спроса), столовая (на сырье с выпечкой хлеба), пекарня, приемный пункт комбината бытового обслуживания, комбинат бытового обслуживания, баня-прачечная, прачечная, баня, клуб, здравпункт с изолятором и др.

3.3. Вспомогательные БК – контора, диспетчерская, здание для проведения занятий и культурно-массовых мероприятий, гардеробная (с умывальной, помещением для отдыха и сушилкой), душевая с гардеробной, здание для кратковременного отдыха, обогрева и сушки одежды рабочих, сушилка для одежды и обуви рабочих, уборная, уборная с комнатой для гигиены женщин, столовая на полуфабрикатах (доготовочная), столовая-раздаточная, столовая на сырье (заготовочная), медпункт-изолятор и др.

3.4. Складские БК – кладовые: материальная, инструментально-раздаточная нормокомплекта механизмов, инструмента и инвентаря для производства работ, склад материально-технический, склад технологического оборудования, склад цемента, склад заполнителей для бетона и др.

3.5. Производственные БК – мастерские: ремонтно-механическая, инструментальная, электротехническая, санитарно-техническая, столярно-плотничная, подготовки отделочных материалов, арматурная, диагностическая, ремонта средств малой механизации, ремонта строительных машин, ремонта автомобилей; станция технического обслуживания и ремонта строительных машин и автомобилей (профилакторий); лаборатории: строительная, контроля сварочных соединений; установки: бетонорастворосмесительная со складами, бетоносмесительная со складами, формования и термообработки железобетонных изделий, асфальтобетонная, ацетиленовая, каптажа родников, водозабора из поверхностных источников, очистки воды поверхностных источников, обеззараживания воды, получения воды из твердых атмосферных осадков, обезжелезивания воды подземных источников, очистки сточных вод; станции: малярная, штукатурная, насосная над артезианскими скважинами, насосная; электростанция, комплектная трансформаторная подстанция, водонапорная башня, резервуар для воды, котельная.

4. По функциональному назначению БК для временного обустройства спецконтингента и строительного персонала организаций подразделяются на виды и разновидности:

4.1. Жилые БК – жилой дом квартирного типа; общежитие для офицеров и прапорщиков; солдатское общежитие для военнослужащих, проходящих службу по контракту; казарма для военнослужащих, проходящих службу по призыву, и др.

4.2. Общественные БК – штаб, клуб, солдатская столовая, солдатская чайная, магазин смешанных товаров, столовая военторга, медицинский пункт (стационар, амбулатория), контрольно-пропускной пункт, поликлиника, баня, прачечная и др.

4.3. Складские БК – продовольственный склад, склад вещевого имущества, овощехранилище, гараж и др.

4.4. Производственные БК – котельная, насосная, электростанция, очистные сооружения, трансформаторная подстанция и др.

5. По функциональному назначению БК для оперативного обустройства спецконтингента подразделяются на виды и разновидности аналогично строительным организациям с добавлением следующих специфических

объектов: охрана, пункт заправки машин, контрольно-технический пункт, водомаслогрейка, пункт техобслуживания и ремонта, отдельное холодное хранилище для имущества и техники, столовая, кафе, кулинария, буфет, госпиталь, санитарно-эпидемиологическое учреждение, бытовое помещение, аккумуляторно-зарядная станция, склад ЗИП, расходный склад, химчистка, комбинат бытового обслуживания, учебное здание, специальное здание и др.

6. По мощности (вместимости) БК подразделяются на БК для спецконтингента, персонала строительных организаций и населения.

6.1. Для строительных организаций и частей БК подразделяются на БК:

- ◆ на 1 чел.;
- ◆ на бригаду;
- ◆ на строительный участок (СУ) и т. д.;
- ◆ на строительное управление;
- ◆ на совокупность строительных управлений в составе одной корпорации;
- ◆ на совокупность организаций, принимающих участие в строительстве.

6.2. Для населения подразделяются на БК:

- ◆ на 1 чел.;
- ◆ на 1 семью;
- ◆ на 1 дом;
- ◆ на несколько домов;
- ◆ на квартал;
- ◆ на посёлок и т. д.

7. По способу функционирования БК подразделяются:

- ◆ на пионерные для временного базирования;
- ◆ вахтовые для временного обустройства;
- ◆ базовые для временной дислокации;
- ◆ базовые для постоянного расквартирования.

8. По принципам осуществления функционального назначения БК подразделяются на системы:

- ◆ с механическим принципом;
- ◆ с гидравлическим принципом;
- ◆ с пневматическим принципом;
- ◆ с электронным принципом;
- ◆ с комбинированными принципами.

9. По уровню сложности БК подразделяются:

- ◆ на первый уровень – элемент;
- ◆ второй уровень – submodule;
- ◆ третий уровень – модуль;
- ◆ четвертый уровень – ячейку;
- ◆ пятый уровень – зону;
- ◆ шестой уровень – сооружение;
- ◆ седьмой уровень – комплекс сооружений.

10. По степени стандартизации БК подразделяются:
 - ◆ на оригинальные и экспериментальные;
 - ◆ повторно-применяемые;
 - ◆ типизированные в масштабе системы;
 - ◆ типизированные в масштабе отрасли;
 - ◆ стандартизованные в межотраслевом масштабе.
11. По степени оригинальности конструкции БК подразделяются:
 - ◆ на заимствованные технические системы;
 - ◆ доработанные технические системы;
 - ◆ модифицированные технические системы;
 - ◆ новые технические системы;
 - ◆ принципиально новые, прорывные технические системы.
12. По форме БК подразделяются на БК:
 - ◆ простой формы;
 - ◆ сложной формы.
13. По используемому строительному материалу БК подразделяются на БК с преимущественным использованием:
 - ◆ железобетонных материалов;
 - ◆ металлов;
 - ◆ лесоматериалов;
 - ◆ полимерных материалов.
14. По конструктивной схеме БК подразделяются:
 - ◆ на каркасные;
 - ◆ бескаркасные.
15. По степени развития функции в пространстве БК подразделяются на:
 - ◆ не развивающиеся;
 - ◆ развивающиеся в одном направлении;
 - ◆ развивающиеся в двух направлениях;
 - ◆ развивающиеся в трех направлениях.
16. По типу трансформации БК подразделяются:
 - ◆ на нетрансформируемые;
 - ◆ трансформируемые в пределах от 1 до 2 раз;
 - ◆ трансформируемые в пределах от 2 до 5 раз;
 - ◆ трансформируемые в пределах более 5 раз.
17. По типу производства БК подразделяются:
 - ◆ на технические системы единичного производства;
 - ◆ технические системы малой серии;
 - ◆ технические системы массового серийного производства.
18. По виду ограждающих конструкций БК подразделяются:
 - ◆ на технические системы с жесткими ограждающими конструкциями;
 - ◆ технические конструкции с гибкими ограждающими конструкциями – оболочкового и тканевого типа.
19. По уровню мобильности БК подразделяются:
 - ◆ на системы с высоким уровнем мобильности при удельной трудоемкости монтажа до $0,3 \text{ чел.-ч/м}^2$;

♦ системы со средним уровнем мобильности при удельной трудоемкости монтажа в интервале от 0,3 до 0,6 чел.-ч/м²;

♦ системы с низким уровнем мобильности при удельной трудоемкости монтажа более 0,6 чел.-ч/м².

20. По области использования БК подразделяются:

а) на используемые в мирное время для оперативного обустройства (1) строительных организаций; (2) спецконтингента (таможня и др.); (3) войск министерств и ведомств; (4) населения в обычных условиях; (5) населения в чрезвычайных условиях природного характера; (6) населения в чрезвычайных условиях техногенного характера; (7) населения в чрезвычайных условиях социального характера;

б) используемые в военное время для скоростного базирования (1) военно-строительных частей; (2) видов ВС; (3) войск министерств и ведомств; (4) населения в обычных условиях; (5) населения в чрезвычайных условиях природного характера; (6) населения в чрезвычайных условиях техногенного характера; (7) населения в чрезвычайных условиях гражданской обороны.

На основании выполненных теоретических исследований можно сформулировать вывод относительно того, что решена поставленная задача по разработке научно-технических основ развития быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства населения. Главная составная часть обоснованной теории: концепция развития и принципы построения современных и перспективных систем быстровозводимых комплексов, базирующиеся на открытых закономерностях их совершенствования.

Предложенное учение является базисом для построения моделей и классификационных основ, технических требований, предъявляемых к БК, и их технических характеристик.

В этом заключается существо решения следующих задач.

2.3. Модели быстровозводимых комплексов

2.3.1. Классификационные основы предъявляемых к быстровозводимым комплексам требований и технико-экономические характеристики

Основываясь на разработанной концепции развития и принципах построения современных систем быстровозводимых комплексов и принятой логике решения поставленных задач, предложены *классификационные основы* предъявляемых к БК требований и технических характеристик, на базе которых построена система модели быстровозводимых комплексов.

На первом этапе разработана новая система требований и характеристик БК, которая развивает существующие традиционные типологии, опирается на предложенные научно-технические основы развития БК и целенаправленно аксиологически ориентирована на создание перспективных систем «нового поколения».

Рассмотрим систему требований и характеристик более подробно.

1. Система технических требований, предъявляемых к БК, характеризуется совокупностью комплексных требований:

- ◆ к техническому уровню;
- ◆ к стабильности качества;
- ◆ к эффективности;
- ◆ к конкурентоспособности;
- ◆ тактическим требованиям.

2. Номенклатура комплексных требований, предъявляемых к БК, приведена на рис. 2.1–2.4.

3. Требования к техническому уровню являются совокупностью технических требований, характеризующих требование соответствия БК лучшим отечественным и зарубежным образцам с учетом перспектив развития техники и технологии.

4. Требования к стабильности качества БК представляют собой совокупность требований, характеризующих степень соответствия БК установленным техническим требованиям, устойчивости и налаженности технологического процесса и организации производства.

Технические требования	1. Требования к техническому уровню	1.1. Требования к показателям назначения
		1.2. Требования к показателям надежности
		1.3. Требования к уровню использования
		1.4. Требования к технологичности
		1.5. Требования к ремонтпригодности
		1.6. Требования к транспортабельности
		1.7. Требования эргономические
		1.8. Требования эстетические
		1.9. Требования экологические
		1.10. Требования безопасности
		2. Требования к стабильности качества
	3. Требования к эффективности	
	4. Требования конкурентоспособности	
	5. Тактические требования	
Требования	Группы интегральных требований	Классы требований комплексных показателей

Рис. 2.1. Модель системы технических требований, предъявляемых к быстровозводимым комплексам в виде табличного дерева

5. Требования к эффективности БК являются совокупностью требований, характеризующих экономический, военный, политический, социальный и другие виды эффектов, получаемых в результате использования БК как продукта в мирное и военное время.

6. Требования конкурентоспособности БК представляют собой совокупность требований, характеризующих степень патентной защиты и патентной чистоты БК в международном масштабе.

7. Тактические требования являются совокупностью специальных требований к БК как к комплексу военной техники, характеризующих их боевые возможности и свойства.

8. Требования к техническому уровню.

8.1. Требования к показателям назначения.

8.1.1. Требования рациональности объемно-планировочного решения являются совокупностью требований, определяющих необходимость удобства функционирования людей в зданиях, и включают набор, пропорции, конфигурацию помещений и другие требования с учетом природно-климатических, демографических и национально-бытовых характеристик.

8.1.2. Требования рационального функционального решения представляют собой совокупность требований, характеризующих необходимость удобства функционального зонирования и взаимосвязи зон, насыщенность встроенной мебелью и другие требования.

8.1.3–8.1.4. Требования соответствия состава помещений, площади и строительного объема нормам отражают необходимость учета принятых требований общероссийских и ведомственных строительных норм и правил.

8.1.5. Требование сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций характеризует необходимость способности ограждающих конструкций препятствовать прохождению тепла под действием перепада температур.

8.1.6. Требование сопротивления воздухопроницанию ограждающих конструкций представляет собой необходимость способности ограждающих конструкций препятствовать прохождению воздуха под действием перепада давления воздуха.

8.1.7. Требуемое сопротивление теплопередаче пока следует принимать:

- ◆ 3,8 – для исполнения здания «С»;
- ◆ 3,5 – для исполнения здания «01»;
- ◆ 3,0 – для исполнения здания «02»;
- ◆ 3,0 – для исполнения здания «Ю».

8.1.8. Расчетные температуры наружного воздуха следует принимать:

- ◆ $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для исполнения здания «С»;
- ◆ $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для исполнения здания «01»;
- ◆ $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для исполнения здания «02»;
- ◆ для исполнения здания «Ю»: зимняя $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, летняя $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Относительную влажность внутреннего воздуха для определения температуры точки росы в местах теплопроводных включений ограждающих конструкций следует принимать 45 %.

Для быстровозводимых зданий, предназначенных к эксплуатации в течение всего срока их службы в конкретной местности (городе, деревне), допускается принимать расчетные температуры наружного воздуха для этого пункта по СНиП 2.01.01–82.

8.1.9. Расчетные параметры наружного воздуха для отопления зданий БК следует принимать по табл. 2.1.

Таблица 2.1

**Расчетные параметры наружного воздуха
для отопления быстровозводимых зданий**

№ п/п	Исполнение здания	Температура, °С	Теплосодержание, кДж/кг (ккал/кг)
1	С	-50	-50,2 (-12,0)
2	01	-40	-40,2 (-9,6)
3	02	-30	-25,1 (-6,0)
4	Ю	-20	-17,6 (-4,2)

8.1.10. Расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий и отдельных помещений должна приниматься равной, °С:

22 – жилые, детские дошкольные, лечебно-профилактические и вспомогательные здания, общежития (кроме магазинов, диспетчерских) контейнерного типа;

20 – то же, сборно-разборного типа;

16 – производственные здания (кроме вспомогательных помещений), магазины, диспетчерские;

8 – складские здания и хранилища, кроме вспомогательных зданий [56].

8.1.11. Требование сопротивления паропрооницанию ограждающих конструкций БК отражает необходимость способности ограждающих конструкций препятствовать прохождению влаги под действием перепада парциального давления пара воздуха. Для мобильных зданий, в отличие от капитальных, данное требование имеет более существенное значение и связано с ухудшением теплозащитных свойств легких утеплителей при насыщении их со временем паром – пенопласт, минеральная вата и другие виды материалов.

8.1.12. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций отапливаемых зданий БК не должна превышать значений, приведенных в табл. 2.2.

Таблица 2.2

**Нормативные значения воздухопроницаемости
ограждающих конструкций быстровозводимых зданий**

№ п/п	Вид ограждающих конструкций	Единица измерения	Воздухопроницаемость для зданий исполнений		
			С	01, 02	Ю
1	Стены и покрытия	кг/(м·ч)	0,2/0,5	0,3/0,7	0,5/1,0
2	Входные двери	То же	15,0	20,0	20,0
3	Окна	»	5,0	10,0	10,0
4	Стыковые соединения	»	0,2	0,3	0,5

В числителе дана воздухопроницаемость для жилых и общественных зданий, в знаменателе – для других зданий.

Половина суммарной воздухопроницаемости по элементам здания не должна превышать трехкратного нормируемого воздухообмена.

Скорость ветра для определения воздухопроницаемости зданий должна приниматься равной 8 м/с для зданий исполнения С и 5 м/с – для зданий других исполнений.

8.1.13. Требование звукоизоляции ограждающих конструкций отражает необходимость способности ограждающих конструкций препятствовать прохождению звуковой энергии и ослаблять ее. Для быстровозводимых зданий, имеющих, в отличие от капитальных сооружений, облегченные и малоинерционные вследствие этого конструкции, данное требование является более значимым.

Нормативные индексы изоляции воздушного шума, которые должны быть обеспечены наружными ограждающими конструкциями, следует принимать по табл. 2.3.

Таблица 2.3

Нормативные индексы изоляции воздушного шума для быстровозводимых зданий

№ п/п	Тип здания	Разновидность здания	Индекс изоляции воздушного шума, дБ
1	Контейнерные	Жилые дома, общежития, детские дошкольные учреждения	30
		Школы, клубы, здравпункты	20
2	Сборно-разборные	Жилые дома, общежития, детские дошкольные учреждения	25
		Школы, клубы, здравпункты	20

8.1.14. Требование сейсмостойкости характеризует необходимость способности несущих конструкций противостоять разрушению при землетрясениях, принимается согласно требований СНиП П–7–81.

8.1.15. Требование рациональности конструктивных решений представляет собой совокупность требований, определяющих необходимость рациональных решений конструктивных систем, подсистем и элементов с учетом климатических и геофизических условий строительства.

Конструкции, элементы и их соединения должны быть унифицированы не менее чем в пределах конструктивной системы зданий БК.

8.1.16. Жесткие и неразборные соединения следует выполнять преимущественно сварными, а разборные жесткие соединения – при помощи самозакрывающихся устройств с увеличением жесткости с помощью обычных и высокопрочных болтов.

Конструкции соединений должны иметь решения, препятствующие самовинчиванию гаек, выходу из проектного положения фиксирующих устройств, смещению накладных крюков и других спецприспособлений.

Быстроборные стыки и соединения должны иметь решения с самофиксирующимися при монтаже и демонтаже элементами.

8.1.17. Монтажные соединения и детали крепления систем технического обеспечения и вооружения, мебели и технологического оборудования должны обеспечивать возможность их многократного монтажа и демонтажа в течение расчетного срока службы зданий БК.

8.1.18. Наружные швы и вводы инженерных коммуникаций должны быть герметизированы и утеплены с использованием долговечных быстроборных герметизирующих устройств, соответствующих расчетным внешним воздействующим факторам.

8.1.19. Стальные конструкции должны быть огрунтованы и окрашены в соответствии с требованиями ГОСТ, а деревянные конструкции должны соответствовать требованиям ГОСТ.

8.1.20. Отдельные элементы массой более 50 кг должны иметь строповочные устройства. Следует применять преимущественно облегченные конструктивные элементы, с возможностью монтажа и демонтажа с помощью кранового оборудования грузоподъемностью до 3 т или без него, бригадой в составе, в основном, 2–3 человек, характеризующихся разрядом, в основном, 1–2.

8.1.21. Конструктивные решения пневматических тентовых, складывающихся и трансформирующихся систем должны иметь специальные устройства для предотвращения аварийного состояния сооружения при прекращении подачи воздуха, разрушении отдельных шарнирных соединений и других специальных устройств. Дублирующие конструктивные системы должны рассчитываться на требуемый для восстановления работоспособности основных систем период времени с учетом общих принятых внешних воздействующих факторов на здания БК.

8.1.22. Требования прочности, жесткости и устойчивости представляют собой совокупность требований для обеспечения сооружениям БК необходимых параметров неизменяемости для выполнения функциональных процессов в расчетный период срока службы.

8.1.23. Коэффициент надежности по нагрузке для снеговой нагрузки следует принимать равным 1,25 для сборно-разборных зданий и равным 1,0 – для контейнерных зданий.

8.1.24. Расчетные значения ветрового давления для сборно-разборных зданий должны определяться по СНиП. Значение коэффициента, учитывающего изменение ветрового давления по высоте, следует принимать как для местности типа А. Коэффициент надежности по нагрузке следует принимать равным 1,2.

Для сборно-разборных зданий с высотой до 10,8 м значение ветрового давления следует принимать равным 0,48 кПа (48 кгс/м²).

Контейнерные здания, установленные на уровне земли, на ветровые нагрузки не рассчитывают.

8.1.25. Унифицированные нормативные значения равномерно распределенных нагрузок от воздействия людей, мебели и оборудования на полы зданий различного вида должны приниматься равными:

- ◆ для жилых – 1,2 кПа (120 кгс/м²);
- ◆ для общественных и вспомогательных – 2,0 кПа (200 кгс/м²);
- ◆ для производственных и складских – по действительной нагрузке, но не менее 2,0 кПа (200 кгс/м²) [56].

Унифицированное значение коэффициента по нагрузке следует принимать равным 1,2.

8.1.26. Конструкции зданий должны соответствовать нагрузкам, возникающим при их транспортировании, монтаже и демонтаже при коэффициенте динамичности, равном 1,5.

8.1.27. Класс ответственности зданий БК III, коэффициент надежности зданий по назначению – 0,9.

8.1.28. Требования оснащенности техническим оборудованием представляют собой совокупность требований, отражающих необходимость обеспечения сооружений отоплением, холодной и горячей водой, электроэнергией, канализацией, газоснабжением, устройствами связи и другими системами.

8.1.29. Требования модульной координации, стандартизации, типизации и унификации. Размеры контейнерных зданий должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Размеры контейнерных зданий, м

№ п/п	Вид контейнерного здания	Ширина	Высота помещения	Длина			
				3	6	9	12
1	Перевозимые и буксируемые со съёмной ходовой частью	3,0	2,4	+	+	+	+
2	Буксируемые с несъёмной ходовой частью	2,5 3,0	min 2,2 min 2,2	+	+	+	+

Знак «+» означает применяемость, знак «-» – неприменяемость данных сочетаний размеров в БК.

Габаритная высота буксируемого здания шириной 2,5 м в режиме передислокации должна быть не более 3,8 м.

При соответствующем технико-экономическом обосновании в техническом задании в соответствии с ГОСТ допускается изменение длины зданий БК.

8.1.30. Координационные размеры одноэтажных и двухэтажных сборно-разборных зданий должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2.5.

Высота этажа зданий с крановым оборудованием должна быть не менее 4,2 м.

Координационные размеры одноэтажных сборно-разборных зданий, м

№ п/п	Высота этажа	Пролет					
		≤ 6 м	9	12	18	24	≥ 30 м
1	2,4	+	+	+	–	–	–
2	3,0	+	+	+	–	–	–
3	4,2	+	+	+	–	–	–
4	6,0	–	+	+	+	–	–
5	7,2	–	–	+	+	+	+
6	8,4	–	–	+	+	+	+
7	10,8	–	–	–	–	+	+

Знак «+» означает применяемость, знак «–» – неприменяемость данных сочетаний размеров [56].

Координационные размеры контейнеров сборно-разборных зданий БК следует принимать по табл. 2.5 – как для перевозимых и буксируемых зданий.

8.1.31. Шаг колонн в сборно-разборных каркасно-панельных зданий следует принимать кратным 2,4; 6 и 12 м.

8.1.32. Требование возможности демонтажа и изменяемости системы на всех стадиях жизненного цикла отражает необходимость приспособления функциональной, планировочной и конструктивной структуры быстровозводимых комплексов к изменяющимся условиям внешней среды БК.

Требование изменяемости следует реализовывать:

- ◆ при транспортной изменяемости;
- ◆ монтажной изменяемости;
- ◆ демонтажной изменяемости;
- ◆ объемно-планировочной изменяемости;
- ◆ конструктивной изменяемости;
- ◆ технологической изменяемости;
- ◆ функциональной изменяемости;
- ◆ изменяемости подсистем технического обеспечения;
- ◆ изменяемости подсистем вооружения.

8.1.33. Требование мобильности системы означает необходимость определенной скорости изменения различных состояний системы и ее подсистем в пространстве и во времени при переходах из одних стадий жизненного цикла в другие.

8.2. Требования к показателям надежности представляют совокупность требований, определяющих необходимость обеспечения безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности быстровозводимых комплексов.

8.2.1. Расчетные сроки службы зданий должны быть не менее, лет:

- ◆ 20 – сборно-разборные;
- ◆ 15 – контейнерные со съемной ходовой частью и перевозимые;
- ◆ 10 – контейнерные с несъемной, собственной ходовой частью [56].

Сроки службы пневматических, тентовых и трансформирующихся зданий устанавливаются заводом-изготовителем.

8.2.2. Количество передислокаций зданий за расчетный срок службы устанавливается в соответствии с назначением здания и должно быть не менее, раз:

◆ 5 – для сборно-разборных зданий из контейнеров;

◆ 3 – для сборно-разборных зданий из плоских и линейных элементов и комбинированных зданий БК.

8.2.3. Для быстровозводимых зданий всех типов и видов должен устанавливаться *ресурс* применительно к специфике условий функционирования каждого здания и измеряемый в машино-сменах или машино-часах. При этом 90%-ный ресурс базового автотранспортного средства должен быть не менее 90%-го ресурса, установленного заводом-изготовителем шасси несъемной или съемной ходовой части контейнера.

8.2.4. Для быстровозводимых зданий должна устанавливаться *наработка на отказ основных* составных частей и подсистем здания, измеряемая в машино-сменах или машино-часах, а также оперативная трудоемкость ежедневного, ежемесячного и ежегодного технического обслуживания и текущего ремонта здания.

Общие требования к ремонтпригодности быстровозводимых зданий следует принимать в соответствии с ГОСТ.

8.2.5. Для быстровозводимых зданий должны устанавливаться сроки службы до капитального ремонта (в годах) и гарантийные сроки хранения подсистем и системы (в годах).

8.2.6. Требование живучести быстровозводимых комплексов представляет собой совокупность требований, характеризующих необходимость способности систем комплексов сопротивляться воздействию обычных и специальных внешних воздействующих факторов в соответствии с ГОСТ.

8.2.7. Быстровозводимые здания должны быть рассчитаны на воздействие следующих основных классов внешних воздействующих факторов: механических, климатических, биологических, радиационных, электромагнитных, специальных сред, термических и др.

8.3. Требование к транспортабельности представляет собой совокупность требований, характеризующих необходимость способности конструктивных систем к транспортированию, включая упаковку, погрузку, перегрузку и разгрузку БК.

Системы должны быть приспособлены к передислокации по суше, воздушными и водными путями, по железной дороге, автомобильной дороге, бездорожью, речным, воздушным и морским транспортом серийных видов средств.

8.3.1. Ходовая часть буксируемых зданий должна соответствовать требованиям ГОСТ.

Грузоподъемность ходовой части должна соответствовать их массе в режиме транспортирования.

Буксируемые здания с несъемной ходовой частью должны иметь регулируемые по высоте опоры, убираемые при передислокации зданий и выдерживающие нагрузки от массы конструкций в режиме эксплуатации.

8.3.2. Буксируемые здания и конструкции сборно-разборных систем должны иметь строповочные и крепежные устройства для их монтажа, демонтажа, погрузки, разгрузки и транспортирования.

Конструкции и крепления подсистем технического оборудования и мебели должны обеспечивать восприятие динамических нагрузок, возникающих при транспортировании зданий.

8.3.3. Наружные открывающиеся двери, окна, люки и подсистемы должны быть оборудованы специальными приспособлениями для фиксации от самооткрывания и самозакрывания.

8.3.4. Габаритные размеры конструктивных элементов БК должны обеспечивать вписываемость в автомобильные, железнодорожные, авиационные и морские габариты транспортных средств в соответствии с ГОСТ.

Габаритная длина – расстояние между параллельными плоскостями, проходящими через крайние переднюю и заднюю точки быстровозводимого комплекса.

Габаритная ширина – расстояние между крайними боковыми точками жестко закрепленных деталей комплекта.

Габаритная высота – расстояние между самой высокой и низкой точками комплекта с учетом жестко закрепленных деталей.

Максимальная скорость передислокации быстровозводимого здания при заданных транспортных условиях должна быть наибольшей допускаемой технической документацией на транспортное средство.

8.3.5. Размеры и вес выносного технического и технологического оборудования и мебели должны обеспечивать возможность их погрузки и выгрузки в контейнерные здания через существующие проемы дверей, окон, люков без дополнительной разборки элементов.

Размещение стационарного технического и технологического оборудования не должно мешать перемещению обслуживающего персонала и проживающих людей.

8.3.6. При транспортировании контейнеров отдельные конструктивные элементы и пакеты должны быть жестко прикреплены к транспортным средствам с исключением их смещения, повреждения и падения при перевозке.

Не допускается транспортирование комплектов и пакетов волоком без использования соответствующих транспортных приспособлений.

Транспортирование комплектов зданий с находящимися в них людьми не допускается.

8.3.7. Быстровозводимые здания и сооружения должны передислоцироваться в виде комплекта поставки, включающего конструкции, элементы и изделия в соответствии с утвержденной рабочей документацией.

Поставка недоукомплектованных зданий не допускается.

В комплект поставки должны входить строительные конструкции, инженерные системы, мебель, технологическое оборудование, инструмент, запасные части, инвентарь, паспорт на здание, инструкция по эксплуатации и эксплуатационная документация к комплектуемому оборудованию.

8.3.8. Хранение зданий, конструктивных элементов и пакетов должно осуществляться в соответствии с инструкцией по эксплуатации и паспортом.

Здания и элементы при хранении должны быть защищены от климатических воздействий, загрязнений, повреждения и разукomплектования.

Утеплитель ограждающих конструкций должен быть защищен от увлажнения с применением подкладок на площадках с уклоном, обеспечивающим отвод дождевых и талых вод, и укрытий, а также с обеспечением правил пожарной безопасности.

8.4. Требования к эргономике БК представляют собой совокупность требований, определяющих необходимость организации условий для нормально функционирования людей и процессов в зданиях и сооружениях.

2. Комплексное требование надежности БК	2.1. Требование сохраняемости	2.1.1. Требование живучести	2.1.1.1. К обычным внешним воздействующим факторам	2.1.1.1.1. К механическим	А. Колебания
				Б. Удары	
				В. Ускорения	
				Г. Механическое давление	
				Д. Сила	
				Е. Поток жидкости	
				2.1.1.1.2. К климатическим	Ж. Атмосфера
				З. Гидросфера	
				И. Биосфера	
				К. Литосфера	
				Л. Космос	
				2.1.1.1.3. Биологическим	
				2.1.1.1.4. Радиационным	
				2.1.1.1.5. Электромагнитным	М. Электрический ток
				Н. Электромагнитное поле	
2.1.1.1.6. Специальных сред	О. Кислотно-щелочная среда				
Р. Масла, смазки и топлива					
С. Радиоактивные аэрозоли					
2.1.1.1.7. Термическим	Т. Тепловой удар				
У. Нагрев					
2.1.1.2. К специальным ВВФ					
2.1.2. Требование восстанавливаемости					
2.2. Требование долговечности					
2.3. Требование безотказности					
2.4. Требование ремонтпригодности					
1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень	4-й уровень	5-й уровень	6-й уровень

Рис. 2.2. Структура комплексного требования надежности, предъявляемого к быстровозводимым комплексам

1.6. Комплексное требование транспортability БК	1.6.1. По суше	1.6.1.1. По дороге	1.6.1.1.1. Легковой автомобиль
			1.6.1.1.2. Грузовой автомобиль
			1.6.1.1.3. Специальное средство
		1.6.1.2. По рельсам	1.6.1.2.1. Платформа
			1.6.1.2.2. Полувагон
			1.6.1.2.3. Вагон
			1.6.1.2.4. Специальное средство
		1.6.1.3. По бездорожью	1.6.1.3.1. Трейлер
			1.6.1.3.2. Специальное средство
	1.6.2. Воздушным путем	1.6.2.1. Средством тяжелее воздуха	1.6.2.1.1. Вертолет
			1.6.2.1.2. Самолет
			1.6.2.1.3. Специальное средство
1.6.2.2. Средством легче воздуха	1.6.2.2. Дирижабль		
	1.6.3.1. Речным транспортом	1.6.3.1.1. Грузовое судно	
1.6.3.1.2. Специальное средство			
1.6.3.2. Морским, океанским транспортом	1.6.3.2.1. Грузовое судно		
	1.6.3.2.2. Специальное средство		
1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень	4-й уровень

Рис. 2.3. Структура комплексного требования транспортability, предъявляемого к быстровозводимым комплексам

В процессе всего периода функционирования должны соблюдаться антропометрические требования по ГОСТ и общие эргономические требования по ГОСТ.

8.4.1. Системы технического обеспечения БК должны обеспечивать требуемые уровни температуры по ГОСТ, освещенности по СНиП, скорости движения воздуха по ГОСТ; содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать предельно допустимых концентраций, уровень шума не должен превышать показателей по ГОСТ.

8.5. Требования эстетические являются совокупностью требований, характеризующих необходимость системы БК иметь способность к архитектурно-художественной выразительности интерьеров и экстерьеров, оригинальных форм, обращению стиливых соответствий архитектурных направлений к определенному периоду времени, национальным традициям и моде.

8.6. Экологические требования отражают необходимость охраны окружающей среды при эксплуатации быстровозводимых зданий и сооружений.

8.7. Требования безопасности представляют собой совокупность требований, отражающих необходимость безопасного функционирования всех систем комплексов.

Объемно-планировочные и конструктивные решения должны учитывать требования взрыво-, пожаробезопасности, изложенные в ГОСТ. Подсистемы технического обеспечения должны соответствовать требованиям специальных правил.

Каждое здание БК должно иметь систему пожарной защиты, сигнализации и тушения в соответствии с требованиями СНиП.

Тактические требования к сборно-разборным и контейнерным зданиям БК должны обеспечивать выполнение специальных задач МЧС, МО и др. на стадиях транспортирования, монтажа, эксплуатации и демонтажа.

Технические решения комплексов следует принимать с учетом требований транспортабельности, заданной дальности и легкости переброски элементов (см. рис. 2.4).

5. Тактические требования к быстровозводимым комплексам	5.1. На стадии транспортирования	5.1.1. Авиатранспортабельность
		5.1.2. Дальность переброски
		5.1.3. Быстрота переброски
		5.1.4. Легкость погрузки и разгрузки
	5.2. На стадии монтажа	5.2.1. Монтаж силами специальных бригад
		5.2.2. Монтаж вручную
		5.2.3. Быстрота развертывания
		5.2.4. Монтаж малой бригадой
	5.3. На стадии демонтажа	5.3.1. Демонтаж силами специальных бригад
		5.3.2. Демонтаж вручную
		5.3.3. Быстрота демонтажа
		5.3.4. Демонтаж малой бригадой
	5.4. На стадии эксплуатации	5.4.1. Автономность
		5.4.2. Надежность
		5.4.3. Защищенность
		5.4.4. Быстрота трансформации
5.4.5. Легкость эксплуатации		
1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень

Рис. 2.4. Структура комплексного тактического требования, предъявляемого к быстровозводимым комплексам

Конструктивные элементы и узлы соединений в соответствии с назначением здания должны обеспечивать заданные сроки развертывания и свертывания.

вания комплексов силами войск без использования специального кранового оборудования и строительных организаций.

Комплекты поставки зданий БК должны обеспечивать заданную продолжительность автономности эксплуатации, степень надежности, уровень защищенности, легкость эксплуатации подсистем и быстроту трансформации при изменении внешних воздействующих факторов среды в мирное и военное время.

Система тактико-технических характеристик быстровозводимых комплексов отражается через систему их показателей качества.

Номенклатура показателей качества быстровозводимых зданий, сооружений и комплексов представляет собой взаимосвязанную систему показателей, характеризующих качество их тактико-технических характеристик.

Нормы, требования и методы оценки и контроля приведенных показателей качества устанавливаются соответствующими стандартами, техническими условиями и другими нормативно-техническими документами на быстровозводимые здания, сооружения и их качество.

Для отдельных типов быстровозводимых зданий и сооружений, а также при проведении научных исследований могут дополнительно применяться другие показатели качества.

Номенклатура показателей качества материалов и комплектующих изделий, применяемых для изготовления быстровозводимых зданий и сооружений, содержится в соответствующих стандартах на эти материалы и изделия и в настоящей номенклатуре не указывается.

Основные термины, используемые в номенклатуре, их определения и методы оценки показателей качества приведены в предыдущих разделах, в ГОСТах [38–45], в СНиП и ВСН.

2.3.2. Моделирование информационных и производственных потенциалов развития быстровозводимых комплексов

Научно-технический прогресс в области развития БК характеризуется системой показателей, в которой можно выделить внешние и внутренние показатели. К внутренним показателям можно отнести научные и производственные потенциалы самих систем, а к внешним – выходные показатели объемов производства, структуры распределения БК по видам и организациям и т. д. В исследуемых процессах представляется целесообразным использование понятия *потенциал*, который является зависимой величиной от многих факторов, включая и время. При этом, как в механике потенциальная энергия твердого тела может переходить в кинетическую энергию, так и в процессах совершенствования БК потенциалы информационные могут превращаться в реальные производственные потенциалы – конкретно существующие здания, сооружения и комплексы.

Моделируя процессы развития БК, необходимо отметить, что процессы перехода от технических идей к их воплощению отображаются в форме детерминированного передаточного механизма, достаточно сложного по своей

природе и являющегося результатом совокупного проявления не только технических, военных и технологических факторов, но и социальных и экономических тенденций. Трансформация идеи в реальный объект происходит во времени, следовательно, задачу об измерении изменяемого потенциала необходимо рассматривать как временную. При этом наиболее сложной проблемой представляется количественное определение трудно формализуемых показателей информационных и производственных потенциалов с целью их практического применения для прогнозных оценок в будущем [33].

С учетом специфики объекта исследований и требований вариантного рассмотрения путей развития БК необходимо исследовать три основных варианта:

- 1) вариант развития БК на основе внедрения новой техники и технологии;
- 2) вариант развития БК на основе использования существующей техники и технологии;
- 3) вариант развития БК при внедрении новой техники и технологии и использовании существующих мощностей (комбинационный, промежуточный вариант между первыми двумя вариантами).

Рассматривая физическую картину моделирования информационных потенциалов, необходимо отметить, что впервые это понятие – *научно-технический потенциал* – появилось в работах американского ученого Д. Прайса, которое выражалось числом публикаций, относящихся к конкретному разделу науки и техники. В дальнейшем в это понятие стали включаться такие показатели, как количественный состав ученых, объемы финансирования научных исследований, мощность патентного потока с учетом отказных заявок и другие показатели.

Следует отметить, что показатели обычно выражаются числом публикаций или официально заявленных документов, фиксируемых по годам и по функционально однородным направлениям, при этом количественное выражение потока отображается в виде зависимости, аппроксимирующей статистическую информацию. В качестве аппроксимирующих функций можно принимать элементарные степенные, экспоненциальные, логарифмические, полиномиальные и другие функции, удовлетворяющие известному критерию Фишера.

Глава 3. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ КОМПЛЕКСОВ В БУДУЩЕМ

3.1. Метод прогнозирования

3.1.1. Научно-технические основы прогнозирования

Опираясь на результаты полученных исследований по разработке научно-технических основ развития быстровозводимых комплексов, а также следуя логике принятого алгоритма, необходимо выполнить следующие задачи.

1. Обосновать методы прогнозирования развития быстровозводимых комплексов, учитывая полученные теоретические и практические выводы и специфические особенности объекта изучения в предыдущих главах.

2. Разработать адекватные модели прогнозирования развития быстровозводимых комплексов в будущем, рассматривая их как управляемые сложные технические системы с устойчивой функциональной и организационной структурой.

3. Определить методы верификации (проверки) прогноза развития быстровозводимых комплексов применительно к конкретным БК в РФ и за рубежом.

4. Обосновать процедуру построения собственно прогноза развития быстровозводимых комплексов.

Конечным интегральным результатом исследований является обоснование теоретической базы для практического осуществления процедуры построения прогнозных оценок быстровозводимых комплексов в будущем.

Научно-техническое прогнозирование – это система обоснованных научных предсказаний о направлениях развития в будущем состояния БК. Разработка прогноза заключается в том, чтобы определенными методами и с помощью специального инструментария теорий квалиметрии и количественных оценок целенаправленно обработать имеющуюся на данный момент времени информацию о состоянии БК, о закономерностях их изменения, конкретных усло-

виях их функционирования и получить в результате вероятностное представление о направлениях их развития в будущем.

Опираясь на результаты исследований в первой и второй главах, необходимо отметить сложность и многозначность интегрального понятия «*развитие БК*». Процесс развития является более сложным, чем простое изменение или совокупность изменений. Для него характерны изменения накапливающиеся, необратимые. При этом необходимо опираться на философскую концепцию категории развития. Особенно это актуально в настоящее время в связи со стремительно нарастающими переменами и сложными тенденциями в жизни мировой цивилизации, в экономике России, структуре МЧС, силовых министерств и строительном комплексе страны.

Изменения БК универсальны и характеризуют их любые явления и состояния, в то время как развитие – это особый тип изменений. Различные изменения в БК происходят постоянно и могут быть зафиксированы в любое время. При этом можно отметить хотя бы минимальные изменения определенных свойств БК в сколь угодно малом временном интервале. В то же время цепочка изменений некоторого качества выявляется только в достаточно большой промежуток времени, что позволяет, суммируя элементарные изменения, получить целостную, комплексную картину черт, отличающих БК в данный момент времени по сравнению со свойствами, зафиксированными в более ранний момент.

Однако выявление собственно факторов совершающихся в БК изменений еще не позволяет сделать заключение об их характере и тенденциозности, так как изменения могут носить количественный характер, а развитие предполагает рождение нового, качественного характера. При этом необходимо учитывать, что не все качественные изменения БК равнозначны их развитию.

Понятие «развитие БК» выделяет из общей массы изменений такие, которые непосредственно связаны с обновлением системы, с ее внутренним структурным и функциональным изменением, превращением в новую техническую систему. Это связано не с разовыми, а с нарастающими, развернутыми во времени поступательными качественными трансформациями системы, которые требуют, как правило, довольно больших периодов времени, позволяющих судить о тенденциях и направленности изменений. Объективно существующий кумулятивный характер накопления новообразований в процессах развития БК необратимо уводит систему от первоначального исходного состояния в последующие, в том числе конечные, состояния, которые всегда качественно отличаются от исходных. В процессе развития БК последовательно сменяют друг друга фазы, ступени процесса и закономерно изменяется уровень организованности технической системы.

Следует подчеркнуть особо, что в процессе развития БК возможны случаи как *дивергенции*, расщепления единого развивающегося процесса на несколько направлений, так и *конвергенции* – слияния, синтеза различных линий развития в единый процесс. Возможны и другие, еще более сложные процессы.

В процессах развития БК многообразно и сложно проявляет себя противоречивый характер изменений. Наиболее общими, противоположными по сво-

им характеристикам и направленности и вместе с тем неотделимыми друг от друга, диалектически связанными тенденциями развития являются прогресс и регресс, а также революционная и эволюционная формы развития.

Под *прогрессом в развитии БК* понимают тип развития технических систем, для которого характерен переход из низших, менее совершенных форм к более высоким и совершенным. На языке современного системного анализа и синтеза повышение уровня организации системы предполагает такую дифференциацию и интеграцию подсистем, элементов и связей системы, которая повышает степень ее целостности, ее приспособленность к среде, функциональную эффективность, структурную, функциональную и генетическую мобильность и обеспечивает тем самым высокий потенциал последующего развития.

Общей задачей прогнозирования, учитывая сложные процессы развития, является определение основных направлений развития БК и сроков его осуществления. Как научное исследование процесс прогнозирования развития БК носит преимущественно прикладной характер и направлен на получение количественных и качественных оценок перспектив развития БК для экономики страны с целью использования этих оценок в планировании корпоративных и государственных органов управления. При этом прогнозирование рассматривается в качестве одного из способов познания возможного развития в прогнозируемом периоде.

Базой научно-технического прогнозирования являются знание вскрытых закономерностей развития БК, теоретические основы развития и создания новых мобильных систем, тенденции социально-экономического, военного и научно-технического прогресса общества. При этом на достоверность разрабатываемых прогнозов существенное влияние оказывает прогнозистика как научная дисциплина, изучающая закономерности и способы построения прогнозов развития объектов и процессов в любой области знаний. Подчеркнем, что именно прогнозирование является первоначальной научно-аналитической стадией процессов экономического планирования, исследовательской основой для подготовки плановых решений.

К основополагающим функциям научно-технического прогнозирования относятся:

- научный анализ процесса развития БК, обусловленного причинно-следственной связью социально-экономических явлений в конкретно-исторических условиях;
- оценка сложившейся ситуации и выявление главных проблем дальнейшего совершенствования подсистем и элементов системы;
- оценка действий тенденций развития БК в будущем в вероятностном аспекте;
- выявление возможных альтернатив в развитии в перспективе новых технических систем;
- накопление и обобщение научного материала для всестороннего обоснования выбора оптимального направления развития систем;

- обоснование предполагаемых рациональных плановых решений, обеспечивающих активное воздействие на дальнейшее эволюционное и революционное развитие потребительских качеств систем;

- предупреждение возможных регрессионных периодов развития систем с обоснованием направлений альтернативного управленческого воздействия на объекты в процессе их функционирования.

Рассмотрим наиболее эффективные методы прогнозирования БК более подробно.

В зависимости от направления, в котором ведется прогнозирование, принято выделять два основных методологических подхода к построению прогнозных оценок – поисковый и нормативный.

При *поисковом подходе* прогнозируют будущие результаты развития, исходя из выявленных тенденций и базируясь на современных представлениях о возможностях развития объекта в перспективе.

В отличие от поискового, *нормативный подход* характеризуется как метод отыскания рациональных путей воздействия на те или иные условия развития объекта для достижения заранее поставленных целей. В этом случае прогнозное исследование ведется в обратном направлении, от будущего к настоящему, исходя из желаемых результатов развития, прогнозируются средства их достижения.

Исследования авторов показывают, что при использовании поискового и нормативного прогнозов нельзя упускать из виду их диалектическое единство, при котором в каждом из двух подходов прогнозирования присутствуют элементы и предпосылки другого.

Залогом того, что прогноз станет надежной основой активного вмешательства в ход развития объекта, может стать гармонический синтез нормативного и поискового прогноза.

В зависимости от характера объекта и целей прогнозирования различают следующие четыре вида прогноза: краткосрочное, среднесрочное, долгосрочное и сверхдолгосрочное. Краткосрочное прогнозирование обеспечивается в основном информацией об опытно-конструкторских разработках, среднесрочное – патентами, долгосрочное – информацией общего вида и патентами, сверхдолгосрочное – информацией всех видов, находящейся в обращении, включая данные экспертов и секретные сведения. Особенности данных прогнозов определяют инерция и сложившиеся тенденции развития прогнозных явлений.

При сравнительно ограниченных периодах времени влияние этих факторов особенно велико, что и превращает их в определяющий элемент прогнозирования при данных условиях. Удлинение периода прогнозирования приводит к уменьшению влияния этих факторов при одновременном повышении роли других внешних и внутренних факторов, связанных с изменениями условий развития прогнозируемых процессов.

Продолжительность периода прогнозирования для краткосрочного прогноза составляет до 5 лет, для среднесрочного – 6–15 лет, для долгосрочного – 16–25 лет, для сверхдолгосрочного – более 25 лет.

Важной методологической особенностью долгосрочного прогнозирования развития БК является его проблемно-целевой характер, определяющий ориентацию на развитие технических систем на длительную перспективу. При этом на первое место выдвигаются коренные и перспективные проблемы совершенствования систем в отличие от средне- и особенно краткосрочного прогноза, учитывающих в основном текущие возможности применения существующих научных и производственных потенциалов. Эти особенности определяются базовыми направлениями развития мировой экономики, экономики России и научно-технического прогресса. Выяснение данных направлений определяется путем конкретного анализа наиболее общей связи и зависимости между показателями развития БК и сводными показателями развития соответствующих отраслей и ведомств.

Так, например, исследование пятилетних и ежегодных «Сводных планов технического развития министерств» позволяет оценить в динамике темпы изменения капитальных вложений, объемов строительно-монтажных работ, численности работающих, объемов производства мобильных зданий и другие сводные параметры. Анализ перспективных научных и организационных планов по разделам НИР, ОКР и проектных работ в ОАО ХК «Главстройпром» способствует выявлению динамики темпов быстровозводимого строительства, использования зарубежных контейнерных зданий, создания экспериментальных образцов пневматических объектов и других обобщенных в масштабе отрасли показателей.

Необходимо отметить также, что методы прогнозирования подразделяются по степени разработанности: на конкретные рекомендации, концепции развития и общие предложения. Конкретные рекомендации разрабатываются с целью включения их в перспективные планы, концепции развития – для обоснования ориентировочных программ, а общие предложения – для проведения дальнейших исследований в конкретных направлениях.

В зависимости от способа предвидения будущего прогнозы могут быть подразделены на пассивные и активные.

Пассивные прогнозы предполагают подход к будущему с точки зрения продолжающегося развития в предшествующем периоде с сохранением его базовых закономерностей и тенденций и при этом автоматически переносят существующие или действующие в прошлом тенденции на будущее. В итоге пассивные прогнозы показывают, к каким состояниям может прийти объект или процесс, развиваясь по инерционным принципам.

В отличие от пассивного, *активный прогноз*, исходя из новых целей развития, учитывает возможные изменения прошлых и настоящих тенденций, принимая во внимание такие важные факторы, как динамику потребления, перераспределение ресурсов, появление новых возможностей развития, применение оригинальных источников энергии и другие весомые показатели. Поэтому активный прогноз учитывает возможности активного вмешательства в процессы создания новых технических систем БК.

В зависимости от временного интервала прогнозы могут классифицироваться на точечные и интервальные.

Точечные прогнозы разрабатываются для определенной даты, а *интервальные* рассчитаны на определенный период.

К другому важному методологическому вопросу разработки прогнозов развития БК относится согласование между собой процессов перспективно-го развития различных типов, видов и систем БК. В связи с этим можно выделить два направления, соответствующих двум классам прогнозов с учетом тенденций развития – инерционное и оптимизационное.

Инерционное согласование базируется на предположении в прогнозном периоде сложившихся тенденций развития и в качестве основного инструмента исследований использует регрессионные модели, которые позволяют количественно оценить тенденции и закономерности базового периода.

Оптимизационное согласование исходит из возможностей изменения условий функционирования и развития БК в прогнозном периоде на основе не только эволюционных, но и революционных форм развития. Это позволяет учитывать прогресс, регресс и сдвиги в отраслевой структуре производства и распределения БК, а также коренные изменения самих организационных структур. Инструментами исследований в этом случае являются оптимизационные динамические модели, балансовые динамические модели и другие методы системного синтеза и анализа с применением развитого аппарата математической статистики и теории вероятности.

Учитывая ряд системных требований, прогнозирование развития БК должно отвечать совокупности следующих *требований*:

- 1) всестороннее научное обоснование прогнозируемой проблемы с позиций не только БК, но и экономики РФ в целом;
- 2) определение в прогнозе наиболее существенных тенденций научно-технического, военного, экономического и социального развития по исследуемой проблеме;
- 3) количественная формализованная оценка определенных тенденций с целью их аналитического изучения;
- 4) надежность, своевременность и доступность информации, на базе которой разрабатывается прогноз;
- 5) всестороннее обоснование ожидаемого технического уровня развития БК в прогнозируемом периоде;
- 6) ориентированные сроки осуществления прогноза;
- 7) описание и обоснование прогнозных альтернатив, выводов и обобщающих оценок.

Для того чтобы отвечать совокупности данных требований, прогноз должен начинаться определенным принципом как наиболее общим правилам и нормам, отобраным и обработанным на практике прогнозирования. Эти принципы вытекают из диалектического метода познания и его универсальных принципов.

Учитывая результаты прогностических оценок, принципы прогнозирования развития БК можно условно в целом подразделить на три группы: принципы самой прогностики, принципы технического прогнозирования и принципы прогнозирования непосредственно БК.

Следовательно, с одной стороны, БК развиваются со свойственными им закономерностями, определяющимися уровнем развития производственной базы, общественного разделения труда, техники, технологии и научно-технического прогресса. С другой стороны, развитие БК непосредственно связано с закономерностями развития отечественной экономики с учетом общегосударственных целей и задач. Связующим звеном между БК и субъектами РФ, муниципальными образованиями, силовыми министерствами и корпорациями являются размеры потребностей и объемы выпуска быстровозводимых сооружений, которые исследованы ранее при оценке объекта познания как управляемой технической системы.

3.1.2. Методы прогнозирования развития быстровозводимых комплексов

Учитывая результаты проведенных исследований в области выявления функций и принципов прогнозирования, рассмотрим более подробно существующие методы построения прогнозов и развитие общесистемной классификации методов прогнозирования.

В соответствии с принятыми терминами под методом прогнозирования понимают совокупность приемов и способов мышления, позволяющих на основе анализа ретроспективных данных, экзогенных (внешних) и эндогенных (внутренних) связей объекта прогнозирования, а также их измерений в рамках рассматриваемого явления или процесса вывести суждение определенной достоверности относительно будущего развития.

Как показывают исследования, в настоящее время насчитывается свыше 150 различных методов прогнозирования. При этом число базовых, фундаментальных прогностических методов, которые в различных вариантах повторяются в других методах, значительно меньше. Наличие большого числа методов прогнозирования требует для своего упорядочения определенной классификации.

Следует отметить два важных фактора. Во-первых, содержащаяся в классификации систематизация методов прогнозирования должна быть не абстрактной, а определенной спецификой самого объекта прогнозирования, то есть БК. Во-вторых, принципиально важную роль в разработке прогноза БК играет правильный выбор метода прогнозирования, который выступает причиной достижения достоверных оценок о будущем [33, 193–195].

Учитывая результаты, полученные в исследованиях д-ра техн. наук, профессора Гончарова В. И., д-ра ист. наук, профессора Бестужева-Лады И. В., д-ра техн. наук, профессора Гмошинского В. Г., д-ра экон. наук., д-ра филос. наук Субетто А. И. и американского прогностика Э. Янча, представляется целесообразным рассмотреть следующую авторскую классификацию методов прогнозирования.

Все методы прогнозирования по степени формализации делятся на *интуитивные* (экспертные) и *формализованные* (фактографические).

Интуитивные методы применяются тогда, когда объект прогнозирования настолько сложен, что аналитически учесть влияние многообразных факторов не представляется возможным. В этом случае используются оценки экспертов, которые могут быть получены с помощью двух методов – индивидуальных и коллективных оценок.

В состав индивидуальных экспертных методов входят следующие четыре метода, различающиеся по способу получения прогнозной информации:

- а) метод интервью, при котором осуществляется непосредственный контакт эксперта со специалистом по схеме «вопрос–ответ»;
- б) аналитический метод, требующий логического анализа и синтеза прогнозируемой ситуации;
- в) метод построения сценариев, который основан на определении логики процесса во времени при различных условиях;
- г) метод виртуальных игр, при котором осуществляется игровое рассмотрение процессов будущего с помощью моделирования ситуации в системе компьютер–человек.

К методам коллективных экспертных оценок относятся:

- а) модели-игры;
- б) метод коллективной генерации идей;
- в) метод «Дельфы»;
- г) метод мозговой атаки.

Достоинства каждой группы методов заключаются в том, что при коллективном мышлении повышается точность и возникает возможность появления новых продуктивных идей при обработке независимых индивидуальных оценок.

Класс *формализованных методов* в зависимости от общих принципов построения прогнозов подразделяется на четыре группы методов: экстраполяционные, системные, ассоциативные и методы опережающей информации.

Методы экстраполяции включают в себя:

- 1) метод наименьших квадратов (МНК);
- 2) метод вероятностного моделирования;
- 3) метод адаптивного сглаживания;
- 4) метод экспоненциального сглаживания;
- 5) метод скользящих средних.

Группу системных методов составляют методы:

- 1) морфологического анализа;
- 2) сетевой метод;
- 3) метод функциональных моделей;
- 4) матричный метод;
- 5) метод деревьев целей.

Ассоциативные методы разделяются на методы исторически-логического анализа и имитационного моделирования.

К группе методов опережающей информации относятся патентные методы, методы анализа потоков информации по общетехническим источникам и методы оценки значимости изобретений.

Следует подчеркнуть, что сложность современных технических систем БК обуславливает особое место в классификации методов прогнозирования специальных, *комбинированных методов*, которые сочетают в себе достоинства различных методов. Это могут быть, например, коллективные экспертные оценки совместно с методом вероятностного моделирования или метод построения сценариев с имитационным моделированием. При прогнозировании развития БК целесообразно использовать общие для научно-технического прогнозирования методы в целом в сочетании с теми методами, преимущества которых позволяют наиболее точно и достоверно построить прогноз с учетом специфики БК.

Здесь уместно отметить, что в современной теории и практике разработки прогнозов применительно к инженерным объектам широкое использование с достаточно корректными и точными результатами находят методы так называемого *инженерного прогнозирования*.

Как следует из анализа классификации, инженерное прогнозирование состоит из двух основных разделов: программного и собственно инженерного прогнозирования.

Программное прогнозирование представляет собой составление временных рядов показателей, а собственно инженерное прогнозирование связано с изучением отдельных объектов на базе исследования различных источников информации – патентов, проектно-конструкторской документации, проектно-сметной документации, общей информации из диссертаций, журналов, книг и газет. Как правило, объектами программного прогнозирования являются виды технологий различных процессов и производств, например производства комплектов сборно-разборных общежитий системы «Модуль» или возведения контейнерного вахтового поселка для строительной организации.

К объектам собственно инженерного прогнозирования относятся перспективные строительные конструкции, строительные материалы, узлы и системы различных технических средств.

При этом необходимо подчеркнуть, что, как показали исследования существующих методов прогнозирования, в настоящее время нет единого универсального метода, который можно было бы непосредственно использовать для такой сложной технической системы, как быстровозводимые комплексы. Вместе с тем в отдельных методах прогнозирования имеются достаточно адекватные и формализованные алгоритмы. Поэтому главным принципом разработки метода прогнозирования развития БК является не исключение основных методов прогнозирования, а комплексное включение в инженерное прогнозирование уже известных целесообразных разработок и использование синтетического, комплексного метода прогнозирования.

Основу метода инженерного прогнозирования БК составляет анализ уровней, потенциалов и операторов, на основе которых рассчитываются показатели прогнозирования для программного прогнозирования и так называемые специальные генеральные определительные таблицы для оценки прогнозной значимости объектов строительства при собственно инженерном прогнозировании.

вании. Напомним, что научно-технические основы развития БК на базе сопоставления информационных и производственных потенциалов рассмотрены ранее – во второй главе работы.

Существующие и апробированные методы прогнозирования позволяют обосновать комплексный метод прогнозирования, который учитывает специфические особенности объекта исследований – быстровозводимых зданий, сооружений и комплексов для оперативного обустройства спецконтингента и населения.

Как было показано в проведенных исследованиях, в конце разработки прогноза производится специальная процедура, получившая название *верификации*. Сущность верификации составляет оценка достоверности, точности и обоснованности прогнозных оценок. Другими словами, верификация базируется на совокупности критериев, способов и процедур, позволяющих на основе многостороннего анализа оценить качество полученного прогноза.

Известны следующие методы верификации: прямая, косвенная, инверсная, повторным опросом, оппонированием и ряд других [49, 210, 218]. Данные методы направлены в большей степени на оценку методов прогнозирования, с использованием которых был получен прогноз, чем на оценку самого качества прогнозного результата. Однако до настоящего времени даже оценка самих методов верификации еще не нашла своего полного решения, так как качество работоспособности метода можно оценить не абстрактно, а только применительно к качеству используемой информации. Что же касается оценки достоверности и надежности самого прогноза, то совпадения прогнозных результатов, полученных различными методами и из различных информационных источников, еще не свидетельствуют о качестве прогноза, так как оно зависит от того, какое решение было принято на основе разработанного прогноза в действительности.

Детальное рассмотрение существа прогнозирования показывает, что ему присуща значительная степень неопределенности, которую необходимо измерить, прежде чем принять управляющее решение. Поэтому, разрабатывая прогнозы, специалисты стремятся свести к минимуму возможные отклонения прогнозных оценок от реальных параметров процессов и объектов.

Как показали исследования, существующие в настоящее время методы верификации в большинстве используют статистические процедуры, сводящиеся к оценке доверительных интервалов для рассматриваемых прогнозных значений. При этом предполагается учет только двух видов ошибок: ошибки исходной информации и описания объекта и ошибки непосредственно самого метода прогнозирования.

Ошибки первого рода являются основными при получении прогнозных результатов и достаточно легко могут быть формализованы и рассчитаны статистическими методами. Ошибки второго рода обусловлены наличием тесного взаимодействия между информацией и методом. Поэтому при проведении проверки прогнозных расчетов необходимо оценить и определить рациональное соотношение между исходной информацией и использованным для полу-

чения прогноза методом. Научно-технического обоснования подобных операций в настоящее время не существует, и в этом заключается одна из проблем проверки качества прогноза.

Отсутствие общепринятого комплексного обобщающего критерия и соответствующего ему метода описания качества прогноза связано со следующими особенностями исследования будущего:

- а) необходимостью учета субъективного фактора;
- б) необходимостью учета фактора неопределенности описания объекта;
- в) необходимостью получения качественных и количественных оценок надежности и достоверности прогнозных показателей, обусловленных диалектическим единством количественных и качественных характеристик объекта прогнозирования;
- г) необходимостью различия категорий надежности метода и надежности прогнозных величин, связанных с тем, что при верификации оценивается не абстрактный метод и отвлеченный результат, а синтетический результат применения конкретного метода к конкретному объекту – БК.

Таким образом, можно сделать обобщающий вывод относительно того, что процедура верификации прогноза означает объединение прогнозного качества на базе многостороннего анализа его окончательных результатов. Комплексный показатель качества прогноза может быть выполнен в зависимости от индивидуальных показателей качества всех основных действующих факторов и их весомости в интегральном качестве прогноза.

Как следует из результатов анализа теоретических и практических разработок, целесообразно выделение следующих трех показателей для определения качества прогноза: точности, надежности и ценности.

Точность прогноза определяется величиной интервала, в пределах которого находятся прогнозные параметры. *Надежность* прогноза характеризуется вероятностью, с которой прогнозные параметры могут оказаться в предсказываемом с точностью интервале. *Ценность* прогноза определяется эффективностью и обусловленностью управленческих решений, принимаемых на основе результатов прогноза. Следовательно, при использовании одной и той же прогнозной модели повышение точности прогноза уменьшает его надежность, а ценность прогноза, наоборот, как правило, повышается с увеличением его точности.

Необходимо отметить, что на качество прогноза оказывают существенное влияние ошибки различного рода. Так, статистические ошибки определяют отклонение прогнозируемых показателей от их фактических значений, а динамические ошибки характеризуют искажения в траектории развития объекта. При этом обычно статистические ошибки снижают точность и надежность прогноза, но в меньшей степени влияют на его ценность. Важно подчеркнуть, что ценность прогноза снижается, если в его основе лежат неверные предположения о динамических соотношениях моделируемых параметров.

Известно, что в классических задачах расчета моделей с помощью методов математической статистики применяются три основных показателя ошибки,

равные 0,001; 0,01 и 0,05, что соответствует точности 99,9; 99 и 95 %. Однако для задач прогнозирования – это очень жесткие ограничения, поэтому, учитывая рекомендацию [33] для инженерного прогнозирования, часто используют принятое в качестве стандарта значение, равное 0,2, что соответствует точности прогноза в 80 %. Заметим, что, согласно исследованиям английского ученого О. Лили [33], средний уровень реальности прогнозов в XX веке составляет примерно 80 %, что подтверждает практикой теоретическую обоснованность принимаемой точности.

Таким образом, обоснованы методы прогнозирования развития быстро-возводимых комплексов в будущем.

3.2. Комбинированный метод инженерного прогнозирования развития быстро-возводимых комплексов по патентным источникам

Прежде всего, отметим, что патентные источники характеризуются рядом существенных признаков, выгодно отличающих их от всех других видов современной научной информации: новизной и опережающим характером патентной литературы, достоверностью новизны всех патентуемых технологических решений, обеспеченной высоким уровнем государственной патентной экспертизы за рубежом и Роспатента, существенностью отличительных признаков каждого патентуемого решения, международным широкомасштабным характером патентных массивов, отсутствием дублирующих идей, строгой концентрированностью решений, межведомственным характером общих массивов с регистрацией не только открытых, но и секретных изобретений, а также идей с грифом «для служебного пользования».

Как показывают исследования, именно авторские свидетельства и патенты необходимо рассматривать в качестве потенциальных носителей технического прогресса в области БК.

3.2.1. Методы формализации патентной информации

Инженерное прогнозирование по патентным источникам начинается с процессов формализации патентной информации с помощью специально разработанных методов, которые состоят из следующих трех основных этапов:

- 1) составление перечня характеристик, целей и параметров прогнозирования с определением их весомостей;
- 2) разработки совокупности генеральных определительных таблиц;
- 3) составления единой генеральной определительной таблицы.

На первом этапе формируется перечень характеристик, целей и параметров прогнозирования, которые имеют разные весомости в общей проблеме разработки прогноза.

Данная проблема решается двумя путями: математическим моделированием с нормированием весов или проведением экспертных опросов.

Экспертный опрос может проводиться по двум вариантам:

- только для определения качественного, порядкового ранжирования характеристик, целей и параметров;
- для определения весомостей прямым способом, без последующей статистической обработки оценок.

Зависимость точности прогнозирования с учетом специфики БК может иметь показатели, приведенные в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Зависимость точности прогнозирования от числа характеристик быстроавтоматизируемых комплексов

№ п/п	Точность прогнозирования	Число характеристик
1	0,3–0,2	5–6
2	0,2–0,1	6–7
3	0,1–0,05	7–8
4	0,05–0,02	Не более 10

Из данных табл. 3.1 следует, что применять более десяти характеристик не имеет смысла, поскольку их вес становится настолько незначительным, что учесть данные характеристики в практическом прогнозировании нереально.

Подчеркнем важность полученного методологического вывода с точки зрения того, что в качестве характеристики прогнозирования целесообразно использовать не только технико-экономические показатели БК, но и количество целей прогнозирования, количество объектов прогноза и другие важные параметры.

Следует также отметить, что общность граничных условий позволяет воспользоваться принципом суперпозиции, то есть наложением весомостей характеристик на конкретную ранжированную последовательность, выявленную прогнозистом. При этом окончательно решается вопрос о нормировании весомостей средствами математического моделирования с использованием качественного, порядкового ранжирования, выполненного экспертами.

Следующим, вторым этапом является разработка так называемых *«генеральных определительных таблиц»*.

Согласно существующей терминологии [33], генеральная определительная таблица представляет собою обобщенный нормированный тезаурус, дескриптор, состоящий из характеристик и позиций, отражающих в совокупности требования на новые объекты техники и процессы. Таблицы могут составляться на двух уровнях:

- для каждого конкретного вида строительной конструкции БК;
- для совокупности БК в масштабах отрасли.

Прежде всего необходимо отметить, что таблицы можно представить в виде квадратной матрицы, координаты которой отображают оценки источников информации в виде баллов и вероятности достижения цели.

Окончательная оценка jОК источника информации, скорректированная по весомости характеристики, получается в результате умножения базисного значения оценок на функцию, нормирующую весомость характеристик, то есть прогнозирования по патентам.

Необходимо отметить, что основа прогнозирования по патентным источникам заключается в выполнении следующих трех последовательных этапов: составления генеральной определительной таблицы с учетом специфических показателей качества БК, сопоставления с ней характеристик патента, выявления на этой основе обобщенного критерия оценки показателя качества каждого изобретения в области БК.

Как известно, патенты выдаются на изобретения, которые, как правило, еще не реализованы на практике, и формула изобретения несет существенную информационную нагрузку, опережающую во времени все другие источники информации. Это позволяет объективно рассматривать их как потенциальные носители технического прогресса, однако известно также, что патенты в области БК весьма неравномерны по своему составу и внутреннему содержанию.

Наряду с пионерными изобретениями, имеющими уровень открытий и в ряде случаев определяющих техническую политику на продолжительный период в разделе техники и даже в строительной отрасли, в патентные реестры вносятся также и малозначительные изобретения, не представляющие существенного значения для технического прогресса. В дополнение к этому можно отметить, что детальное рассмотрение существа подробного описания большого массива патентов на 1112 изобретений показало наличие многих дезориентирующих документов *провокационного, отпугивающего, бюрократического и досаждающего характера.*

Вследствие этого главной целью анализа формализованной с помощью таблиц патентной информации является проверка технических идей на перспективность, ценность для практического осуществления в будущем. Суть преобразования информации заключается в том, что изобретение сопоставляется с разработанной таблицей и по ключевым словам по каждой характеристике определяется адекватная ей позиция и находится оценка соответствующей информации в виде балла или коэффициента.

Учитывая теоретические разработки и практический опыт использования таблиц в патентных исследованиях, а также рекомендации ряда отечественных и зарубежных прогнозистов, представляется обоснованным принять в качестве критериев оценки показателей качества изобретений в области БК следующие три критерия:

- коэффициент полноты изобретения;
- приведенное число патентов;
- обобщенный коэффициент полноты изобретений.

Рассмотрим теперь важный вопрос об определении расчетного периода прогнозирования внедрения изобретения.

Как следует из результатов анализа методологии прогнозирования, в настоящее время существует два способа определения расчетного периода прогнозирования, один из которых основан на опросе экспертов, а второй – на математической модели. Интересно отметить тот факт, что анализ 45 крупных изобретений, сделанных между 1711 и 2003 годами, показывает среднеарифметический интервал в 12,5 лет между самим изобретением и коммерческим успехом от его внедрения при достаточно большом стандартном отклонении в 15,3 года. В то же время, как акцентируется в работах отечественных и зарубежных прогнозистов, для отдельных объектов время реализации изобретений варьируется в пределах от 3 до 24 лет.

В соответствии с методикой экспертного опроса результаты экспертизы отражаются в виде вариационных рядов или гистограмм, в которых принимаемый период прогнозирования соответствует медиане вариационного ряда. Процедура критериальной оценки патентов состоит из следующих трех операций:

- составления генеральной определительной таблицы;
- расчета коэффициента полноты изобретения каждого патента;
- определения расчетного периода прогнозирования.

В результате данных операций получается банк данных относительно показателей качества технических идей БК.

Следуя принятой логике изложения, перейдем теперь к обоснованию методики группового анализа совокупности патентов.

3.2.2. Методика группового анализа патентов

На основании результатов теоретических исследований процессов разработки методов и моделей прогнозирования развития быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства спецконтингента и населения можно сделать следующие выводы.

1. Методология прогнозирования развития быстровозводимых комплексов представляет собой систему принципов, методов и моделей организации и построения прогнозов развития изучаемых объектов исследования. Она строится на основе познания физической сущности и закономерностей развития быстровозводимых комплексов и инструментария прогнозистики. Выделяют два основных методологических подхода к прогнозированию: поисковый и нормативный, на диалектическом единстве которых и базируется методология прогнозирования развития БК. Инструментарий прогнозирования обосновывается в тесном взаимодействии с источниками информации о будущем и способах выполнения прогнозных процедур. Задача методологии прогнозирования заключается в выработке системы различных средств и приемов изучения обобщения процессов развития БК.

2. В зависимости от периода прогнозирования различают краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные и сверхдолгосрочные прогнозы, а в зависимости

от степени разработанности – конкретные рекомендации, концепции развития и общее предложение. По способу предвидения будущего методы прогнозирования подразделяются на активные и пассивные, а по временному интервалу – на точечные и интервальные. Разрабатываемая методология прогнозирования должна основываться на учете сложного динамического характера моделей развития системных объектов БК, включающих в себя прогрессивные, регрессивные, эволюционные, революционные и скачкообразные этапы изменения состояний БК во времени. Адекватность методов прогнозирования реальным процессам создания, роста, совершенства и смерти технических систем БК позволяет получать достаточно обоснованные и точные вероятностные оценки относительно будущих тактико-технических показателей воинских объектов. Методы и модели прогнозирования развития БК должны отвечать системе принципов как наиболее общим правилам и нормам, отобранным и отработанным в практике прогнозирования. Система принципов прогнозирования состоит из общих принципов самой науки прогностики, специальных принципов технического прогнозирования и специфических принципов прогнозирования непосредственно быстроовозводимых комплексов. К основополагающим принципам прогнозирования относятся принципы системности, вариантности решения, непрерывности прогноза, комплексного характера развития, адекватности закономерностям развития и эффективности прогноза.

3. Выбор конкретного метода прогнозирования является наиболее сложной проблемой в общем комплексе проблематики анализа и прогнозирования быстроовозводимых объектов. Применение метода зависит от специфики объекта прогнозирования, возможности применения на практике методологических положений, наличия необходимой исходной информации и других факторов. Современные методы классифицируются по следующим признакам: по степени формализованности – формализованные (фактографические) и интуитивные (экспертные); по общим принципам действия – индивидуальные, коллективные, экстраполяционные, системные, ассоциативные и методы опережающей информации; по способу получения прогнозной информации – экспертные и методы моделирования. Сложность объекта прогнозирования – БК – обуславливает необходимость использования особых, комбинированных методов, сочетающих достоинства нескольких различных методов.

4. Разработан метод инженерного прогнозирования развития БК по патентным источникам, который состоит из двух блоков и семнадцати этапов. Первый блок включает в себя восемь подготовительно-обосновывающих процедур по определению целей, степени разработанности, периода прогнозирования, глубины патентных исследований, допустимой относительной ошибки, минимального объема выборки и числа характеристик объекта БК. Второй блок основан на выполнении девяти расчетных этапов по систематизации собранного массива изобретений, разработке специальных генеральных определительных таблиц, оценке единичных и групповых коэффициентов полноты патентов, расчету информационных потенциалов и прогнозных значений и верификации результатов.

5. Впервые применительно к быстровозводимым комплексам предложен алгоритм обобщенной методологии поэтапного прогноза развития на основе информационно-производственно-квалиметрических динамических потенциалов. Алгоритм состоит из следующих четырех этапов: сбора исходных данных, расчета прогнозных информационных потенциалов $\Phi_1(t)$; расчета производственных потенциалов $\Phi_2(t)$ и верификации результатов синтетического прогнозирования. Многовариантное прогнозирование, в отличие от одновариантного, позволяет всесторонне исследовать решаемую проблему и предложить несколько различных путей развития быстровозводимых комплексов при осуществлении разнообразных целей в повышении их технического уровня. Основу вариантного развития составляют альтернативные целевые ориентации, в качестве которых выступают коренные изменения самих технических систем БК, переориентация производственной базы и эксплуатационных подсистем, кардинальные сдвиги в социальных потребностях и экономических возможностях их реализации в РФ.

6. Впервые разработана генеральная определительная таблица для расчета показателей полноты изобретений в области быстровозводимых зданий, сооружений и комплексов. Таблица основана на количественной оценке пяти фундаментальных комплексных характеристик БК: инженерно-техническом уровне, уровне теоретической обоснованности, уровне обеспечения особенностей функционального назначения, уровне обеспечения надежности и уровне обеспечения лицензионно-конъюнктурных требований. Каждая комплексная характеристика имеет пять пороговых значений, формализованных и ранжированных в системе баллов от одного до пяти.

7. Обоснована процедура верификации прогноза с учетом значительной степени неопределенности прогностических оценок, которая заключается в определении основных трех показателей: точности, надежности и ценности. Указанные показатели обосновывают величину интервалов прогнозных параметров, вероятность их осуществления и эффективность управленческих решений, выступая в качестве комплексной оценки качества разрабатываемого прогноза развития БК.

3.3. Прогноз развития сборно-разборных комплексов из плоских и линейных элементов

3.3.1. Пути и методы совершенствования сборно-разборных комплексов

Рассматривая пути и методы совершенствования сборно-разборных БК, необходимо отметить, что их дальнейшая эволюция связана с адаптационными процессами, которые предполагают протекание противоречивых тенденций по приспособлению к возрастающим потребностям населения, с одной стороны, и ограничению объемов потребления материальных, финансовых и энергетических ресурсов, с другой стороны.

В качестве основных путей совершенствования сборно-разборных комплексов прогнозируются следующие направления: расширение области использования в различных видах силовых ведомств, повышение объемов применения при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, увеличение масштабов быстровозводимого общегражданского строительства, повышение технических характеристик специальных систем, улучшение комплексных показателей мобильности на всех стадиях жизненного цикла, расширение параметрического ряда серийно выпускаемых комплексов по функциональному назначению и мощности; использование новых строительных материалов и конструкций, обеспечение специализированных территориальных баз эксплуатации комплексами, создание воинских и гражданских резервов и др.

Для реализации данных направлений прогнозируются следующие восемь целевых установок: сокращение времени ввода объекта в действие, сокращение трудоемкости монтажа и демонтажа, обеспечение строительных работ вручную без использования кранового оборудования, развертывание объектов силами спецконтингента и населения в отсутствие специализированных подрядных организаций, облегчение транспортирования и погрузочно-разгрузочных работ на всех видах транспортных средств, облегчение эксплуатации объектов, обеспечение автономности функционирования подсистем и элементов, живучесть при воздействии чрезвычайных ситуаций.

К наиболее перспективным средствам достижения прогнозируемых целей относятся следующие пять процессов: механизация монтажа и демонтажа, повышение степени заводской готовности, применение встроенного оборудования, уменьшение габаритов и веса отдельных конструктивных элементов, автоматизация процессов развертывания БК в пункте базирования. Однако для каждой из восьми прогнозируемых целей существует специфический вариант приоритетных средств. Так, например, с целью сокращения времени ввода БК в действие в системе наиболее приоритетных пяти средств целесообразно осуществить замену средства уменьшения габаритов и веса элементов (№ 4) на применение сборно-разборных инженерных сетей (№ 12).

Прогностически методологическое значение матрицы заключается в ориентации на приоритетные направления и средства их реализации при совершенствовании сборно-разборных БК.

Прогнозируются следующие новые области применения сборно-разборных БК:

а) *специального назначения* – новый вид общежитий упрощенного типа с размещением личного состава – специалистов-контрактников в отдельных комнатах на 3-4 или 6-8 человек при общем блоке санитарно-бытовых помещений; перспективный вид общежитий с жилыми ячейками из комнат на 3-4 чел. и отдельных блоков умывальной, туалета, душевой, сушилки и тамбура; комплексные здания блок-постов миротворческих сил РФ; временные жилые дома для обустройства выведенных российских войск из-за рубежа; вахтовые базы железнодорожных войск; перебазлируемые строительные организации в ма-

лоосвоенных районах Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока; многофункциональные здания российских военных баз на территории зарубежных государств; пионерные объекты войск МЧС России; ложные опорные пункты театров возможных военных действий; городки внутренних войск в районах локальных вооруженных конфликтов на территории РФ (Чечня, граница с Молдовой, прибалтийскими государствами, Китаем, Японией и др.); временные погранзаставы ФПС; комплексные поселения казачьих и резервных войск планируемой к созданию Федеральной службы национального резерва (ФСНР); унифицированные обезличенные наборы стандартных элементов для восстановления разрушенных объектов в военное время и т. д.;

б) *гражданского назначения* – временное жилье для пострадавшего от стихийных, техногенных и социальных чрезвычайных ситуаций населения; оперативные лагеря для вынужденных переселенцев и мигрантов; ускоренное строительство индивидуальных жилых домов; скоростное развертывание сезонных комплексов для организации массового кратковременного отдыха людей на базах отдыха – в туркемпингах, мотелях и пансионатах; пионерные поселки бригад в нефтегазовой, топливно-энергетической и лесной промышленности; вахтовые базы в линейном транспортном строительстве; сезонно-обитаемые жилища на полевых станах, летниках и зимниках пастбищного животноводства; мобильные пункты рыболовецких и охотничьих промысловых бригад; разборные объекты геолого-разведочных партий и метеорологических экспедиций; временные пункты научно-исследовательских экспедиций по освоению зон пустынь, высокогорий, Крайнего Севера, морских побережий и космоса; большепролетные монтажно-испытательные корпуса (МИК) для создания большеразмерных объектов – космических летательных аппаратов, атомных подводных лодок и т. д.; зальные конструкции защитных покрытий от погодных факторов в торговых улицах, пешеходных зонах, на ярмарках и спортивных мероприятиях и т. д. Важным направлением в прогнозе развития сборно-разборных БК является расширение области использования *новых строительных материалов, прежде всего пластмассовых композитов*. Авиакосмическая, машиностроительная и компьютерная техника практически перестают пользоваться готовыми материалами, а заказывают технологии именно такие изделия, которые по своим технико-экономическим показателям полностью отвечают всем предъявляемым требованиям к новой продукции. На такой же путь должна встать и строительная индустрия БК. При этом важнейшее качество пластмасс – программируемость свойств – позволяет существенно уменьшить вес и стоимость конструкций при увеличении долговечности и прочности по сравнению с традиционными стальными и деревянными элементами. Реализация в будущем данного преимущества превращается в настоятельное требование и необходимое условие прогрессивного развития систем «Модуль», «Сокол» и «СРМ». Эта необходимость вытекает из поступательного характера развития БК, все более определенно становящегося на путь высокоразвитого индустриального производства программируемых строитель-

ных материалов на 160 ДСК, 21 ДОЗе, 35 МЗ и других предприятиях России. С этой целью прогнозируется разработка строгой системы программируемых свойств по всей номенклатуре конструкционных, теплоизоляционных и отделочных материалов с формализованным математическим описанием оптимизируемых параметров.

На первом этапе, в границах краткосрочного прогнозирования до 5 лет, планируется устранение таких серьезных недостатков конструкционных пластмасс, как ползучесть, старение и недостаточно высокий модуль упругости. Это позволит создавать прочные композиты в каркасе панелей сборно-разборных зданий. Перспективным направлением является их промежуточное использование для пропитки древесины, защитных покрытий металлоконструкций и новых видов армирования минеральной ваты и пенопластов в теплоизоляционных слоях наружных ограждающих панелей типа «сэндвич».

На втором этапе, в пределах среднесрочного прогноза до 15 лет, предполагается устранение других недостатков пластмасс – слабой огнестойкости и токсичности. Создание огнестойких и безвредных стеклопластиков позволит снять существующие в настоящее время в СНиПах и ГОСТах многочисленные ограничения по этажности и объемам их использования в общежитиях и жилых домах. Группа конструкционных пластмасс пока не является преобладающей, однако возрастающие потребности отечественной экономики в легких и прочных материалах стимулируют их опережающее по сравнению со сталью и деревом развитие в будущем. При этом важным является аспект экономической эффективности применения пластмасс в БК, который отражает взаимосвязь долговечности полимеров и надежности зданий и сооружений с решением проблем физического и морального износа. Учитывая ориентировочные сроки морального старения современного жилья в 25–30 лет и физическую долговечность железобетонных объектов более 100 лет, значительно менее долговечные полимеры в БК соответствуют рациональному решению проблемы обновления современных и будущих строительных комплексов. Перспективным направлением в этой области является возведение капитальных долговечных несущих гиперструктур будущих сооружений, которые начинены легкими пластмассовыми внутренними ячейками, демонтируемыми и заменяемыми новыми элементами при наступлении через 20–30 лет морального старения.

3.3.2. Практические рекомендации по повышению эффективности применения сборно-разборных комплексов

На основании общих путей и методов совершенствования сборно-разборных БК разработаны практические рекомендации для существующих систем «Модуль», «Сокол», «СРМ» и др., выпускающихся на отечественных предприятиях страны.

Матрица прогноза системы «Модуль» раскрыта в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Практические рекомендации многовариантного активного поискового прогноза развития воинских казарм сборно-разборной системы «Модуль»

Прогнозируемый параметр	2015 г.	Краткосрочный прогноз 2020–2024 г.		Среднесрочный прогноз до 2030 г.	
1	2	3		4	
1. Оптимизационные изменения					
Утеплитель панелей	МФП-3	Минвата URSA		Стекловолокно	
Наружная обшивка	ФСФ	ЦСП	Алюминий	Винил	Пластик
Внутренняя обшивка	ФСФ	ЦСП	ГВП	Вагонка	Пробка
Отделка помещений	Черновая	Окраска	Чистовая	Остекление	Под ключ
Кровля	Рубероид	Сварная	Профнастил	Металлочерепица	
Фундаменты	Ж/б	Стальные		Телескопические	
Каркас перекрытия	Металл-дерево	Алюмо-деревянный		Дерево-пластик	Пластик
Каркас стен	Дерево	Дерево-пластик		Пластик	
Трансфэлементы	–	Складывающиеся		Телескопические	
Стойки, рамы	Сталь	Алюминий		Сплавы	Пластик
Габариты стен, м	2,4×3	1,2×3		0,6×3	
Габариты перекрытия, м	2,4×4,8	1,2×4,8			1,2×2,4
Вес элемента, кг	715	500–600		400–500	300–400
Сети инженерные	–	Быстрособорные			Разборные
Узлы соединений	Шип-гнездо	Замковые			Дублируемые
Универс. помещения, %	–	5–10		10–15	10–15
Новые технологии	–	Энергосбережения			Биоадаптации
2. Результаты изменений					
Заводская готовность, %	87	88–89		90–92	92–93
Трудоемкость, чел.-дн.	200	160–140		140–120	120–100
Огнестойкость	V	V		IV	IV
				IV	III

1	2	3	4		
Срок службы, лет	20	25–30	30–35	35–40	40–50
Этажность	1	2	2	2–3	3–4
Оборачиваемость, раз	10	12	14	16	18
Бригада, чел.	5	4	3	2–3	1–2
Стоимость, у. е./м ²	115	120–130	130–140	140–150	150–200
Назначение	Казарма	Солдатское общежитие		Солдатский жилой дом	

Прогнозируется следующее развитие системы «Модуль» производства 160 ДСК (г. Королев Московской области):

а) *в пределах краткосрочного прогноза до 5 лет* – повышение степени заводской готовности с 87 % до 90–92 % за счет заводской покраски панелей, остекления, устройства чистого пола и разработки новой панели покрытия с наклонной кровлей; включение в комплект поставки сборно-разборных легких телескопических опор-фундаментов под узловые точки опирания несущего остова зданий; замена традиционного утеплителя заливочного мочевиноформальдегидного пенопласта типа МФП–3 на более прогрессивные минераловатные плиты; увеличение толщины теплоизоляционного слоя в соответствии с новыми требованиями СНиП П-3-79* (1995 год); замена в наружной обшивке широкоформатной водостойкой фанеры на цементно-стружечные, пластмассовые, алюминиевые и виниловые плиты; использование во внутренней обшивке гипсокартонных листов и вагонки; переход от дерево-металлического и деревянного каркаса в панелях перекрытий и стен к дерево-пластмассовому остову из клееной древесины с обеспечением его совместной пространственной работы; повышение степени огнестойкости с V до IV;

б) *в пределах среднесрочного прогноза до 15 лет* – повышение степени заводской готовности до 92–94 % за счет комплектации объекта поставки системами технического обеспечения и сборно-разборными внутренними и наружными инженерными сетями; снижение веса наиболее тяжелого конструктивного элемента с 715 кг до 200–250 кг за счет применения полимеров; обеспечение прерывания теплопроводного включения в муфтах панелей перекрытий из стали путем вставки теплоизоляционной прокладки; полный переход на пластмассовый каркас панелей и стекловолокно; замена стальных стоек и рам в производственных объектах на более огнестойкие и легкие алюминиевые, титановые и композиционные сплавы; повышение срока службы сооружений с 20 до 30–40 лет и оборачиваемости с 10 до 15–20 раз; повышение степени огнестойкости с IV до III;

в) *в пределах долгосрочного прогноза до 25 лет* – изменение модульной координации с шага 2,4 до 1,2 и 0,6 м в плане для снижения габаритов и веса

элементов, обеспечивающих их монтаж вручную; использование подсистемы трансформирующихся складывающихся и пневматических конструкций; комплектация запасными частями и инструментом; применение автономных и резервных источников технического обеспечения; реализация новых принципов энергосберегающих, солнечных и экологически чистых технологий; повышение надежности и живучести объектов за счет защитных и дублирующих средств (табл. 3.2).

Так, прогнозируется переход, например, на негорючий утеплитель типа «UPSA M-17» в соответствии с ТУ 5763–002–00287697–97 или аналогичный плитный теплоизолятор с адекватными характеристиками.

Выделенные в табл. 3.2 серым фоном значения прогнозируемых параметров системы «Модуль» соответствуют оптимистическому прогнозу с активным воздействием на развитие ее технических характеристик с 2004 по 2015 год.

Прогнозирование развития быстровозводимой системы «Сокол» производства 21 ДФЗ в г. Сокол Вологодской области в основном совпадает с рядом базовых показателей системы «Модуль» с выделением следующих специфических особенностей: переход на разборный конструктивный тип узлов соединения элементов вместо существующих гвоздевых пластин, разработка унифицированных разборных стоек и рам для вертикальных несущих конструкций, уменьшение высотных габаритов элементов с 3 до 1,5 м для обеспечения монтажа зданий вручную и др.

В отношении сборно-разборных металлических хранилищ системы «СРМ» прогнозируется постепенное прекращение их серийного производства на 345 и 335 МЗ с заменой более прогрессивными системами, в частности рамно-панельной системой «Модуль». Это обосновано несоответствием технико-экономических показателей хранилищ современным российским и ведомственным строительным нормам, правилам и стандартам.

Восприятие зданием знакопеременных динамических нагрузок при воздействии сейсмике осуществляется за счет взаимодействия части наружной бочкообразной поверхности шипа с частью внутренней бочкообразной поверхности муфты. Так, при действии нагрузки, направленной вертикально вверх, в каждом узле соединения несущих элементов возникает компенсирующая ее и направленная в противоположную сторону сила трения. Сила трения возникает за счет плотного прижатия поверхностей муфты и шипов в результате наличия вертикальных прорезей, которые образуют упругие лепестки, стремящиеся после соединения узла при монтаже вернуть себе исходную форму.

3.4. Прогноз развития контейнерных комплексов

3.4.1. Пути и методы совершенствования контейнерных комплексов

В качестве основных путей совершенствования контейнерных комплексов прогнозируются следующие направления: снятие с производства устаревших конструктивных систем «ЦУБ» и «Вагон-домов» производства 21 ДФЗ,

освоение серийного выпуска объемных блоков «нового поколения», оснащение контейнеров унифицированным встроенным технологическим оборудованием и мебелью, разработка системы блокирования контейнеров по горизонтали и вертикали, использование встроенных подсистем трансформирующихся конструкций; повышение комплексных показателей мобильности, функциональной, планировочной, технологической систем технического обеспечения, вооружения, конструктивной, ремонтной систем и др.

Для реализации данных целей прогнозируются следующие основные пять средств их достижения: блочно-модульный принцип построения отдельных контейнеров и их комплексов, типизация заменяемого оборудования, использование дополнительных сборно-разборных плоских элементов, применение специальных складывающихся конструкций, унификация мебели.

Для повышения эффективности прогнозируемых параметров сборно-разборных и контейнерных БК целесообразно совместное комплексное использование двух взаимосвязанных матриц.

Каждой из семи рассматриваемых целей прогноза соответствует специфический вариант набора приоритетных средств. Так, например, с целью обеспечения планировочной мобильности БК перспективно использовать дополнительные сборно-разборные плоские элементы, складывающиеся конструкции, пневматические подсистемы, кассетные элементы и тентовые сооружения.

Прогнозируются следующие новые области применения контейнерных БК: комплектно-блочные сооружения котельных, электростанций, очистных, насосных, канализационных, опреснительных и обеззараживающих установок; передвижные уборные и биотуалеты; бани и душевые; самоходные пункты управления; госпитали; растворо-бетонные заводы; мобильные ремонтные мастерские по обслуживанию строительной техники; перебазируемые альтернативные энергоустановки; суперблоки повышенных габаритов и мощности; жилые блок-квартиры; трейлерные установки для самовозводящихся конструкций и др.

Важным направлением в прогнозе является расширение области применения новых строительных материалов, в том числе перспективных алюминиевых и металлических сплавов. Использование алюминия в каркасе и ограждении контейнеров связано с реализацией его положительных отличительных свойств: сравнительной легкости, простоты монтажа и демонтажа, большой прочности при низких температурах, отсутствия искрообразования при ударе и ферромагнитных свойств.

Прогнозируются следующие направления уменьшения расхода металла и снижения общей массы контейнеров: выбор оптимальных конструкций, обеспечивающих концентрацию материала и совмещение в отдельных элементах нескольких конструкций; замена прокатных профилей гнутыми тонкостенными и трубами; применение термически упрочненных высокопрочных сталей; использование биметаллических и металлопластовых конструкций; выбор оптимальных расчетных схем, отражающих действительную работу материала в блоке; применение различных методов предварительного напряжения и других воздействий и др.

Важным направлением в совершенствовании контейнерных БК является применение в пределах краткосрочного прогноза до 5 лет *автоматизированных передвижных комплексов*, которые обеспечивают производство и монтаж быстровозводимых панелей непосредственно на строительной площадке. Комплекс может состоять из шести основных блоков: мобильной микрофабрики для изготовления и возведения панелей трапециевидной формы сечения, мобильной установки для панелей прямоугольного сечения, оборудования для прямых стеновых элементов, контейнера для приготовления и распыления теплоизоляционного покрытия, блока для приготовления и распыления противопожарного покрытия, контейнера для автоматизированной подачи металлических рулонов на формовку панелей. При этом обеспечивается монтаж бескаркасных арочных зданий пролетом до 36 и высотой до 18 м без ограничений по длине, утепленных, с окнами, воротами и дверями. Оборудование приводится в действие от встроенной дизельной подстанции. Весь процесс от производства комплектующих до монтажа здания осуществляется бригадой рабочих численностью 10–12 человек. Благодаря центральному процессору возможно изготовление любых по конфигурации объектов – от простых ангаров до сложных комплексов.

Система способна трансформировать рулоны оцинкованной или окрашенной стали шириной 60–70 см в панели шириной 40–50 см со скоростью 18–20 м в минуту. Соединение панелей осуществляется с помощью завальцовочных машин швом высотой 6–7 см, который обеспечивает дополнительную жесткость и герметизацию зданиям. Мощность подобного комплекса позволяет производить и устанавливать более 500 м² панелей в день. При этом главными преимуществами системы являются быстрота монтажа, сокращения материальных и трудовых затрат, многовариантность планировочных решений, отсутствие каркаса, автономность работы, простота управления, отсутствие необходимости высоких капитальных затрат, больших производственных мощностей и складов, компьютерный контроль качества работ.

Другим перспективным направлением в прогнозе развития контейнерных БК является применение *автоформовочных трейлеров* для быстрого монтажа неразрезных трехслойных пластмассовых элементов. Трейлер оснащен системами для подачи и вспенивания эпоксидной смолы, стрелой и формовочным устройством, которое может занимать любое положение на конце стрелы. Полимерная смола инъецируется в полость формовочного устройства, вспенивается и отверждается, при этом наружные слои благодаря специальному охлаждению получают более твердыми и образуют своды пролетом до 24 м. В качестве вспенивающегося материала перспективно использовать пенопласты и полиуретановые композиты. Общая масса трейлера, включая энергисточник и пневмонасосы, составляет до 3–4 т, а продолжительность изготовления купола диаметром 5 м составляет до 1 часа.

Для периодов краткосрочного – до 5 и среднесрочного – до 15 лет прогнозов предполагаются следующие соответственные технико-экономические показатели БК: степень заводской готовности – 90–94 и 94–98 %, оборачива-

емость – 15–20 и 20–30 раз, трудоемкость монтажа и демонтажа – 0,05–0,07 и 0,01–0,02 чел.-ч/м², стоимость комплекта – 6,00–700 и 700–800 у. е./м², расход стали – 30–40 и 0–10 кг/м².

Прогнозируется в ближайшие годы развитие *энергосберегающих контейнеров* со специальными устройствами, способными улавливать, преобразовывать и передавать во внутреннюю или внешнюю энергосистему энергию возобновляемых источников солнца, ветра, воды, геотермальных и биохимических энергоносителей. Так, например, гелиоэнергоактивные БК могут быть предназначены для тепло- и холодоснабжения за счет использования солнечной энергии. При этом возможно использование двух принципов: пассивного сбора энергии за счет теплофизических свойств самих контейнеров и активного аккумулирования энергии дополнительными коллекторами и преобразователями. К основным техническим решениям гелиоконтейнеров можно отнести следующие: следящие за солнцем коллекторы, поворотные экраны-отражатели, крыши-коллекторы, бассейны-аккумуляторы, вращающиеся гелиоловушки и др.

Автономные мобильные комплексы могут иметь законченную функциональную и технологическую систему с автономной энергетической подсистемой. Такие типы зданий наиболее эффективны в небольших отдаленных друг от друга поселениях, где централизованное электроснабжение от крупных электростанций и завоз топлива экономически нецелесообразны. Гелиотехническое оборудование целесообразно разрабатывать в двух вариантах: с использованием в качестве теплоносителя жидкости (воды или антифриза) или воздуха. Водяной аккумулятор может размещаться на южной специально наклоненной стене контейнера. Воздухонагревательный коллектор может состоять из окрашенных в черный цвет теплопоглощающих панелей с однослойным остеклением также на наклонной стене блока. Солнечная энергия через тепловые аккумуляторы используется для отопления, горячей водоснабжения и охлаждения, а через фотоэлектрические установки и ветрогенератор – для электроснабжения. В период недостатка солнечной радиации включаются установки-дублиры традиционных принципов действия.

3.4.2. Практические рекомендации по повышению эффективности применения контейнерных комплексов

Среди практических рекомендаций по повышению эффективности применения контейнерных комплексов можно выделить следующие основные направления.

Во-первых, это объемно-планировочные и конструктивные решения по созданию адаптирующегося изменяющегося пространства за счет реализации следующих приемов: трансформации основных конструктивных подсистем, создания универсальных гибких планировок, допускающих их многофункциональное использование с изменяющейся мебелью, комбинированные сочетания трансформации и универсальных помещений.

Для образования зального большепролетного помещения цеха использованы два параллельных ряда контейнеров, блокированных в несколько ярусов по высоте и перекрытых сборно-разборной структурной конструкцией покрытия. Благодаря ярусной установке блоков формируется зал высотой 5–9 м при пролетах до 30 м необходимой длины. Установка кранового оборудования дает возможность использовать комплекс для производственных целей. Перекрытие при демонтаже транспортируется в пакетообразном виде в верхних полублоках. В контейнерах первого этажа монтируется тяжелое технологическое оборудование, объекты технического обеспечения размещаются в зоне угловых блоков. В контейнерах второго этажа размещаются бытовые и складские помещения. Унифицированные планировочные решения с малогабаритной секционной мебелью предусматривают вариантное использование на требуемое количество работающих. Административные и вспомогательные помещения предусмотрены в контейнерах верхнего, третьего яруса. Связь и эвакуация предусматривается с помощью наружных стальных приставных лестниц.

Для образования двух и большего количества пролетов используются три и более параллельных рядов контейнеров.

Для временного увеличения строительного объема между двумя соседними контейнерами возможно применение раздвижных складывающихся конструкций, использующих принципы «гармошки» и шарнирных узлов.

Ко второму прогнозируемому направлению следует отнести особый тип телескопически выдвигаемых жестких конструкций контейнера.

Принципиальные схемные решения телескопической адаптации блоков в вертикальном и горизонтальном направлениях особенно актуальны в интересах МЧС РФ при использовании передвижных зальных помещений, а также складских и специальных объектов, требующих для осуществления функциональных процессов увеличения высоты помещения.

Однако более перспективным в границах краткосрочного прогноза в пределах до 5 лет представляется увеличение строительного объема контейнеров в горизонтальном направлении. При этом возможно выдвижение замкнутых готовых жестких конструкций или полуоткрытых секций различной конфигурации.

Третье перспективное направление связано с эксплуатацией комплексов контейнеров, сблокированных по горизонтали и вертикали. Так, например, прогнозируется разработка multifunctionальных компактных зданий на основе унифицированных контейнеров с габаритами 3×6×3 м. Сборно-разборное здание из 44 таких блоков с двухэтажной компоновкой возможно использовать в качестве общежития на 120 чел., семейного общежития на 60–80 чел. или комплексного здания общежития, столовой и медицинского пункта. При этом комплекс характеризуется следующими технико-экономическими показателями: строительным объемом 2450 м³, площадью застройки 399 м², общей площадью 760 м², расчетным сроком службы 20 лет, оборачиваемостью не менее 5 раз, общей массой комплекта 179 т, отпускной ценой 192 тыс. у. е., трудоемкостью монтажа 76 чел.-дн., трудоемкостью демонтажа 24 чел.-дн., расходом стали 36 т, расходом лесоматериалов 211 м³, трудоемкостью изготовления 448 чел.-дн.

Наибольшая масса подобного контейнера полной заводской готовности со встроенным оборудованием составляет 4,7 т.

С целью повышения живучести, пространственной жесткости и снижения материалоемкости быстровозводимых объектов с использованием контейнерной системы разработаны принципиальные схемные решения.

Отличительными особенностями решения является то, что после монтажа контейнеров по их высоте через промежуточные полые вертикальные стойки пропускают тязи, которые закрепляют с помощью резьбовых наконечников и гаек в верхнем уровне перекрытия. Затем с помощью натяжных устройств, например гидравлических домкратов, тязи натягивают, что обеспечивает обжимание по высоте каркасов объемных блоков. Возникающие динамические взрывные (терроризм) или сейсмические нагрузки с помощью соединительных муфт непосредственно передаются на вертикальные и наклонные каркасные элементы контейнеров. Это обеспечивает перераспределение усилий в здании и совместную работу всех каркасных элементов, что повышает общую пространственную жесткость и живучесть объекта, а также снижает его материалоемкость, в частности расход стали.

Разборка стыка производится путем ручного раскатывания трубопроводов в обратном направлении, после чего патрубki выводятся из кольца.

Более подробно результаты прогнозирования развития быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства войск и населения приведены в работах авторов [7–8, 55–57, 73–75].

На основании результатов построения прогноза развития быстровозводимых комплексов в будущем можно сделать следующие выводы.

1. Обоснованы перспективные пути дальнейшего совершенствования сборно-разборных комплексов, среди которых: расширение области использования в различных ситуациях, повышение объемов применения при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, повышение тактико-технических характеристик, улучшение комплексных показателей мобильности на разных стадиях жизненного цикла, использование новых строительных материалов, формирование специализированных территориальных баз эксплуатации.

2. Впервые разработан блок целевых установок: по сокращению времени ввода объектов в действие, сокращению трудоемкости монтажа и демонтажа, обеспечению развертывания систем вручную без кранового оборудования, облегчению процессов погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования, созданию автономных режимов функционирования и обеспечению живучести во время чрезвычайных ситуаций.

3. Предложен блок перспективных средств достижения поставленных целей за счет механизации монтажа и демонтажа; повышения степени заводской готовности; применения встроенного оборудования, мебели; уменьшения габаритов и веса отдельных конструктивных элементов; автоматизации процессов развертывания.

4. На основе применения методики инженерного прогнозирования по патентной информации с расчетом коэффициентов полноты изобретений по ге-

неральным определительным таблицам и с оценкой информационных потенциалов установлены перспективные тенденции в развитии быстровозводимых комплексов в границах краткосрочного (до 5 лет) и среднесрочного (до 15 лет) активных нормативно-поисковых прогнозов.

5. Обоснованы практические рекомендации по повышению эффективности применения сборно-разборных и контейнерных комплексов, адаптированные к серийно выпускающимся зданиям на предприятиях строительной индустрии. Предложен блок многовариантных рекомендаций дальнейшего развития общежитий на основе конструктивной системы «Модуль» применительно к базовым технико-экономическим показателям на период до 2015 года.

6. Впервые разработан блок принципиальных схемных решений прогнозируемых сборно-разборных и контейнерных конструкций для повышения живучести и темпов развертывания объектов в условиях чрезвычайных ситуаций. Конструктивные решения сооружений позволяют воспринимать знакопеременные динамические нагрузки, обеспечивают повышение пространственной жесткости, снижение материалоемкости и упрощение монтажно-демонтажных работ по инженерным системам. Предложенные решения защищены авторскими свидетельствами на изобретения.

7. Обоснованы принципиальные схемные решения трансформирующихся конструкций с использованием нетрадиционных альтернативных принципов телескопического выдвижения в разных направлениях, складывающихся секций, поворачивающихся элементов и пневматических оболочек. Реализация предложенных решений позволяет увеличивать строительный объем и общую площадь сооружений; гибко реагировать на изменения внешней среды; адаптировать планировочное решение к новым требованиям эксплуатации; изменять технические характеристики систем в соответствии с динамикой развития потребностей самой системы, обустройстваемого спецконтингента и населения, а также внешних воздействующих факторов.

Глава 4. ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ В ОБЫЧНЫХ УСЛОВИЯХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

4.1. Практика использования сборно-разборных зданий системы «Модуль» в обычных условиях в поселениях на Крайнем Севере

Опираясь на полученные результаты исследований по разработке научно-технических основ создания и прогноза развития БК, а также следуя принятой логике данной монографии, необходимо внедрить полученные теоретические положения в практику оперативного обустройства спецконтингента и населения и проверить их истинность.

Для этого в период с 1978 года по настоящее время авторами были проведены экспериментальные исследования по следующим направлениям:

- 1) статические и динамические испытания натуральных зданий стоечно-панельной, панельной, объемно-блочной и рамной подсистем;
- 2) исследования экспериментальных сборно-разборных комплексов на Крайнем Севере, в сельском строительстве и в нефтегазодобывающей и транспортирующей отрасли;
- 3) испытания зданий системы «Модуль» во время ведения боевых действий с 1979 по 1991 годы в Афганистане при обустройстве 40-й армии;
- 4) экспериментальное строительство и комплексное обследование объектов нового поколения – физкультурно-оздоровительных и других комплексов в интересах МЧС;
- 5) исследование зарубежных объемно-блочных конструкций фирмы «BUCK INPAR GMBH» (Германия) при ускоренном расквартировании выведенных из Европы российских войск;
- 6) исследование и внедрение систем «Модуль», «Сокол», «СРМ» и «ЦУБ» при ликвидации последствий землетрясения в 1989–1993 г. в Армении

для оперативного размещения строительных организаций и гражданского населения;

7) изучение натуральных образцов трансформирующихся, пневматических и передвижных комплексов производства США, Великобритании, Италии, Швеции и других зарубежных стран на территории РФ;

8) исследования опыта применения систем «Модуль» и «Сокол» в южных климатических условиях в учебном центре в г. Термез для подготовки российских войск в Афганистан;

9) широкомасштабные социологические обследования строительных организаций во всех Федеральных округах России;

10) натурные испытания на прочность, жесткость и теплофизические параметры сборно-разборных производственных зданий системы «Модуль» рамно-панельной конструкции;

11) специальные испытания мобильных зданий в условиях транспортирования и демонтажа и ряд других направлений.

Принципиально важно отметить, что результаты экспериментальных исследований позволили разработать ряд новых нормативно-методических общероссийских и ведомственных документов по расчету, проектированию, производству, строительству и эксплуатации БК.

При активном участии авторов созданы впервые следующие основополагающие документы по проблематике:

- ГОСТ 22853–83 «Здания мобильные (инвентарные). Общие технические требования»;
- ГОСТ 25957–83 «Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация. Термины и определения»;
- ГОСТ 4.252–84 «Система показателей качества продукции. Строительство. Здания мобильные (инвентарные). Номенклатура показателей»;
- ВСН 156–88/МО «Мобильные комплексы военно-строительных частей и организаций (нормы временного обустройства)»;
- «Справочное пособие по оперативному обустройству войск»;
- «Методика отбора лучших конструктивных систем мобильных зданий, рекомендуемых для массового производства в XIII пятилетке»;
- «Перечень мобильных (инвентарных) зданий, сооружений и комплексов, рекомендуемых для заводского производства ПО 420-4» и ряд других.

Ниже приводятся результаты внедрения и проверки экспериментальным путем разработанных научно-технических основ создания и прогноза развития БК в обычных, северных и южных климатических условиях на всех стадиях жизненного цикла объектов – от производства до эксплуатации.

4.1.1. Методика экспериментального строительства

Экспериментальные исследования сборно-разборных зданий системы «Модуль» проводились на Крайнем Севере в Норильской области.

Главными целями работы являлись внедрение и проверка практикой научно-технических основ создания новых сборно-разборных зданий системы

«Модуль» перспективного поколения и прогноза дальнейшего развития систем для оперативного размещения строительных организаций.

Объектами исследования явились общежития, кухни-столовые, учебные классы и другие здания, составляющие вахтовые поселки строителей.

В процессе проектирования, производства, транспортировки и монтажа зданий были учтены суровые условия Крайнего Севера.

При создании адекватной среды, способной противостоять неблагоприятным природно-климатическим факторам, в комплексах использованы следующие технические решения.

Во-первых, наружные стены имеют увеличенную толщину в 167 мм (вместо 113 мм для обычных условий) за счет увеличения толщины нового перспективного утеплителя МФП-3 – мочевиноформальдегидного заливочного пенопласта на основе карбомидных смол по металлодеревянному каркасу с обшивками из водостойкой широкоформатной фанеры.

Во-вторых, для утепления панелей пола использован дополнительный теплоизоляционный слой в виде подшивных минераловатных плит в уровне деревянного ростверка фундамента с общей толщиной панелей пола 440 мм.

В-третьих, для защиты внутреннего пространства от ветра и холодного воздуха применены трехслойные герметизирующие прокладочные ленты нового специального пористого уплотнителя «Вилатерм-С» вместо типового двухслойного решения.

В-четвертых, в качестве основного материала для обшивок панелей принята фанера типа ФСФ толщиной 19 мм для пола, покрытия и стен и 12 мм – для перегородок.

В-пятых, использован новый утеплитель, который отличается низкой теплопроводностью ($k = 0,03 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$), малой плотностью в $23 \text{ кг}/\text{м}^3$ при влажности 15 %, не горит, вибростоек, не замораживается и обладает шумопоглощающими качествами. Кроме того, как показали обследования, во вспененном композите содержание жидкости снижено на 40–60 % по сравнению с обычными утеплителями, благодаря чему при заполнении каркаса панелей на 160 ДСК практически исключается дренаж жидкости, возрастает адгезия пенопласта к обшивкам и снижается усадка.

В-шестых, применен свайный деревянный фундамент со сваями длиной 8 м, диаметром 24 см и ростверком из бруса сечением 25×25 см.

В-седьмых, использованы объемно-планировочные и градостроительные решения в генеральных планах городков и отдельных зданий для решения ветро- и снегозащитных мероприятий.

В силу необходимости срочного обеспечения базирования вахтовых поселков работы велись зимой, в две-три смены в любых погодных условиях, в том числе в период полярной ночи, при снегопадах и сильных морозах. Монтаж осуществлялся при помощи автокрана КС-356 2А грузоподъемностью Ют. Для бурения скважин под сваи использовалась бурильно-крановая машина БМ-802С на базе КрАЗ-257Б. Строительная площадка под устройство фундаментов обеспечивалась насыпью из среднезернистого песка со средним по толщине сло-

ем в 2 м. Масса наиболее тяжелого монтируемого элемента системы «Модуль» (панели перекрытия размерами в плане 4,8×2,4 м) составляла 516,6 кг.

Методика испытаний являлась:

- по способу формирования условий – естественной и искусственной;
- по целям – контрольной, констатирующей и поисковой;
- по организации – производственной, полевой, транспортной и натурной;
- по структуре изучаемых объектов – сложные объекты и явления;
- по характеру внешних воздействий на объект исследования – вещественные воздействия;
- по типу моделей – материальные объекты БК;
- по контролируемым величинам – активная;
- по числу варьируемых факторов – многофакторная методика.

Методика исследований разработана на основе методических рекомендаций по монтажу, эксплуатации и обследованию мобильных зданий, обоснованных в ведущих организациях страны по проблематике – ЦНИИОМТП, СПбГАСУ и СПбЗНИИПИ.

4.1.2. Результаты экспериментального строительства

Дальность перевозки комплектов зданий от 160 ДСК в г. Королеве Московской области до Норильска составляет 4100 км. Нормативное время T равно 11,6 дней при перевозке на 1500 км по Европейской части территории РФ и на 2600 км по территории Сибири.

Показатели коэффициентов вместимости K_v составляют значения 0,53; 1,90 и 2,42 соответственно для автомобильного, железнодорожного и водного транспорта при площадях здания и указанных средствах аналогично 728; 138,6; 364,5 и 300 м².

Коэффициенты транспортировки K_t одного комплекта элементов здания равны 0,36; 1,62 и 0,17 для автомобильного, железнодорожного и водного транспорта.

Во время транспортирования комплекты на временные площадки не складировались. Можно сделать следующие основные выводы.

Учет в системе «Модуль» габаритов серийных российских транспортных средств и рациональная кратность всех унифицированных габаритных размеров конструктивных элементов одному модулю 2,4 м обеспечивают достаточно высокий коэффициент вместимости для транспортных средств, достигающий до 2,42 для водного и 1,90 – для железнодорожного транспорта. Это обеспечивает снижение потребного количества транспортных средств на 20–25 % по сравнению с аналогами мобильных систем в стране.

Автомобильный транспорт рационален только при небольших перевозках в пределах (ориентировочно) до 200–300 км.

Стоимость подготовки 1 комплекта зданий к транспортировке составила 140 у. е., что почти в 2 раза меньше затрат для сопоставимых систем, например, для системы 223К-Т3-78 стоимость равна около 228 у. е.

Было проверено и выявлено, что монтаж зданий в условиях Крайнего Севера возможен даже в суровых климатических условиях и существенно не отличается от методов сборки зданий в обычных условиях.

Результаты среднестатистических показателей продолжительности и трудоемкости монтажа отдельных элементов и в целом на здание представлены в табл. 4.1.

Монтаж осуществлялся в три смены при любых погодных условиях. Температура при эксперименте колебалась от $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$, влажность от 90 до 100 %, постоянно шел сильный снег, скорость ветра достигала 40 м/с. В условиях полярной ночи площадка постоянно освещалась прожекторами.

Монтаж осуществлялся бригадой в количестве 7 человек: один машинист автокрана 5-го разряда, два стропальщика и четыре монтажника 4-го разряда. Руководил монтажом мастер, имеющий специальное среднее образование.

Повторное исследование результатов, содержащихся в табл. 4.1, свидетельствует о том, что основная доля трудоемкости монтажа приходится не на строительный комплект здания, а на устройство вспомогательных долговременных элементов при кровельных и свайных работах.

Так, в пересчете на целое здание на 60 чел. удельная трудоемкость монтажа достигла 3,16 чел.-ч/м² и 0,96 чел.-ч/м³, что существенно – на 26–58 % – превышает трудоемкость для обычных условий, равную 2–2,5 чел.-ч/м². Это объясняется тем, что процессы устройства фундаментов и кровли по темпу мобильности своего протекания существенно отстают от ведущего процесса монтажа строительных конструкций, сдерживая тем самым ввод объекта в эксплуатацию.

Продолжительность монтажа зданий в городках составила от 20 до 45 суток.

К выявленным преимуществам можно отнести то, что все здания собирались без переделки по месту конструктивных элементов. При обледенении сопрягаемых поверхностей лед скалывался топором с последующей зачисткой металла. При скорости ветра более 20 м/с устойчивость монтируемых элементов обеспечивалась путем сдерживания их веревкой, привязанной к нижним шипам или гнездам конструкций.

В процессе решения задач было установлено, что в целом объемно-планировочные и конструктивные решения зданий соответствуют требованиям ВСН 35-86/МО. Однако с учетом специфики решаемых задач была изменена функциональная, планировочная и конструктивная организация ряда помещений в общежитии и кухне-столовой.

Выявлено, что почти 50 % времени в ряде помещений в зданиях не используется полезная площадь и есть потенциал для формирования более рационального зонирования и, следовательно, повышения эффективности эксплуатации зданий системы «Модуль».

С этой целью во время проведения исследований были разработаны варианты и на основе сравнения различных схемных решений выбраны оптимальные предложения по изменению планировочных структур обследованных зданий.

**Результаты среднестатистических показателей трудоемкости
и продолжительности монтажа конструктивных элементов
системы «Модуль» в условиях Крайнего Севера**

№ п/п	Наименование операции монтажа	Ед. изм.	Объем работы	Кол-во чел.	Продолжительность, мин	Трудоемкость, чел.-мин
1	Бурение отверстий под скважины	шт.	2	3	120	240
2	Обмазка свай битумом и установка	шт.	1	3	35	105
3	Устройство ростверка	пог. м	1	4	20	80
4	Укладка панелей пола	шт.	1	7	20	140
5	Установка панелей стен	шт.	1	7	30	210
6	Установка стоек	шт.	1	2	5	10
7	Укладка панелей покрытия	шт.	1	7	38	266
8	Заделка стыков	пог. м	1	1	15	15
9	Наклейка 4-слойного рулонного ковра на кровлю	м ²	100	6	900	5400
10	Остекление в 3 стекла	м ²	1	2	20	40
11	Крепление раскладок и наличников	пог. м	1	2	8	16
12	Устройство дощатых полов	м ²	1	2	20	40
13	Прочие	–	%	2	15 %	15 %

Реализация на практике принципа повышения уровня объемно-планировочной и конструктивной мобильности и функциональной адаптации на примере кухни-столовой показана на рис. 4.1 и 4.2. Следует отметить, что данные изменения были выполнены без привлечения строительных организаций за счет гибкости системы «Модуль» и без дополнительных материальных и финансовых затрат. В этом реализовалось актуальное качество системы, позволяющей во всех направлениях изменять ячейковые и зальные структуры перестановкой наружных стеновых и внутренних перегородочных панелей с унифицированным шагом, кратным 2,4 м.

Трансформация планировочного решения кухни-столовой составила около 50 % общей площади здания, преобразовав его, в сущности, в принципиально новый, более адекватный к конкретным потребностям конкретной объект.

Учитывая результаты проведенных экспериментальных комплексных исследований сборно-разборных зданий системы «Модуль» на Крайнем Севере, можно сделать следующие обобщающие выводы.

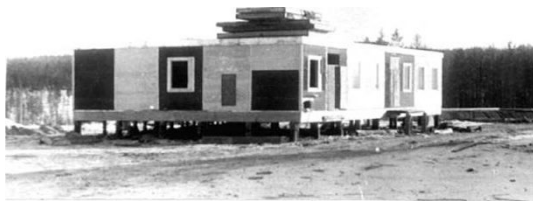


Рис. 4.1. Быстровозводимая кухня-столовая, смонтированная в условиях Крайнего Севера при температуре до -48°C и скорости ветра до 40 м/с без привлечения строительных организаций



Рис. 4.2. Панорама строительства комплекса быстровозводимых зданий: общежития, кухни-столовой, административных зданий с учебными классами в г. Норильске

Во-первых, осуществлено внедрение и выполнена проверка практикой научно-технических основ создания быстровозводимых комплексов для размещения строителей. Практические результаты обследований подтвердили наиболее важные принципы, составляющие концепцию разработанной теории. Они связаны с повышением уровней функциональной, объемно-планировочной и конструктивной мобильности БК на стадиях не только транспортирования и монтажа, но и при эксплуатации и демонтаже. Подтверждены также принципы соответствия уровня развития систем БК социальным потребностям строителей, научно-техническим возможностям и экономической целесообразности их реализации; расширения сферы применения БК; интеграции систем строительных конструкций технического обеспечения в едином комплексе и модульного построения конструктивных систем «нового поколения».

Во-вторых, в качестве главных направлений дальнейшего развития системы «Модуль» выявлены некоторые противоречия, позволяющие при их рациональном разрешении повысить технический уровень системы. К ним можно отнести такие перспективные направления, как:

- повышение темпов монтажа свайных фундаментов и кровли за счет разработки и применения сборно-разборных унифицированных облегченных конструкций в северном, южном и обычном исполнении;

- разработка и использование новых атмосферостойких герметиков для герметизации стыков в наружных ограждающих конструкциях для Крайнего Севера;
- развитие нетрадиционных, альтернативных подходов к проектированию БК на основе сборно-разборных зданий с принципами адаптации и приспособляемости к конкретным потребностям пользователей;
- реализация резервов трансформативности систем в процессе эксплуатации самими потребителями без привлечения проектных и эксплуатационных организаций и представителей предприятий-изготовителей;
- увеличение толщины утеплителей и исключение сквозных теплопроводных включений в зоне узлов соединений металлических шипов и гнезд стоек и перекрытий путем прерывания гнезда с включением в среднюю часть теплоизоляционной прокладки;
- проектирование для Крайнего Севера комплексных зданий вместо отдельно стоящих объектов;
- замена плоской кровли на скатную для предотвращения образования дождевых и снеговых линз и мешков;
- замена деревянных ступеней, ломающихся на первом году эксплуатации, на металлические;
- повышение комплексной автоматизации технологической линии по изготовлению элементов системы на 160 ДСК с целью повышения коэффициента точности технологических процессов с 0,46, что выше средних показателей по отрасли стройиндустрии 0,35–0,40, до уровня машиностроительного производства с показателями более 0,95 и др.

Более подробное описание выполненного комплекса экспериментальных исследований приведено в работах [73–86]. Ряд обоснованных направлений дальнейшего совершенствования зданий системы «Модуль», спрогнозированных на основе теории развития быстровозводимых объектов, успешно реализован в теоретических и практических решениях.

4.2. Практика использования быстровозводимых зданий системы «Сокол», отечественных и зарубежных комплексов при ликвидации последствий землетрясений в южных районах

4.2.1. Методика и результаты возведения экспериментального физкультурно-оздоровительного комплекса на основе системы «Сокол» в обычных условиях

Главной целью исследований являлось внедрение новых объемно-планировочных и конструктивных решений зданий системы «Сокол» и проверка практикой реализации строительными организациями разработанной теории создания новых систем и прогноза их развития в будущем на примере серийно изготавливаемых конструкций.

Строительство проводилось в три этапа.

На первом этапе разрабатывалась экспериментальная проектно-сметная и опытно-конструкторская документация. Вторым этапом строительства было строительство экспериментального физкультурно-оздоровительного комплекса (ФОК). Следует подчеркнуть, что этот объект являлся первым зданием широкого спортивно-оздоровительного назначения, возводимым по планам экспериментального строительства в РФ. До данного эксперимента в вахтовых поселках не возводились объекты подобного назначения. На третьем этапе выполнялись натурная оценка рациональности объемно-планировочных и конструктивных решений и проверка теоретических принципов разработанного учения о создании новых и развитии существующих БК.

К основным научным результатам проведенных исследований можно отнести следующие.

1. *Быстровозводимая система «Сокол»* представляет собой совокупность панельных и рамно-панельных конструкций, позволяющих формировать объекты по принципу «от элемента – к зданию». Основной планировочный модуль – 1,2 м, шаг несущих конструкций – 3,6 м, высота помещений (кроме заловых) – 3,0 м. Принята следующая привязка несущих элементов к координатным осям: для наружных стеновых панелей – 66 мм, для внутренних панелей и стоек – осевая. Конструкции стен, перекрытий, покрытия и перегородок – унифицированные панели (1,2×3,6 м) типа «сэндвич» на деревянном каркасе с утеплителем МФП-3 и обшивкой с двух сторон из цементно-стружечных плит толщиной 16 мм. Элементы комплекса соединяются при помощи фигурных металлических закладных деталей на гвоздях с шагом 1,2 м. Фундаменты используются в основном незаглубленные из бетонных блоков по железобетонным плитам на песчаном основании. Основной зал собирается из треугольных металлических рам, форма которых повторяется в архитектурных деталях входов.

Весь инвестиционный цикл – научная разработка, проектирование, изготовление, строительство – продолжался четыре месяца, собственно строительство ФОК – 2,5 месяца.

При проектировании ФОК сформированы пять функциональных блоков: основной (спортивный зал), вспомогательный, входной, сантехнический и блок лыжной базы. Кровля ячеек части комплекса плоская, с внутренним водостоком, с покрытием из четырех слоев рубероида. Наклонные панели стен спортивного зала защищены листами металлического профнастила, в торцевых рамах выполнены цветные витражи. Полы настланы из деревянной рейки по сборным железобетонным плитам.

Основной блок предназначен для игры в волейбол, баскетбол, мини-футбол и других коллективных игр и упражнений, вспомогательный блок – для аэробики, настольного тенниса и т. п. В сантехническом блоке размещены сауна, душевые, туалеты. Процессы монтажа панелей стен и перекрытия изображены на рис. 4.3 и 4.4.



Рис. 4.3. Монтаж панелей перекрытия экспериментального физкультурно-оздоровительного комплекса



Рис. 4.4. Монтаж панелей стен ячейковой части комплекса

Одновременно в комплексе могут заниматься до ста человек. Общая площадь помещений 1230 м², строительный объем 7160 м³, сметная стоимость 351,7 тыс. у. е., удельные построечные трудозатраты 0,25 чел.-ч/м³, продолжительность строительства 75 дней.

2. При строительстве комплекса использовался метод совмещения во времени процессов проектирования и строительства, при котором подготовительные работы и устройство фундаментов были закончены до окончательной разработки всего проекта. Основные конструктивные элементы монтировались по специально разработанным в проекте производственным технологическим картам.

Спортивный корпус с залом 32,5×18 м был построен в три раза быстрее, чем предусмотрено СНиП для аналогичных зданий. Конструкции и детали ячейковой части сооружения монтировались двумя автомобильными кранами типа КС-4561 (КС-3562 А), рамные конструкции основного зала – самоходным гусеничным стреловым краном с гуськом типа ДЭК-251 и автоподъ-

емником на базе автомобиля ЗИЛ-130. Монтаж продолжался 28 рабочих дней при работе в две смены.

В процессе монтажа основных конструктивных элементов регулярно проводились нормативные наблюдения, в ходе которых учитывались и исследовались затраты труда (времени) рабочих, замерялась первичная и законченная продукция, изучались условия возведения конструкций, строительная техника, технология и т. д.

На основании анализа и обобщения нормативных наблюдений разработаны восемь карт трудовых процессов, которые целесообразно использовать при строительстве любых зданий из элементов быстровозводимой системы «Сокол». Кроме того, рассчитана удельная трудоемкость монтажа элементов зданий системы «Сокол», которая на 1 м^2 общей площади составляет $0,78\text{--}0,97$ чел.-ч, на 1 м^3 строительного объема – $0,23\text{--}0,27$ чел.-ч. Удельная трудоемкость возведения ячеистой части здания с учетом всех видов работ равна $2,87$ чел.-ч на 1 м^2 общей площади.

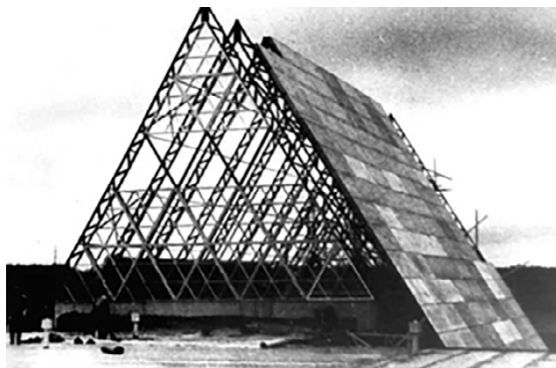


Рис. 4.5. Общий вид монтажа рамно-панельной конструкции основного спортивного зала ФОК



Рис. 4.6. Панорама основного и вспомогательного спортивных залов физкультурно-оздоровительного комплекса в г. Сокол Вологодской области

Таким образом, по темпу монтажа экспериментальный физкультурно-оздоровительный комплекс из элементов системы «Сокол» превосходит все применяемые в настоящее время в отечественном строительстве конструктивные системы капитального исполнения для ячеиных структур за исключением сборно-разборных зданий системы «Модуль». Следует отметить, что приведенные показатели темпов строительства комплекса достигнуты при организации монтажных работ с применением карт трудовых процессов, технологических карт и других нормативных документов. Общий вид рамно-панельных конструкций комплекса приведен на рис. 4.5 и 4.6.

3. Инженерные системы и оборудование ФОК выполнены *традиционно* с присоединением к существующим сетям. Отопление и вентиляция запроектированы сотрудниками ЛенЗНИИЭП.

В помещениях основного и вспомогательного залов в качестве дежурной применена водяная система отопления, во время занятий спортсменов необходимая температура поддерживается при помощи воздушной системы, которая совмещена с вентиляцией.

Система вентиляции основного зала работает по двум вариантам:

- в зимний период в режиме воздушного отопления, когда нагретый воздух подается центробежным вентилятором, направляется в зал и распределяется по нему двумя струями, а удаляется за счет подпора через вентиляционные клапаны, расположенные в панелях торцевого ограждения;

- в летний период применяется механическая вентиляция (при выключенном калорифере), воздух же удаляется через фрамужные вентклапаны с механическим приводом.

В переходные периоды используется режим естественного подпора теплого воздуха в помещении. В этом случае приток осуществляется через вентклапаны в фрамужных проемах на уровне 3 м, вытяжка – через регулируемые фрамужные клапаны, расположенные в противоположной стене на высоте 9 м.

Во вспомогательный зал в зимний период наружный воздух, подогретый в отдельной приточной камере, поступает за счет разрежения, создаваемого крышным вентилятором.

Во всех остальных помещениях комплекса система вентиляции естественная за счет теплового подпора и аэродинамического разрежения, создаваемого вентиляционными дефлекторами, устанавливаемыми на вытяжных трубах.

Системы общеобменной вентиляции разделены по зонам на три части: душевые спортзала, помещение лыжной базы и помещение для «малых игр». Каждая зона оборудована приточными клапанами, помещения с вредными выделениями – вытяжкой. Помещения ФОК освещаются люминесцентными лампами, электропровод и кабели проложены в алюминиевых коробах.

Таким образом, на основании выполненных исследований, можно сделать вывод о подтверждении следующих основных теоретических принципов развития и совершенствования БК: повышения функциональной, планировочной и конструктивной мобильности зданий за счет использования более мелкого строительного модуля; облегчения транспортирования и монтажа ввиду

уменьшения веса конструктивных элементов; расширения функциональной номенклатуры быстровозводимых зданий; применения многофункциональных помещений в едином объеме сооружения; адаптации зальных и ячеековых подсистем в общей системе; возможности трансформации объекта за счет легкой пристройки в любом направлении; сохранения в качестве обоснованного модуля размера, кратного 1,2 м; применения новых модификаций быстроборных узлов соединений между элементами; отсутствия трудоемких и дорогостоящих процессов сварки и замоноличивания закладных деталей, интеграции строительных и технических подсистем в системе; взаимопроникновения технических идей между традиционными и нетрадиционными системами; сокращения периодов внедрения идей в серийное производство и ряд других принципов.

Следовательно, правомерно обобщающее итоговое заключение относительно истинности вышеуказанных научно-технических основ создания и прогноза развития БК на примере эмпирических фактов строительства и эксплуатации экспериментального физкультурно-оздоровительного комплекса на основе системы «Сокол».

4.2.2. Методика и результаты использования отечественных и зарубежных контейнерных комплексов при ликвидации последствий землетрясения

Работа проводилась в военных городках и гражданских населенных пунктах гг. Спитак, Кировокан, Ленинакан, Ереван и других поселений Армении. В ходе ее реализации были осуществлены широкомасштабные натурные экспериментальные исследования отечественных систем «Сокол», «Модуль», «ЦУБ», «СРМ», а также представляющих особый интерес новых для РФ трансформирующихся зданий «Portakabin» и «ITALSTAK» производства США, Великобритании и Италии.

Главная цель исследования: внедрение и проверка практикой ускоренного размещения населения разработанных научно-технических основ создания и прогноза развития БК в особых условиях их функционирования при чрезвычайной ситуации ликвидации последствий стихийного бедствия землетрясения в Армении, на примере не только отечественных, но и принципиально новых трансформирующихся зарубежных зданий.

Объектами исследования явились 826 зданий общежитий, штабов, столовых, клубов, складов и специальных объектов, а также жилых домов, госпиталей, медпунктов, комбинатов бытового обслуживания, пунктов связи, административных объектов, больниц, а также бытовых городков отечественных строителей, жилых комплексов спасателей Норвегии, Франции, США, Италии и Великобритании.

Исследования проводились в три этапа.

На первом этапе осуществлялись натурные исследования при научном сопровождении строительства двухэтажных жилых домов для населения на основе системы «Модуль».

Второй этап заключался в исследованиях специфических технических характеристик трансформирующихся конструкций нового поколения зарубежного производства.

На третьем этапе выполнялась проверка теоретических принципов разработанного учения эмпирическими фактами и разрабатывались технические решения по совершенствованию серийно выпускаемых систем.

С методической точки зрения проводимые исследования являлись: полевыми и натурными, в естественных условиях, с контрольными и поисковыми целями, изучающими сложные и многочисленные объекты, оценивающими материальные модели систем, с многофакторной оценкой в активно-пассивной форме исследований. Методика исследований учитывала весь жизненный цикл систем на стадиях транспортирования, хранения, монтажа, эксплуатации и демонтажа с учетом рекомендаций СПбГАСУ, ЦНИИОМТП, СПбЗНИИПИ и БИТУ.

Как показали исследования, экстремальный характер возведения БК в Армении определялся следующими основными факторами: круглосуточностью ведения восстановительных работ, комплексностью и масштабностью монтажа сотен мобильных зданий одновременно, слаборазвитой местной инфраструктурой, особенно транспортной сети, сложным горным рельефом местности, отсутствием местной развитой базы строительной индустрии, разрушенными источниками инженерного обеспечения процессов развертывания БК.

Так, по состоянию на 31 декабря 1988 г., то есть на 24-е сутки после землетрясения, в районах бедствия обустроивались уже 2 и направлялись 6 строительных организаций. С целью их размещения было первым эшелонотом отгружено значительное количество комплектов, включая 14 сборно-разборных общежитий, 27 металлических хранилищ «СРМ» и более 100 жилых контейнеров типа «ЦУБ» и «Вагон-Дом». Всего же в первоначальный, наиболее сложный период развертывания БК только от Ленинграда и Ленинградской области было привлечено более 15 тыс. человек, в распоряжении которых находилось свыше 2 тыс. единиц строительной техники.

Общий вид вахтового поселка строителей из палаток и контейнеров приведен на рис. 4.7. Процесс монтажа двухэтажных жилых домов системы «Модуль» представлен на рис. 4.8.



Рис. 4.7. Общий вид вахтового поселка строителей в п. Пушкино из палаток и контейнеров для строительных организаций, принявших участие в ликвидации последствий землетрясения в Армении



Рис. 4.8. Монтаж двухэтажных жилых домов системы «Модуль» в окрестностях г. Степанавана строителями государственного кооперативного объединения «Леноблагрострой» (Степанаванское специализированное строительное-монтажное управление)



Рис. 4.9. Быстровозводимое общежитие системы «Сокол» для оперативного размещения строителей в районе г. Кировокана

Общежитие строителей системы «Сокол» приведено на рис. 4.9.

Хранилище типа «СРМ» для строительных материалов и техники, часть которых были приспособлены под цеха по производству строительных деталей и конструкций, приведено на рис. 4.10.

Проверка разработанных научно-технических основ создания и прогноза развития БК в чрезвычайных условиях ликвидации последствий землетрясения подтвердила основные принципы теории и перспективные направления в создании мобильных зданий «нового поколения».

На основании результатов внедрения и проверки научно-технических основ создания и прогноза развития быстровозводимых комплексов практикой оперативного обустройства войск и населения можно сделать следующие выводы.

Осуществлено внедрение разработанных научно-технических основ в практику оперативного обустройства строительных организаций и гражданского населения в обычное время и при ликвидации последствий чрезвычайных си-

туаций. Предложенные принципиальные положения теории реализованы в ряде впервые изданных основополагающих нормативно-методических документов по проблеме – ВСН 156–88/МО, «Справочном пособии по оперативному обустройству войск», «Методике отбора лучших конструктивных систем мобильных зданий, рекомендуемых для массового производства в XIII пятилетке» и «Перечне мобильных (инвентарных) зданий, сооружений и комплексов, рекомендуемых для заводского производства ПО 420–4».



Рис. 4.10. Комплекс хранилищ типа «СРМ» для временного размещения цеха по производству строительных изделий и конструкций, г. Степанаван

1. Выполнена проверка теоретических положений научно-технических основ создания быстровозводимых комплексов сборно-разборного, контейнерного и трансформирующегося типов практикой широкомасштабного обустройства населения в обычных, северных и южных климатических условиях на всех стадиях жизненного цикла объектов – производства, транспортирования, монтажа, эксплуатации и демонтажа. Практика экспериментального проектирования и строительства комплексных зданий, жилых домов, физкультурно-оздоровительных комплексов и других объектов доказала истинность и адекватность разработанной теории реальному процессу функционирования быстровозводимых комплексов.

2. Подтверждены оценки прогноза развития отечественных быстровозводимых объектов в границах краткосрочного и среднесрочного прогнозирования будущего. Получены практические обоснования правильности теоретических путей и методов совершенствования существующих систем и практических рекомендаций по разработке перспективных объектов «нового поколения».

Глава 5. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ КОМПЛЕКСОВ

Полученные в предыдущих главах результаты исследований служат базой для разработки теории и практики оценки эффективности строительства и эксплуатации быстровозводимых комплексов.

Следуя принятой логике алгоритма программы исследований, главной целью является доказательство эффективности обоснованной научной теории расчетными методами. Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующие последовательные задачи: обосновать применяемую методику оценки эффективности и критериальную базу, соответствующие специфическим особенностям БК; собрать и исследовать исходную объективную статистическую экономико-социальную информацию; осуществить расчет экономической эффективности; выполнить оценку социальной эффективности; исследовать полученные результаты; осуществить реализацию разработанных теоретических положений; разработать рекомендации по повышению эффективности использования БК.

Оценка и исследование эффективности проводились в соответствии с планами НИР КС МО и Госстроя РФ в рамках выполнения НИР № 04–0237–87 и № 803–УД по Государственному заказу Госстроя РФ [32, 102, 131, 134, 138, 139].

Подробное описание результатов исследований приведено в работах [32, 97, 99, 127, 131–147].

5.1. Методологические принципы и методы оценки эффективности быстровозводимого строительства

5.1.1. Методологический подход к оценке эффективности быстровозводимого строительства

Для определения эффективности быстровозводимого строительства целесообразно обратиться к оптимизационным моделям. Концептуальной основой для методологических разработок в этом направлении могут быть принципы системного подхода, в рамках которого строительно-монтажная деятельность рассматривается как единый объект с упорядоченной структурой и взаимосвязями. С точки зрения научной логики этот метод можно характеризовать как наиболее полный, точный и достоверный, способный теоретически обосновать экономически целесообразное решение и предложить пути его практической реализации.

Оптимизационные модели вместе с имитационными и экспертными образуют блок проблемно-ориентированных моделей, направленных на поиск лучших предпринимательских решений и предусматривающих их последующую реализацию. Процесс, при котором осуществляется выбор варианта (в данном случае совокупности решений и мероприятий), лучшего из всех возможных, называется процессом оптимизации, а сам такой выбор – условием оптимальности.

Принцип оптимизации решений весьма распространен в теории управления, планирования, прогнозирования, а также в проектной, производственной, коммерческой деятельности. Однако обычно используют его упрощенную форму: выбирают лучший из имеющихся вариантов. Выбор такого рода не отвечает условию оптимальности, он отвечает так называемому условию рациональности, когда круг рассматриваемых вариантов ограничен и наилучший вариант может оказаться за его пределами.

Различие между имитационными и оптимизационными моделями проявляется в методах построения (имитационные модели предусматривают воспроизведение течения процесса, оптимизационные – использование аналитических методов). Сам процесс оптимизации воспринимается при этом как свойство, являющееся залогом осуществимости всех проблемно-ориентированных моделей.

При моделировании мобильного строительства свойство оптимизации особенно важно. Выбор оптимальной модели – наиболее характерный пример его проявления, когда условие оптимальности позволяет реализовать комплексный подход к изучению разнонаправленных процессов и явлений, разнокачественных факторов и характеристик, обеспечить взвешенную, согласованную их оценку.

Свойство оптимальности проявляется в вариантности процесса моделирования. Вариантность (вариантный метод, вариантный подход) есть процесс разработки предварительных проектов модели, по которым принимают решения соответствующие распорядители.

Предложения, положенные в основу управленческого решения, должны всегда содержать ряд вариантов – различных направлений действия для достижения поставленной цели, среди которых руководитель, принимающий решение, может выбирать. Безальтернативное предложение фактически является не продуманной рекомендацией, а ультиматумом.

Существует несколько типов вариантных построений.

Первый тип построения включает так называемые хронологические варианты. Их характерная особенность – хронологическая последовательность решений, когда на конец рассматриваемого периода устанавливаются два или три уровня решения социально-экономических проблем. При двух уровнях решения рассматриваются минимальный и максимальный уровни, при трех – еще и средний уровень. При такой схеме построения один вариант не исключает другого, они все осуществимы, но в различные сроки.

Второй тип построений опирается на варианты, различающиеся принципиально, причем принятие одного из них полностью исключает принятие остальных. Такие варианты получили название альтернативных.

Третий тип включает варианты, не имеющие взаимоисключающего характера и не расположенные в хронологической последовательности. В них могут содержаться повторяющиеся или взаимодополняющие элементы, а различие может не иметь принципиальной основы. Это не означает, однако, что окончательное решение может включать два или несколько вариантов. Процесс поиска оптимума, сам выбор вариантов не теряет своего значения.

Характер построения вариантов не является основным в процессе оптимизации, гораздо существеннее обоснование критерия оптимальности, на базе которого осуществляется выбор наилучшего варианта.

Одним из основных принципов, позволяющих реализовать поиск лучших решений, является *принцип сопоставимости вариантов*. Сопоставимость сравниваемых моделей традиционного и мобильного строительства может быть обеспечена при соблюдении ряда условий. Первым из них является единообразие структуры моделей. Структура модели мобильного строительства должна включать три крупных блока (модели развития производства БК, строительство и монтаж БК, эксплуатация БК), обладающих значительной самостоятельностью. Возможность их рассмотрения как самостоятельных моделей обусловлена стремлением к достижению четко фиксированных целей, однозначностью объекта рассмотрения (моделирования), спецификой методического инструментария, своеобразием показателей и характеристик, используемых для оценки состояния рассматриваемого объекта, и т. д.

Вторым условием сопоставимости является *идентичность сравниваемых показателей*. Номенклатура показателей, используемых для решения задач оптимизации мобильного строительства, достаточно широка. Несмотря на широкое применение показателя прибыли как основного результата хозяйственной деятельности строительной организации, находят обоснование показатели, отражающие объем СМР (в сопоставлении с затратами), учитывающие снижение себестоимости, базирующиеся на комплексировании социальных и экономи-

ческих объектов и т. д. Многие из них могут применяться в процессе оптимизации. Однако их множественность в практической оценочной деятельности невозможна. Достаточно корректны лишь те сравнительные оценки, в основе которых лежат единообразные принципы, подходы, критерии.

В процессе оптимизации решений очень важно использовать *научно обоснованные критерии*. Критерием оптимальности является количественный показатель, имеющий предельную меру и пригодный для сравнительной оценки вариантов. В экстремальных задачах критерием называют переменную величину, по изменению которой можно судить об оптимальности варианта решения. В задачах на максимум эта величина стремится к увеличению (например, если в качестве критерия оптимальности рассматривается прибыль). В задачах на минимум она стремится к уменьшению (когда, например, критерием оптимальности выступает объем затрат). Поиск оптимального значения выбранного критерия является целью расчетов или целевой функцией.

Для одной задачи может существовать лишь один критерий оптимальности, и такая задача всегда монокритериальная. Поиск такого показателя продолжается уже не одно десятилетие. Отечественными учеными было высказано множество предложений по его обоснованию и использованию. Предлагалось максимизировать объем выпускаемой продукции (чистой, условно чистой, реализуемой и т. д.), прибыль и рентабельность производства, эффективность капитальных вложений и показатели уровня жизни. Минимизации «подвергались» полные и приведенные затраты, количество затраченного времени, площадь используемой территории и др.

В отечественной экономической литературе последних десятилетий вряд ли можно найти более распространенное понятие, чем эффективность. Ему посвящено множество научных трудов и исследований. Даны общие и частные трактовки этого понятия, рассмотрены основы его формирования и предложены различные методы измерения. В общем представлении эффективность характеризует развитые системы, процессы и явления. Стремясь повысить эффективность конкретного вида хозяйственной деятельности, например мобильного строительства, мы определяем меры, способствующие процессу развития, и отсекаем те из них, что ведут к регрессу. В этом смысле эффективность всегда связана с практикой. Она становится целевым ориентиром управленческой деятельности.

Эффективность – качественная категория, связанная с интенсивностью развития хозяйственной деятельности. Она отражает глубинные процессы совершенствования, происходящие во всех ее элементах, и исключает механистические подходы. Столь широкое трактование эффективности не противоречит узконаправленному ее пониманию. Широко известны показатели эффективности производства: его результативность, интенсивность функционирования системы, степень достижения цели, уровень организованности системы и т. д. Это свидетельствует о многогранности категории эффективности и сложности ее представления в показателях и измерителях.

Для определения принципов и методов оценки эффективности мобильного строительства рассмотрим две важнейшие экономические категории – эффект и эффективность. Обе категории отражают способность экономического объекта к прогрессивным количественным изменениям, выраженным в объемных показателях. Наиболее выражена взаимосвязь этих категорий с понятием развития и присущим ему качественными изменениями, благодаря которым чаще всего достигается желаемый результат. Экономический рост может не отражать использования интенсивных факторов, а происходить за счет увеличения ресурсов.

Вместе с тем между этими категориями есть существенные различия. Эффект является отражением результата деятельности строительной организации. Понятия «эффект» и «результат» можно воспринимать как тождественные. Управление, получившее в международной практике наименование «управление по результатам», направлено на количественный прирост результирующих показателей, хотя и подразумевает изменение качественных характеристик.

Эффективность, в отличие от эффекта, учитывает не только результат хозяйственной деятельности, но и условия, при которых он достигнут. Эффективность любой деятельности принято выражать с помощью отношения результата к затратам. Целевая ориентация такого отношения – стремление к максимизации. При этом ставится задача максимизировать результат, приходящийся на единицу затрат. Возможно и обратное соотношение, когда показатель затрат относят к показателю результата. В этом случае сравнительный показатель минимизируется.

Хозяйственная деятельность строительной организации всегда направлена на достижение цели, и хотя не всегда к ней приводит, но обязательно заканчивается результатом. Если конечный результат совпадает с целью, то деятельность строительной организации может быть признана рациональной, если же такое совпадение отсутствует – деятельность считается нерациональной.

Мобильному строительству, базирующемуся на современной маркетинговой концепции, всегда присуща множественность целей, она включает производство БК в заводских условиях, строительные-монтажные работы и ввод в эксплуатацию, эксплуатацию БК. Для каждого из этих направлений характерны собственные цели, иногда взаимоисключающие (например, при стремлении к росту прибыли и минимизации затрат). При этом, разумеется, ставятся задачи поиска однонаправленных целей или разумного компромисса. Если компромисс невозможен, задача оценки эффективности решается методом многоцелевой оптимизации.

Второй принцип оценки эффективности мобильного строительства – допустимость использования нескольких критериев оптимальности. Важно подчеркнуть, что речь идет именно о допустимости, а не необходимости использования нескольких критериев.

Маркетинговая концепция мобильного строительства предполагает использование различных стратегий, наибольшее распространение получили так называемые наступательные стратегии. Среди присущих им целей можно вы-

делить: увеличение объема продаж и прибыли (в количественном выражении), овладение определенным сегментом рынка, занятие определенного положения в конкурентной среде, прирост объема производства и производительности труда, достижение количественно выраженного социального эффекта и т. д.

С точки зрения специфики и задач развития мобильного строительства в ИСК увеличение занимаемой доли рынка, приращение конкурентных преимуществ обуславливают устойчивость стратегических позиций строительной организации, т. е. характеризуют возможность ее эффективного функционирования в длительной перспективе.

Отсюда следует третий принцип: при оценке эффективности деятельности целесообразно отдавать предпочтение целям, характеризующим устойчивость рыночных позиций строительной организации, реализуя принципы маркетинга как рыночной концепции управления. Такой подход не противоречит стремлению к максимизации прибыли и создает условия для успешного функционирования в длительной перспективе. При этом эффективность оценивается с учетом стратегических приоритетов, а среди оценочных показателей преобладают показатели, характеризующие результативность усилий, предпринимаемых в том или ином стратегическом направлении.

Взаимосвязь результатов строительной деятельности с этапами цикла создания и реализации продукции строительно-монтажных работ и услуг является четвертым принципом оценки эффективности управления.

Как известно, прибыль проявляется лишь на стадии реализации БК. В силу этого для оценки эффективности мобильного строительства на промежуточных стадиях требуются показатели, ориентированные на стратегические задачи, охватывающие весь планируемый жизненный цикл продукции – от формирования идеи до снятия БК с производства.

В системе оценочных показателей на стадии реализации построенных БК доминирует прибыль. Она отражает саму суть данной стадии: стабилизация роста прибыли, детерминируемая признанием БК потребителем, снижением его себестоимости. Однако в конце стадии, когда наблюдаются первые признаки абсолютного снижения прибыли, становятся актуальными задачи обновления ряда БК и разработки новых его видов. На этом этапе возрастает значение стратегических задач – поиска новых идей, их разработки, испытания, продвижения на рынок и т. д., а оценка эффективности вновь тяготеет к использованию показателей рыночной устойчивости строительной организации. На завершающей стадии жизненного цикла БК устанавливается, как правило, быстрый уход с рынка устаревшей номенклатуры БК и отказ от активных рыночных действий.

Таким образом, можно констатировать изменчивость результирующих показателей мобильного строительства в зависимости от стадии жизненного цикла БК, а также возможность их комбинации.

Конкурентоспособность БК или строительной организации выражается с помощью относительного показателя, где в качестве оцениваемых альтернатив выступают БК или организации, образующие конкурентную среду.

При формировании совокупности маркетинговых затрат учитываются расходы на маркетинговые исследования; разработку инновационных решений; подготовку рынка; организацию маркетинговой деятельности; разработку комплексного плана маркетинга; установление, укрепление и эффективное использование коммуникативных связей; организацию и стимулирование сбыта; рекламу и коммерческую пропаганду; мероприятия по укреплению имиджа.

На практике могут возникнуть сложности в использовании механизма взвешивания (соотношения) показателя результата и затрат. Если показатель результата имеет стоимостное выражение (например, прибыль), можно воспользоваться простым механизмом сравнения одноразмерных величин. Но если показатель результата представлен в иных единицах измерения (доля рынка, конкурентоспособность), он не может быть прямо сопоставлен со стоимостным показателем. В этом случае, применяя показатель эффективности как относительную величину, предназначенную для научного обоснования и выбора наиболее рациональных решений, можно использовать индексный подход, когда показатели затрат и результата выражаются в безразмерной форме, что позволяет осуществлять сравнение.

В рамках оптимизационного моделирования всегда возможна индексация ключевых показателей. Индексы исчисляются в ходе сопоставления альтернативных вариантов, один из которых принимается в качестве базового, а его показатель принимается за единицу. Представленные показатели выражают совокупный результат мобильного строительства и могут называться обобщающими. Кроме того, каждый вид деятельности характеризуется собственными результатами, на базе которых могут быть вычислены показатели, отражающие эффективность функционирования отдельных видов деятельности подсистем мобильного строительства.

Эти показатели не могут претендовать на роль обобщающих характеристик, но могут с успехом использоваться в качестве дополнительных составляющих. Для производственной подсистемы БК предложены следующие дополнительные показатели: эффективность производства БК, рассчитанная по типу ресурсоотдачи; производительность труда; рентабельность; эффективность производственных связей; система показателей, отражающих эффективность управления производством БК, эффективность управления кадрами, эффективность использования сбытовой и маркетинговой информации, управление сбытовой сетью, относительную величину прибыли от производства БК в общем объеме выпуска и др.

Эффективность строительно-монтажной подсистемы можно оценивать с помощью показателей, характеризующих объем строительно-монтажных работ быстровозводимых комплексов и затраты на организацию их возведения и сдачу в эксплуатацию; эффективность работы субподрядчиков, поставщиков СМР и персонала; относительную величину прибыли в общем объеме СМР и пр.

Для оценки функционирования эксплуатационной подсистемы можно использовать совокупность важнейших показателей и параметров, используемых при эксплуатации объектов недвижимости (зданий, сооружений и жилых объ-

ектов и др.). Соотношение этих показателей с показателями затрат дает представление об эффективности финансовой деятельности.

Говоря об эффективности коммуникативной подсистемы, необходимо подчеркнуть, что под ней понимаются в данном случае коммуникации между производителем строительной организации и потребителем. В этой подсистеме могут быть использованы дополнительные показатели эффективности рекламной деятельности (экономической и социопсихологической); стимулирования сбыта; использования различных средств рекламного воздействия; изучения мотиваций; использования средств создания общественного мнения в отношении предприятия и его продукции; системы показателей, характеризующих работу выставок и ярмарок, а также отражающих информационные составляющие.

В качестве показателя результата применительно ко всей системе мобильного строительства может быть использован имидж организаций: производителя и строительной организации.

Рассмотренный подход позволяет выбрать оптимальные стратегические ориентиры; обосновать цели и задачи мобильного строительства; прогнозировать результаты деятельности; анализировать рыночные возможности производителей БК и строительной организации и характеризовать их позиции в конкурентной среде; сочетать результирующие характеристики, реализуя принципы взаимодополняемости целевых характеристик; использовать принцип стратегической гибкости и адаптивности производственно-строительных систем.

5.1.2. Методы оценки экономического эффекта и сравнительной эффективности быстровозводимого строительства

Как показали результаты выполненных исследований, область применения и масштабы развития мобильного строительства обусловлены его эффективностью по отношению к традиционным методам организации возведения объектов недвижимости. При этом традиционные схемы строительства в местностях с особо сложными природными условиями, на пионерных этапах развития производственных комплексов, а также при сооружении линейных и рассредоточенных объектов могут быть приняты за базу сравнения лишь как гипотетические варианты.

Эта условность выражается в том, что многие экономические и социальные показатели, которые достаточно просто привести к единой мере, на практике в полном объеме труднореализуемы. В то же время и мобильные, и традиционные формы строительства имеют право на существование, а их сравнение базируется на вполне реальном основании [141].

Рассматривая физическую картину применения БК на всех стадиях жизненного цикла, необходимо отметить, что при расчетах эффективности на уровне отраслей экономики страны, а также для крупных корпоративных инвестиционных программ целесообразно применение методов оценки сравни-

тельной эффективности. Масштабы изучаемых процессов в данных случаях таковы, что непосредственно влияют на формирование народнохозяйственных пропорций и межотраслевых балансов, включая и такие системные показатели, как сметные цены и материальные затраты. В связи с этим они могут быть соотнесены непосредственно с главным критериальным показателем эффективности – с национальным доходом [142].

Использование при оценке и исследовании эффективности быстровозводимого строительства методов сравнительной эффективности также возможно, преимущественно при сопоставлении различных сборно-разборных, контейнерных и других конструктивных систем и отдельных типовых зданий на их основе. Кроме того, расчеты сравнительной эффективности необходимы, когда новая технология или организация работ являются предметом внедрения новых технических систем БК.

Особую важность имеют методы оценки эффективности передовых технических решений, которые основаны на учете не только производственных затрат, но и технических характеристик изучаемых объектов и влияния на экологию района.

Наконец, важной задачей расчетов является установление эффективности мобильных строительных организаций, целью которых выступает выявление влияния особенностей фактора комплексной мобильности на конечные экономические показатели подрядной деятельности. Данные виды расчетов по своей методике аналогичны расчетам общей экономической эффективности на более низком, внутриотраслевом уровне и используют показатели рентабельности, прибыли, окупаемости, себестоимости и другие параметры. Следует иметь в виду, что подобные расчеты ведутся, как правило, на разность затрат и результатов, при которых рассматриваются только те составляющие затратно-результатного механизма, которые изменяются в связи с переходом к мобильному строительству. Однако, кроме экономических показателей, необходимо рассмотреть характеристики и социальной эффективности, как минимум в качественной форме, давая им, когда это возможно, количественную оценку. Последнее обстоятельство делает задачу многокритериальной [141].

Необходимо также подчеркнуть, что внесистемные связи должны учитываться введением в расчет затрат и результатов показателей смежных отраслей, замыкающих оценок и мировых цен. В оценке эффективности эквивалентом внешних связей служат цены на приобретаемые строительными организациями ресурсы и строительную продукцию, а также стоимость работ и услуг, включая оплату банковского кредита.

Анализ факторов экономической эффективности логично проводить в такой последовательности: рассмотрение характера эффекта, оценка стоимостных показателей, определение условий получения экономии и необходимых затрат. В заключение целесообразно выявить, в какой структуре управления экономики осуществляются эти затраты и через какой хозяйственный механизм возможно направить часть полученного эффекта в распоряжение конкретной

строительной организации с тем, чтобы компенсировать затраты, связанные с применением новых методов размещения населения и персонала.

Рассмотрим более подробно наиболее важные составляющие суммарного эффекта, комплексные виды эффектов.

Так, эффект ускорения сроков размещения населения и досрочного ввода объектов в действие сопряжен с мобильностью через сокращение подготовительного периода и продолжительности основных работ. При этом время основного строительного процесса сокращается за счет перенесения части работ на комплектно-сборочные предприятия, применения более совершенных технологий строительства, прогрессивных конструкторских и проектных решений и более высокой профессиональной подготовки трудового коллектива.

В общегосударственном масштабе ускорение ввода объектов, находящихся на «критическом пути» развития экономики, будет большим, чем лишь увеличение массы прибыли самих предприятий. Досрочный ввод в этом случае способствует развитию производства в смежных отраслях или расширению экспортных ресурсов страны. При этом экспортируемая часть продукции и сами БК подлежат оценке с учетом мировых, элиминированных от колебаний рыночной конъюнктуры цен на данный вид продукции. При таком подходе эффект от ускорения ввода объектов может оказаться значительно большим.

Рассмотрим теперь более подробно метод расчета экономического эффекта от использования передовых быстровозводимых конструктивных систем.

В качестве исходных предпосылок приняты действующие нормативные документы, определяющие состав и порядок расчета эффективности, определения эксплуатационных затрат и обоснования стоимостных показателей для объектов капитального строительства и капитального ремонта быстровозводимых комплексов.

Учитывая основополагающие положения, определен следующий метод оценки эффективности БК в семь этапов.

1. Обоснование *сравниваемой конструктивной системы*, рекомендуемой для массового применения в строительных организациях или МЧС.

2. Обоснование *базового варианта конструктивной системы-аналога* для обеспечения сравнительности экономических расчетов при выполнении условий ее адекватной сопоставимости с оцениваемой системой.

Следует отметить, что данный метод отражает *учет фактора времени* при эксплуатации БК, который является одной из форм соизмерения полных общественно необходимых затрат: текущих и единовременных. При этом предоставляется возможность осуществления рационального выбора варианта для принятия управленческих решений в перспективе.

Разновременные капитальные вложения должны приводиться к заданному времени. Так, при сравниваемых вариантах капитальные вложения осуществляются в разные сроки, а текущие затраты изменяются во времени, следовательно, сравнение вариантов необходимо производить приведением затрат более поздних лет к текущему моменту.

Детальное рассмотрение существующих научных подходов, развивающих нормативные документы в области перебазируемых объектов, свидетельствует о необходимости учета также не только единовременного эффекта от ускоренного ввода БК в первом цикле, но и последующих эффектов при передислокации БК и их вводе во втором и последующих циклах. В этом и реализуется системообразующий эффект многократности перебазирувания, который является принципиальным системным качеством единой технической системы БК.

При этом оценка эффективности капитальных вложений в БК имеет свои особенности. Они заключаются в учете дополнительных капитальных вложений на втором и последующих пунктах базирования, связанных с монтажно-демонтажными работами, устройством новых инженерных коммуникаций и расходами на транспортирование в соответствии с жизненным циклом БК. В свою очередь, экономический эффект при эксплуатации БК будет включать эффект от применения, народно-хозяйственный эффект от ускорения ввода в действие и снижения постоянной части накладных расходов.

Однако проведенные исследования показали, что в ряде случаев целесообразен другой экономический подход. Он заключается в том, что учитываются только единовременные капитальные затраты на приобретение комплекта БК и его ввод в действие только в первом пункте базирования с учетом транспортных и монтажных затрат. В то же время остальные затраты в каждом из последующих пунктов базирования можно считать текущими с отнесением их на текущие расходы или себестоимость продукции БК.

Как показали оценки, оба варианта расчетов имеют свои положительные и отрицательные стороны, а их правомерность определяется конкретными отраслевыми, региональными и технологическими условиями эксплуатации БК.

В любых методах оценки эффективности БК следует учитывать, что доминирующим критерием в системе общегосударственной эффективности является принцип экономии времени, а мерой оптимума получаемых эффектов служит прежде всего показатель достигнутой общественной производительности труда.

5.2. Оценка эффективности эксплуатации быстровозводимых комплексов

5.2.1. Критериальная база оценки эффективности эксплуатации быстровозводимых комплексов

Прежде всего, необходимо отметить, что критериальная база является важной составной частью методов оценки и исследования эффективности применения БК и используется в тех случаях, когда одна и та же цель может быть достигнута различными способами, вариантами решений, неравноценными по отношению к этой цели.

Многовариантность и неравноценность допустимых решений присущи всем возможным задачам по использованию БК. Следствием этих вариантов

оказывается различие в затратах материальных, финансовых и трудовых ресурсов, а также времени на развертывание и свертывание БК.

В экономических задачах по оценке БК в качестве критерия оптимальности используются различные технико-экономические показатели систем, подлежащие или максимизации, или минимизации в связи с тем, что БК в значительной степени предназначены для использования в сложных условиях отдаленных и труднодоступных районов, где трудовые ресурсы почти отсутствуют, а время освоения строительных площадок ограничено сроками подготовительного периода по СНиП

Следует отметить, что выбор одного из рассмотренных критериев оптимальности производится в каждой конкретной ситуации оценки индивидуально – с учетом комплексного анализа всех целей, условий и факторов для выбора экономически эффективных окончательных решений.

Кроме того, наряду с монокритериальным, существует и *поликритериальный подход к оценке БК*, базирующийся на использовании не одного, а нескольких критериев оптимальности. При этом выбирается наиболее корректный путь компромиссного решения, связанный со следующим алгоритмом.

Во-первых, необходимо установить ранги критериев, расположив их в порядке важности для решения конкретной задачи оценки.

Во-вторых, производится выбор оптимального решения по первому критерию в ранговом ряду.

В-третьих, определяется область исследуемого показателя, где значения по этому критерию отличаются от оптимального в приемлемых для данной задачи оценки пределах, например 5–10 %.

В-четвертых, производится оптимизация по второму критерию в ранговом ряду в пределах выделенной области, которая, ввиду достаточной пологости функции критерия в районе экстремума, как правило, оказывается значительной для проведения второй оптимизации. При этом оптимальным решением считается такое, которое соответствует максимуму или минимуму второго критерия в данной области.

Если количество критериев больше двух, дальнейшая оптимизация выполняется аналогично.

Выполненные исследования представительного ряда БК различных типов и видов показали, что возможно и другое направление решения оптимизации путем превращения второго и последующих критериев в ограничения. Например, проблема может быть сформулирована следующим образом: базовым критерием является минимальный срок развертывания БК, а ограничениями могут являться допустимые пределы трудовых ресурсов данного подразделения и удельная трудоемкость монтажа имеющихся мобильных зданий. Следует отметить, что в данной постановке задача экономико-математической оценки эффективности применения БК существенно усложняется.

Результаты исследования БК свидетельствуют о том, что существует и *третье направление оптимизации решений*, связанное с применением интегральных критериев, которые могут учитывать два или более факторов повышения эффективности.

И наконец, *четвертое направление оптимизации* связано с использованием гипотезы непротиворечивости разных целей путем обоснования специальных ассортиментных соотношений, когда два и более из рассмотренных критериев могут быть совмещены в одновременной задаче оценки эффективности БК. Это может быть достигнуто преимущественно путем выбора более совершенных технических решений систем, подсистем и элементов.

Необходимо отметить, что в практике экономического обоснования выбора рациональных решений БК могут использоваться и различные комбинации рассмотренных четырех критериальных подходов.

Напомним, что метод оценки комплексных показателей различных сборно-разборных и контейнерных систем обоснован нами ранее в выполненных исследованиях. Он базируется на учете специфических показателей технического уровня и стоимостных затрат при производстве, транспортировании и монтаже систем. Данный алгоритм и особенности применения метода были обоснованы и пояснены ранее во второй главе работы, а также в трудах [127, 128]. Подчеркнем, что сущность данного метода состоит в корректном сопоставлении двух взаимозависимых аспектов БК: «затрат», связанных со стоимостными расходами труда, материалов и транспорта, с одной стороны, и «результатов», трансформирующихся в потребительские качества систем в соответствии со структурой их тактико-технических характеристик.

Показатели стоимости, трудовых затрат и технико-экономические характеристики БК определяются в соответствии с разработанной методикой, подробно отраженной в работе [126]. При этом оцениваемые технические параметры систем выбираются в зависимости от целей и задач оценки с учетом показателей, обоснованных во второй главе работы. Это позволяет достаточно точно и объективно осуществить оценку комплексного показателя экономической эффективности БК, учитывая их специфические системные свойства мобильности на всех стадиях жизненного цикла.

Следует иметь в виду, что одними из главных особенностей применения БК являются сокращение сроков подготовительного периода в строительстве, подготовки производства и ускорение производственного цикла. При этом экономический смысл общегосударственного эффекта как наиболее существенного из всех рассмотренных составляющих общего экономического эффекта заключается в том, что при сокращении продолжительности ввода БК в действие быстрее начинается процесс окупаемости капитальных вложений, осуществленный в экономике страны. Для экономического обоснования и выбора соответствующего критерия оптимальности во многих случаях эффект от ускорения начала функционирования БК является решающим компонентом общего эффекта. Вследствие этого иногда бывает целесообразно и научно обосновано вначале даже проиграть на приведенных затратах на внутриотраслевом уровне Госстроя РФ, но выиграть за счет большого экономического эффекта от уменьшения сроков ввода БК в эксплуатацию.

5.2.2. Практика оценки эффективности эксплуатации быстровозводимых комплексов

Прежде всего отметим, что рассмотрение физической картины процессов эксплуатации БК показало, что наиболее сложной и значимой с экономической точки зрения является проблема оценки эффективности не только одного здания, а комплекса быстровозводимых объектов, составляющих единое целое – вахтовый поселок. Учитывая данное принципиально важное положение, а также то, что абсолютное большинство строительных фирм РФ в настоящее время выполняет свои задачи не в отдельно функционирующих объектах, а в сложнотруктуризованных корпоративных системах, а также муниципальных образованиях и субъектах РФ, необходимо перейти в оценке эффективности от одного здания к их совокупности в поселении.

С этой целью выполнена оценка экономической эффективности двух быстровозводимых вахтовых поселков, основанная на полученных удельных сравнительных показателях в 3 этапа.

На первом этапе выполнен анализ существующих типовых и экспериментальных решений вахтовых поселков и обоснованы два сопоставимых аналога для последующего экономического исследования. Работа выполнена на основе изучения проектно-сметной документации. Кроме того, проанализированы генеральные планы и экономические показатели вахтовых поселков «Тюменьтрансгаз», в которых произведены экспериментальные натурные исследования, отраженные в работе.

На втором этапе осуществлены поиск, расчет и обобщение сопоставимых технико-экономических показателей выбранных двух вариантов вахтовых поселков в необходимом для расчета согласно принятым методикам объеме.

На третьем, заключительном этапе произведен расчет сравнительной экономической эффективности вариантов и обоснованы выводы.

Схемные решения генеральных планов, обоснованных для сравнения вахтовых поселков, учитывают современные требования норм и правил. Первый вариант представляет собой вахтовый поселок для оперативного размещения 500 чел. в быстровозводимых конструкциях типа «К-9-62-В», «3-21-16», «3-21-11» и «СРМ-18т5-01», согласно типовому проекту. Второй вариант является городком для скоростного расквартирования 500 чел. в мобильной системе «Модуль» в соответствии с проектом 160 ДСК.

Сопоставимость вариантов обеспечена одинаковыми показателями функционального назначения, вместимости, типа конструктивного решения, этажности, степени огнестойкости, решения инженерных сетей, способа строительства и формы эксплуатации.

Технико-экономические показатели основных зданий и сооружений вахтового поселка по первому варианту обобщены в работах авторов.

Шесть общежитий решены в системе «К-9-62-В», одна столовая – в «3-21-И», 4 жилых дома – в «3-21-16», комплексное административное здание, медпункт и комбинат бытового обслуживания – в «3-12-16», комплексное

здание общежития и магазина – в «К-9-62-В», комплексное здание клуба с чайной – в «К-9-62-В» и «3-21-11», спорткомплекс – в «СРМ-18Т5-01». Подробные показатели каждой данной системы исследованы ранее в первой и второй главах настоящей работы (табл. 1.1–1.4).

Как видно из анализа данных, произведен расчет общих показателей на вахтовый поселок, а также удельных показателей на 1 человека.

Отметим, что два общежития решены в системе «К-240-П-01», жилой 4-квартирный дом – в системе «Модуль», а столовая, общежитие, клуб, спортзал, магазин и чайная объединены в одно комплексное здание системы «Модуль». Подробные характеристики системы исследованы в предыдущих разделах работы.

Оценка данных показателей позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, вариант 1 характеризуется лучшими показателями: снижением сметной стоимости зданий и инженерных сетей (на 0,83 тыс. у. е./чел.), стоимости комплекта зданий и сетей (на 1,16 тыс. у. е./чел.), массы комплектов (на 0,2 т/чел.) и затрат на эксплуатацию (на 6,3 у. е./чел.).

Во-вторых, вариант 2 отличается более высокими характеристиками: трудоемкостью монтажа (на 9,43 чел.-дн./чел.), расчетным сроком эксплуатации (на 12 лет больше), сроком строительства (на 2 месяца меньше), стоимостью строительно-монтажных работ (на 0,32 тыс. у. е./чел.) и площадью застройки (на 3,1 м/чел.).

В-третьих, совместное рассмотрение полученных достоинств и недостатков каждого из вариантов с учетом фактора времени и расчетом по принятой методике показало, что второй вариант вахтового поселка характеризуется по сравнению с первым сравнительной экономической эффективностью в размере 147,612 тыс. у. е., при этом удельная эффективность на 1 человека составляет 295 у. е.

5.2.3. Экспериментальное строительство и обоснование оптимальных технологических параметров ускоренного метода возведения индивидуальных жилых домов

В п. Сиверский Ленинградской области авторами совместно с М. С. Никольским в зимнее, летнее и осеннее время были возведены 3 коттеджа с использованием данной технологии.

В процессе монтажа автором проводились замеры основных технологических параметров: трудоемкости (чел.-см.), машиноемкости (маш.-см.), выработки (м²/чел.-см.), стоимости (руб./м²), допусков (мм) и показателей качества. Их анализ подтвердил высокие уровни технологичности, безопасности и качества всех строительных процессов. Это обеспечило такие преимущества разработанной технологии перед традиционными методами, как: снижение трудоемкости, повышение качества монтажа, снижение стоимости сборки, повышение теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций.

Таким образом, была решена научная задача – на практике проверен и обоснован как оптимальный вид узлов соединения панелей между собой, исходя

из двух критериев оптимальности – минимума трудоемкости их монтажа и максимума простоты, удобства их соединения между собой вручную малым звеном из 2–4 рабочих невысокой квалификации 2–3 разряда.

Была выявлена новая зависимость снижения удельной трудоемкости монтажа индивидуальных жилых домов из сэндвич-панелей высокой степени заводской готовности (90–95 %) от повышения площади домов.

Далее был выполнен сравнительный анализ инновационных технологических преимуществ разработанных решений монтажа индивидуальных жилых домов и существующих технологий.

Также необходимо учитывать технические требования в соответствии с СНиП 3.03.01–87, п. 6.19–6.21.

Предельные отклонения:

- от вертикали кромок панелей – 0,001 длины панели;
- разности отметок концов горизонтально установленных панелей при длине панели до 6 м – 5 мм;
- плоскости наружной поверхности стенового ограждения от вертикали – 0,002 высоты ограждений;
- размеров карт укрупненной сборки по длине и ширине – ± 6 мм;
- разности размеров диагоналей – 15 мм.

Законченные монтажом конструкции стен следует принимать на все здание, температурный блок или по пролетам.

Изложенное выше позволяет далее обосновать необходимые **материально-технические ресурсы** для монтажа коттеджей.

Минераловатные панели. В качестве утеплителя для минераловатных панелей используется негорючая базальтовая вата «Rockwool» (сертификат соответствия ГОСТ Р РОСС RU. СБ24. НОО463, выдан 27.12.99 ФЦС в строительстве Госстроя России) производства ЗАО «Минеральная вата» – сэндвич-баттс С (ТУ 5762-006-4575 7203). В особо оговоренных случаях в замковой части панелей может закладываться брусок минеральной ваты сэндвич-баттс К более высокой плотности с целью повышения механической прочности, теплоизоляционной способности и противопожарной безопасности.

В качестве связующего при производстве панелей используется однокомпонентный клей производства фирмы «Henkel».

В качестве теплоизолирующего материала в панелях используется заливочный полиуретан (ТДИ80/20 и ТДИ65/35), сертификат соответствия N РОСС FR. Н 01. С 03234 [138].

Комплекующие. Наряду с основной выпускаемой продукцией на заводе изготавливаются все необходимые для монтажа сэндвич-панелей и профнастила дополнительные элементы: нащельники, крепеж и уплотнители.

Фасонные элементы. Фасонные элементы (нащельники), которыми перекрывают швы и открытые части панелей, изготавливаются как по приведенным типовым эскизам, так и в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика. Как правило, нащельники выполнены из оцинкованной стали и из стали с полимерным покрытием соответствующего вида и цвета.

Крепление фасонных элементов осуществляется с помощью саморезов или заклепок. Шаг крепления при этом обычно принимается равным 300 мм.

Нашельники рекомендуется устанавливать с нахлестом 100 мм и при их установке использовать силиконовый герметик в соответствии с приведенными узлами крепления панелей.

Помимо защитной функции, фасонные элементы несут декоративную нагрузку и придают архитектурную завершенность зданию.

Крепежные элементы. В комплект поставки сэндвич-панелей может входить весь набор крепежных элементов: от самонарезающих болтов для монтажа панелей до саморезов и заклепок для установки фасонных элементов.

Самонарезающие болты или дюбели подбираются в зависимости от толщины панелей и толщины материала несущей конструкции, а их количество – в зависимости от действующих нагрузок и длины устанавливаемых панелей (т. е. размеров пролетов). Как правило, каждая панель устанавливается на 4 крепежных элемента, однако короткие панели (короче 0,8 м) требуют для закрепления 2 болта. Для случая увеличенных пролетов (более 6,5 м), значительных воздействующих нагрузок (более 0,7 кН/м²) и особых требований пожаробезопасности число крепежных элементов на одну панель может возрасти до 6-8 шт. [138].

Саморезы для крепления фасонных элементов могут быть окрашены в необходимый цвет. Правильный выбор элементов крепления, сочетающих в себе безопасность и прочность, гарантирует длительный срок эксплуатации здания. Так, например, болты из нержавеющей стали с немагнитными свойствами более жизнеспособны и экономически не дороже, чем всесторонняя защита от коррозии. Кроме того, стоимость крепежных элементов лишь в незначительной степени влияет на стоимость всего здания.

Примерный расход крепежных элементов для условного усредненного проекта: болты самонарезающие – 0,75 шт./м² стены; саморезы или заклепки – 2 шт./м² стены.

Уплотнители и защитная пленка. При монтаже сэндвич-панелей применяются уплотнители типов INSEAL 3209 или ИЗОЛОН, представляющие собой полиуретановую самоклеящуюся ленту, закрепляемую в соответствии с представленными узлами панелей между плоскостью панели и несущей конструкцией.

Для обеспечения герметичности и предотвращения возможности промерзания в узлах соединения панелей друг с другом в замковые части панелей с внутренней стороны (а при необходимости и с наружной) наносится герметик (как правило, силикон).

Необходимость нанесения герметика на наружную сторону замкового соединения может быть вызвана особыми требованиями к герметичности и повышенными внешними (например, ветровыми) нагрузками.

Затраты на герметики составляют менее 1 % общей стоимости возведения здания, а потери тепла из-за негерметичности сооружения могут составить около 12 % от расходов на его эксплуатацию.

По желанию заказчика для предохранения изделий от механических повреждений при транспортировке и монтаже в процессе производства панелей на металлические поверхности наклеивается защитная полиэтиленовая пленка, которая легко удаляется по завершении монтажных работ.

И в заключение автором предлагаются следующие меры по охране окружающей среды и правила техники безопасности с учетом [10, 126, 138].

Охрана труда при производстве монтажных работ по возведению коттеджей из сэндвич-панелей. Монтажные работы являются наиболее опасными из всего комплекса строительно-монтажных работ, так как связаны с перемещением и установкой тяжелых элементов конструкций (у нас до 100 кг) и обычно на большой высоте (у нас до 2 этажей).

На строительной площадке должна быть обозначена знаками технологическая зона монтажа, т. е. рабочая зона, зоны складирования, предварительной сборки и транспортирования сэндвич-панелей с земли к месту установки. Особое внимание должно быть уделено зоне повышенной опасности – работе нескольких монтажных механизмов на примыкающих монтажных участках, на одном или разных уровнях работы по вертикали.

К монтажу и производству вспомогательных работ по разгрузке, складированию и строповке сборных элементов рабочих допускают только после *вводного инструктажа*. К производству верхолазных работ допускают монтажников не ниже 4-го разряда, старше 18 лет и со стажем работы не менее двух лет. Для получения допуска необходимо пройти курс обучения по технике безопасности и сдать необходимые испытания. Знания проверяют не реже одного раза в год, медицинское освидетельствование проводят не реже двух раз в год.

Грузозахватные приспособления, стропы и прочий инвентарь должны быть снабжены бирками с указанием грузоподъемности. Их испытывают на двойную нагрузку не менее двух раз в год, по результатам освидетельствования выдают специальные паспорта.

При работе на высоте монтажники обязательно надевают монтажные пояса и посредством цепи с крепежным устройством зацепляют себя к петлям смонтированных конструкций или к натянутым и закрепленным тросам. Рабочий инструмент должен быть в ящиках или сумках во избежание падений. При подъеме элементов для предотвращения их раскачивания или кручения они обязательно берутся на растяжки. Поднятые элементы запрещается оставлять на весу при перерывах в работе. Подъем любых грузов разрешают только при вертикальном положении полиспаста монтажного крана, т. е. без подтяжки поднимаемого элемента. Поднимаемый груз должен быть меньше или соответствовать грузоподъемности монтажного крана на данном вылете стрелы; соответствующая таблица зависимости вылета и грузоподъемности должна быть вывешена у рабочего места машиниста.

На строительной площадке устраивают проходы и проезды, на видных местах закрепляют указатели опасных и запретных зон. В ночное время стройплощадку обязательно освещают.

Грузозахватные приспособления после каждого ремонта должны подвергаться испытанию на нагрузку, в 1,25 раза превышающую их нормальную грузоподъемность, с длительностью выдержки 10 минут. Результаты осмотров грузозахватных приспособлений заносят в журнал учета. Осмотры выполняются: для траверс через каждые 6 месяцев; для строп и тары - через каждые 10 суток; для других захватов - через месяц.

Не допускается выполнение монтажных и послемонтажных работ на одной захватке, но на разных горизонтах. В отдельных случаях делается исключение, но при этом разрыв в уровнях не должен быть менее трех перекрытий.

Границу опасной зоны определяют расстоянием по горизонтали от возможного места падения груза при его перемещении краном. Это расстояние при максимальной высоте подъема груза до 20 м должно быть не менее 7 м, при высоте до 100 м - не менее 10 м, при большей высоте размер его устанавливают в проекте производства работ.

Смонтированные из сэндвич-панелей междуэтажные перекрытия и покрытия коттеджа должны быть ограждены до начала следующих работ.

Особые меры предосторожности следует принимать при изменении погодных условий. Не допускается выполнение монтажных работ на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололедице, грозе и тумане. Работы по перемещению и установке крупноразмерных панелей стен и подобных им конструкций с большой парусностью следует прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

При производстве строительно-монтажных работ пожарную безопасность на участке производства работ и на рабочих местах следует обеспечивать в соответствии с требованиями «Правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ ППБ-01–93*», утвержденных ГУГПС МВД России.

Лица, виновные в нарушении правил пожарной безопасности, несут уголовную, административную, дисциплинарную или иную ответственность в соответствии с действующим законодательством.

Ответственным за пожарную безопасность на строительном объекте назначается приказом лицо из числа ИТР организации, производящей работы.

Все рабочие, занятые на производстве, должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа и дополнительного обучения по предупреждению и тушению возможных пожаров.

На рабочих местах должны быть вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны и схемы эвакуации людей в случае пожара.

На месте ведения работ должны быть установлены противопожарные посты, снабженные пожарными огнетушителями, ящиками с песком и щитами с инструментом, вывешены предупредительные плакаты. Весь инвентарь должен находиться в исправном состоянии.

На территории запрещается разведение костров, пользование открытым огнем и курение.

Курить разрешается только в местах, специально отведенных и оборудованных для этой цели. Там обязательно должна находиться бочка с водой.

Электросеть следует всегда держать в исправном состоянии. После работы необходимо выключить электрорубильники всех установок и рабочего освещения, оставляя только дежурное освещение.

Участки работ, рабочие места и проходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с ГОСТ 12.1.046–85. Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия приборов на работающих. Производство работ в неосвещенных местах не допускается.

Рабочие места и подходы к ним требуется содержать в чистоте, своевременно очищая их от мусора.

Наружные пожарные лестницы и ограждение на крыше должны содержаться в исправном состоянии.

Запрещается загромождать проезды, проходы, подъезды к местам расположения пожарного инвентаря, воротам пожарной сигнализации.

Сети противопожарного водопровода должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать требуемый по нормам расход воды на нужды пожаротушения. Проверка их работоспособности должна производиться не реже двух раз в год (весной и осенью).

Для отопления временных мобильных (инвентарных) зданий должны использоваться паровые и водяные калориферы и электронагреватели заводского изготовления.

Сушка одежды и обуви должна производиться в специально приспособленных для этой цели помещениях с центральным водяным отоплением либо с применением водяных калориферов.

Запрещается сушить обтирочные и другие материалы на отопительных приборах. Промасленную спецодежду и ветошь, тару из-под легковоспламеняющихся веществ необходимо хранить в закрытых ящиках и удалять их по окончании работы.

Запрещается ставить на базе машины, имеющие течь топлива или масла, и с открытой горловиной топливного бака.

Запрещается хранить на стройплощадке запасы топлива и масел, а также тары из-под них вне топливо- и маслохранилищ.

Мыть детали машин и механизмов топливом разрешается только в специально предназначенных для этого помещениях.

Пролитые топливо и масло необходимо засыпать песком, который затем следует убрать.

Электросварочная установка на время работы должна быть заземлена.

Над переносными и передвижными электросварочными установками, используемыми на открытом воздухе, должны быть сооружены навесы из негорючих материалов для защиты атмосферных осадков.

Рабочие и ИТР, занятые на монтаже коттеджей из сэндвич-панелей, обязаны:

- соблюдать на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- выполнять меры предосторожности при пользовании опасными в пожарном отношении веществами, материалами, оборудованием;

- в случае пожара сообщить о нем в пожарную охрану и принять меры к спасению людей и ликвидации пожара.

Таким образом, в настоящем разделе выполнено экспериментальное строительство и обоснование оптимальных технологических параметров усовершенствованного метода возведения индивидуальных жилых домов.

Выводы

1. Установлены методом экспериментального строительства оптимальные технологические параметры предложенного способа: трудоемкость работ – 0,2 0,3 чел.-ч. на 1 м² площади панелей, стоимость монтажа – 40-50 руб. на 1 кв. м площади панелей, количество монтажников в звене – 3-4, квалификация – 2–3 разряд, сменность работ – 1–2, степень заводской готовности панелей – 90-95 %, этажность возводимых объектов – 1–2.

2. Показано, что строительный процесс возведения типового двухэтажного дома общей площадью 150 м² по предложенному методу характеризуется следующими технологическими параметрами: трудоемкость работ – 108 чел.-см., продолжительность строительства – 1–1,5 месяца (36 рабочих дней при звене из 3 монтажников и 1 смене и 18 рабочих дней при звене из 3 монтажников и 2 сменах), стоимость монтажа дома – 1,13 млн. руб. при удельной стоимости 7,53 тыс. руб. на 1 м² площади дома. Полученные параметры к 2011 году в РФ являются достаточно прогрессивными и конкурентоспособными по сравнению с рыночными аналогами технологий, что позволяет более быстро и более дешево вести всепогодное и всепогодное строительство малоэтажного жилья силами самих застройщиков в основном вручную и без привлечения подрядных организаций и средств механизации.

Доказана на объектах экспериментального строительства в пос. Сиверский Ленинградской области технологическая и экономическая целесообразность применения разработанных рациональных технологических решений возведения индивидуальных жилых домов из индустриальных сэндвич-панелей на основе нового узла типа «муфта-гильза» как более конкурентной строительной технологии по сравнению с известными способами строительства на основе традиционных мелкоэлементных и недостаточно индустриальных каменных и бетонных изделий.

5.2.4. Технологические особенности реализации основных проектов БМЗ

Выполненный анализ позволил авторам установить наличие значительного количества систем мобильных быстровозводимых зданий сборно-разборного типа со сроком эксплуатации 10–15 лет, которые не могут быть рекомендованы при строительстве стационарных БМЗ в полносборном варианте для постоянного проживания людей с гарантированным сроком службы 55–60 лет. К числу таких БМЗ относятся жилые дома фирмы «БУК»-10ММ, реализованные по программе «Модуль».

Технология возведения домов фирмы «БУК»-10ММ применительно к конкретным условиям строительства обоснована требованиями заказчика и формой финансирования, которые являются основными критериями выбора и совершенствования технологического процесса изготовления модулей, их доставки на место строительства и монтажа.

При участии авторов технология возведения домов фирмы «БУК» по программе «Модуль» постоянно совершенствовалась в течение 9 лет их применения (с 1993 по 2002 гг.) в России, нашла свое отражение в разработанных документах по транспортированию и временному складированию модулей, монтажу и эксплуатации домов различных типов и модификаций.

Настоящее исследование отражает динамику развития и совершенствования системы зданий «БУК» как по конструктивным, так и по технологическим показателям на основе принципа достижения наименьших затрат и обеспечения эффективного энергосбережения.

Данные свидетельствуют о большом разнообразии типов и видов модулей БМЗ. Наиболее известными системами являются: «Модуль-1», «Модуль-2», «Сокол», «Бук»-10ММ, «ЦУБ», «Нева», «Днепр».

Рассматривая различные технологии возведения малоэтажных зданий из модульных систем, необходимо отметить неразрывную связь звеньев технологической цепочки производственного цикла: завод-изготовитель модулей, процесс транспортирования, объект строительства.

В зависимости от конкретных условий строительства имеются различные варианты возведения БМЗ. При наличии надежного технологического транспорта не исключается быстрый монтаж «с колес», который успешно применялся в практике крупнопанельного строительства. Монтаж БМЗ может производиться следующими методами: средствами малой механизации, одним или несколькими кранами (стреловыми, козловыми, башенными, мачто-стреловыми), вертолетом.

Доставка модулей может осуществляться: автотранспортом, по железной дороге, водным или воздушным путем (вертолетом, дирижаблем) и комбинированными способами – смешанными перевозками, например автотранспорт – паром – доставка по железной дороге – автотранспорт. Выбор той или иной транспортной схемы зависит от многих факторов, и решения принимаются на стадии технологического проектирования и технико-экономического обоснования объекта.

Процесс заводского изготовления блок-модулей играет решающую роль в достижении технологических параметров и эксплуатационных качеств БМЗ.

Методом функционально-стоимостного анализа и экспертным методом в процессе научных исследований автором были выявлены следующие главные факторы, определяющие эффективность объемно-модульного строительства и влияющие на принятые критерии качества, безопасности и надежности БМЗ.

1-й фактор. Влияние конструктивно-планировочных решений на выбор типа здания, технологические параметры изготовления, транспортирования и монтажа блок-модулей. Конструктивное решение модуля и тип здания определяет архитектор на основе данных о площади участка застройки.

2-й фактор. Влияние используемых материалов на физико-механические (теплотехнические) и эксплуатационные свойства блок-модулей БМЗ, определяющие их долговечность, прочность, огнестойкость, морозостойкость и другие эксплуатационные показатели. Выбор применяемых материалов тесно связан с конструктивными параметрами объемных модулей и во многом определяет срок службы конструкций и всего объекта БМЗ, который должен составлять не менее 60 лет.

3-й фактор. Влияние технологии изготовления блок-модулей на функциональные свойства БМЗ. При этом решающую роль играют следующие технологические операции, от которых зависят качество и надежность возведения объектов БМЗ на различных стадиях производственного цикла:

- горячее цинкование металлических деталей несущих конструкций;
- пропитка антисептиками деревянных деталей конструкции каркаса;
- технологичность соединения металлических деталей блок-модулей;
- надежность соединения деревянных и металлических деталей несущей конструкции каркаса блок-модуля;
- установка внутренней пароизоляции модуля;
- внутренняя обшивка стен, потолка и пола блок-модуля;
- устройство электрической разводки модуля;
- монтаж инженерных сетей (водоснабжение, отопление, канализация, вентиляция);
- установка и надежное закрепление утеплителя (минеральная вата) на внутреннюю сторону модуля между стойками деревянной и металлической конструкции каркаса;
- обшивка внешней стороны модуля с приклеиванием на утеплитель и жестким соединением деревянных элементов каркаса шурупами;
- монтаж оконных блоков, дверей и внутреннего оборудования;
- заполнение всех внутренних и наружных швов.

4-й фактор. Влияние качества используемых материалов и технологии изготовления блок-модулей на долговечность и качество БМЗ, что обеспечивается строгим контролем качества применяемых материалов и соблюдением технологических режимов процессов заводского изготовления объемных блоков.

5-й фактор. Влияние качества подготовки производства и материальной заинтересованности участников строительства в эффективности и качестве возведения БМЗ, что достигается обучением рабочих, ИТР и руководящего состава до начала работ с целью достижения высокого качества, безопасности и надежности строительства БМЗ.

Сравнительный анализ конструктивных и технологических решений БМЗ по критериям технологичности весьма важен, так как позволяет обосновать применяемые конструкции, технологические приемы и режимы рабочих процессов, обеспечивающие строительство БМЗ при минимальных затратах труда, средств и времени. Если рассматривать возведение БМЗ по отдельным конструктивным элементам модульного строительства, то, используя много-

факторные модели, можно установить взаимосвязь конструктивных (объемно-параметрических) характеристик со следующими показателями:

Q – трудоемкость работ;

C – стоимость;

T – продолжительность строительства.

По данным РААСН, в условиях дискомфорта проживает 35–40 % населения России. Экологический дискомфорт в помещениях жилого дома создается различными внешними и внутренними физико-химическими воздействиями. Существует понятие «экологически чистый жилой дом» – это здание, в котором созданы условия безопасного проживания граждан, благоприятный бытовой комфорт и санитарно-гигиенический внутренний микроклимат: температурный и влажностный режим воздуха, допустимые уровни шума и вибрации, концентрации вредных химических веществ в конструкциях и в воздухе, освещенности, инсоляции, электромагнитного и ионообразующего излучения, электростатического и других видов воздействия на человека.

Особенно важным является изучение поставленных вопросов применительно к жилым БМЗ.

Предлагается новый метод оценки технических показателей надежности строительных конструкций БМЗ, основанный на обработке малого объема экспериментальных данных.

Решение задач по обеспечению безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений возможно при широком внедрении мониторинга технического состояния строительных конструкций с выявлением, анализом и прогнозированием процессов изменений проектных параметров в результате силового и несилового (температурного, влажностного и коррозионно-агрессивного) воздействия. Анализ результатов выполненных автором обследований технического состояния железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в условиях агрессивного воздействия несилового разрушения конструкций, показал значительное снижение нормативного срока эксплуатации.

Авторы выполняли обследование технического состояния строительных конструкций БМЗ в течение 5 лет. Фиксировались параметры коррозионного повреждения железобетонных конструкций фундаментов: глубина карбонизации бетона защитного слоя, глубина разрушения бетона защитного слоя, ширина раскрытия коррозионных трещин, ориентированных вдоль стержней рабочей арматуры.

Моделирующая функция подбирается по наименьшему расхождению между теоретическими и выборочными распределениями, то есть по различию собственных индикаторов моделей и исходных статистических индикаторов выборочных данных в пространстве моментов. Аналитические выражения закона распределения изучаемых выборок экспериментальных данных, полученные с использованием метода восстановления закона распределения на основе нормирования статистических данных, позволили получить следующие закономерности распределения измеряемых величин.

Исходные параметры технического состояния железобетонных конструкций, использованные при построении моделей, представлены временным рядом.

На базе полученной модели можно осуществлять мониторинг накапливаемых изменений состояния материала и прогноз будущего поведения случайного процесса, рассчитывая значение показателя для следующих моментов времени.

Общая закономерность изменения параметра глубины коррозионного повреждения говорит о линейном законе нарастания изменений, однако детальное рассмотрение процесса, а именно построение моделей распределения вероятности измеряемых данных, показывает, что даже при трех измерениях можно заметить существенные различия в моделирующих функциях, которые могут свидетельствовать об изменении структурных свойств случайного процесса.

Физический и моральный износ строительных конструкций БМЗ. Долговечность БМЗ взаимосвязана с физическим и моральным износом строительных конструкций.

Физический износ и обратная ей величина – физическая долговечность – зависят от физико-технических характеристик конструкций: прочности, тепло- и звукоизоляции, герметичности, водонепроницаемости и других параметров. Физический износ конструкций характеризует потерю их первоначальных качеств и может быть определен количественно на любой стадии эксплуатации здания.

Причины разрушения строительных конструкций разнообразны – это воздействия агрессивной окружающей среды, грунтовых вод, отрицательной температуры, резких перепадов температур, влияние отрицательных последствий техногенных процессов и промышленных производств и др.

Как показал мониторинг эксплуатации 241 жилого дома в поселках Сиверский и Касимово, в г. Пушкине и других населенных пунктах за период с 1993 г. по 2017 г., физический износ строительных конструкций и всего здания может происходить замедленно, равномерно и ускоренно.

Физический износ конструкций сопровождается появлением трещин, коррозией арматуры, снижением прочности и разрушением структуры материалов, потерей непроницаемости, теплопроводности, различными деформациями, просадками, осадками, дефектами, потерей несущей способности и разрушениями.

Критерием оценки технического состояния здания в целом и его конструктивных элементов, и инженерного оборудования является физический износ. В процессе многолетней эксплуатации конструктивные элементы и инженерное оборудование под воздействием физико-механических и химических факторов постоянно изнашиваются; снижаются их механические, эксплуатационные качества, появляются различные неисправности. Все это приводит к потере их первоначальной стоимости. Физический износ – это частичная или полная потеря элементами здания своих первоначальных технических и эксплуатационных качеств.

Многие факторы влияют на время достижения зданием предельно допустимого физического износа, при котором дальнейшая эксплуатация здания практически невозможна. Предельный физический износ здания, согласно «Положению о порядке решения вопросов о сносе жилых домов при реконструкции и застройке городов», утвержденному Госстроем РФ, составляет 70 %.

Далее, в процессе обследовательских работ и мониторинга, авторами выполнено исследование теплозащиты и долговечности многослойных конструкций домов. На первом этапе проведены проверочные расчеты температурных полей в стыках ограждающих конструкций для выявления возможности выпадения конденсата на их внутренней поверхности. Одним из основных исследований при проведении теплотехнической экспертизы проекта здания является определение температуры на внутренней поверхности стыков ограждающих конструкций.

Приведенное сопротивление теплопередаче фрагментов ограждений.

В исследуемом двухэтажном доме типа I из 24 объемных модулей имеем два различных фасада и две одинаковые торцевые стены.

По уровню теплозащиты в стеновых ограждениях различают 17 видов панелей. На теплопередачу влияют стыки стеновых панелей друг с другом и с перекрытиями, а также наличие и размеры окон.

Для Петрозаводска и Костромской области требуемое значение сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия несколько выше приведенного, поэтому желательно в чердачном перекрытии воздушную прослойку заполнить минераловатными плитами. Далее, на четвертом этапе, автором выполнено математическое моделирование режима узлов ограждения дома из объемных модулей.

Для основных конструктивных решений наружных стен, перекрытий и узлов их сопряжения, представленных в Паспорте двухэтажного 10-квартирного дома из объемных блоков полной заводской готовности типа «Модуль» (разработка БУК СИСТЕМБЛУ ГмБХ Пиннов, 15.08.1996), путем математического моделирования устанавливалось их температурно-влажностное состояние в годовом цикле для климатических условий средней полосы России.

При этом климатические параметры выбирались из СНиП 2.01.01–82 «Строительная климатология и геофизика», а характеристики материалов из «Руководства по расчету влажностного режима ограждающих конструкций зданий», ЦИИСФ, Москва, 1984 г. и СНиП II-3–79 «Строительная теплотехника», 1995.

Наличие прослойки несколько улучшает влажностное состояние верхней части утеплителя, однако как в том, так и в другом случае имеет место существенное накопление влаги в активной зоне верхнего перекрытия. Это приводит к снижению теплозащитных свойств утеплителя и конструкции в целом, деструкции ДСП и части утеплителя. Конструктивное решение нуждается в переработке. Заявленная разработчиками долговечность в 60 лет для данной конструкции не обеспечивается.

Исследованы распределения температуры и влажности по толщине наружного ограждения для наиболее интенсивного периода влагонакопления (декабрь, январь), аналогичные распределения температуры и влажности по толщине получены и для нижнего перекрытия (пола).

Однако относительно благоприятное температурно-влажностное состояние будет выполняться только при условии строгого соблюдения целостности пароизоляционного слоя.

В дальнейшем целесообразно рассмотреть конструктивные решения наружного ограждения, имеющего дополнительную воздушную прослойку, расположенную у наружной обшивки, что позволит улучшить температурно-влажностный режим ограждения и обеспечить естественное удаление избыточной парообразной влаги.

Кроме того, вертикальное расположение утеплителя в наружном ограждении вызывает необходимость дополнительных мероприятий по устранению осадки утеплителя и образования воздушных пазух.

Для устранения негативных явлений, выявленных на первом этапе исследований в конструктивном решении верхнего перекрытия, проводилось математическое моделирование температурно-влажностного состояния различных модификаций этой конструкции и после анализа выбиралось наиболее приемлемое решение. Как показывают результаты проведенного моделирования, в предлагаемых модифицированных решениях полностью устранены негативные явления, присущие первоначальному. Новые конструктивные решения узла сопряжения наружного ограждения и верхнего перекрытия, а также верхнего перекрытия в целом обеспечивают естественное удаление избыточной парообразной влаги и поддерживают нормальный влажностный режим в годовом цикле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно говорить о дальнейшем развитии в настоящей монографии актуального и приоритетного направления в строительной науке и технике для высокоскоростного строительства зданий из легких сэндвич-панельных систем. Оно способствует осуществлению российскими научными, проектными и производственными организациями существенного научного и технологического прорыва, а также обеспечению лидерства Российской Федерации в научном мире по указанному научному направлению. Сформирован и продолжает работать творческий коллектив из многих специалистов – ученых, проектировщиков, конструкторов заводов, строителей из СПбГАСУ, ОН РААСН, ВА МТО (ИТИ), «160-го ДСК», «21-го ДОЗ», компаний «Омега», «Город» и др.

Практикой строительства за 2012–2017 гг. доказано, что строительный процесс возведения двухэтажного дома общей площадью, как пример, 150 м² по предложенному методу характеризуется следующими технологическими параметрами: трудоемкость строительных работ – 100–110 чел.-см., продолжительность строительства – 1–1,5 месяца (35–38 рабочих дней при звене из 3 монтажников и 1 смене и 17–19 рабочих дней при звене из 3 монтажников и 2 сменах), стоимость комплекта составляет 2–2,25 млн руб. при стоимости 13–15 тыс. руб. за 1 м², стоимость монтажа дома – 1–1,13 млн руб. при удельной стоимости 6,5–7,53 тыс. руб. на 1 м² площади дома, итого – 3–3,38 млн руб. Ограничения: в стоимость не входят материалы и работы по инженерному оборудованию, земельный участок, присоединения сетей, окончательная отделка. Полученные параметры к 2017 году в РФ являются достаточно прогрессивными и конкурентоспособными по сравнению с рыночными аналогами технологий, что позволяет более быстро и более дешево вести всесезонное и всепогодное строительство малоэтажного жилья силами самих застройщиков в основном вручную и без привлечения подрядных организаций и средств механизации. Цена в 20–25 тыс. руб. за 1 м² в 2–3 раза меньше цены в 40–75 тыс. руб. при капитальном строительстве на основе традиционных монолитных и сборных бетонных, кирпичных и блочных технологий. Это существенное рыночное преимущество разработанной технологии.

Достоверность изложенных выше результатов исследований подтверждается значительным объемом проанализированных конструктивно-технологических решений; применением современных методов исследования, адекватных объекту изучения, моделирования, натурных экспериментов и исследования технологических параметров процессов возведения жилых домов, математической статистики и теории вероятности при решении оптимизационных задач; положительной апробацией и практикой внедрения.

Обоснован инновационный метод скоростного строительства экономических и комфортных малоэтажных жилых домов и общественных зданий на основе оптимизированных легких каркасно-панельных сэндвич-систем. Раскрыт методический подход к разработке оптимальной технологии в строительных процессах скоростного и массового возведения индивидуальных жилых домов из промышленных сэндвич-панелей в интересах граждан методом компьютерного моделирования и многокритериальной оптимизации различных вариантов технологических решений. Технология монтажа из средних и крупных промышленных сэндвич-панелей (1,2×3,6 и 2,4×4,8 м) позволяет существенно снизить трудоемкость и стоимость монтажа по сравнению с традиционными технологиями возведения малоэтажных домов из кирпича, блоков, монолитного бетона и сборного железобетона.

Основными ведущими строительными процессами являются процессы «сухой» сборки крупных сэндвич-панелей полной заводской готовности с применением унифицированных запатентованных быстросборных узлов соединений на основе типа «муфта-гильза», уплотнителей и нащельников. «Мокрые» процессы замоноличивания и сварки отсутствуют. Вспомогательными строительными процессами являются подготовительные, изоляционные, отделочные и контролируемые качество операции.

Разработана и внедрена система следующих базовых принципов создания новых технологий для быстровозводимых зданий. Это конструктивная и технологическая возможность быстрого монтажа и демонтажа за счет применения новых узлов типа шип-гнездо, замок и шарнир вместо сварки, болтов и замоноличивания; высокая технологичность (простота), низкая трудоемкость и стоимость монтажно-демонтажных работ с рабочими 2–3 разрядов или силами самих граждан-застройщиков; независимость процессов монтажа и демонтажа от погодных условий и внешних воздействующих факторов и др.

Монтаж жилого дома площадью 200 м² возможен за 1–2 месяца круглогодично, бригадой всего из 2–3 монтажников низких 2–4 разрядов и легкого крана КС-356 (3 т). Это существенно эффективнее кирпичных, блочных и панельных методов ведения работ.

В качестве направлений дальнейших научных исследований по данному направлению для высокоскоростного строительства зданий из легких сэндвич-панельных систем в 2018–2021 годах можно выделить следующие:

- разработка инновационных технологий оперативного развертывания трансформирующихся зданий для военных городков Министерства обороны

Российской Федерации при развертывании новых военных баз ВМФ и ВВС на арктических территориях на основе новых шарнирных и телескопических узлов;

- разработка новых технологий монтажа пневматических зданий для вахтовых поселков нефтяников и газовиков для освоения месторождений на Крайнем Севере по заказам ПАО «Роснефть» и «Газпром»;

- оптимизация и совершенствование конструктивных и технологических решений быстровозводимых жилых домов на 160-м ДСК в городе Королев и 21-м ДОЗ в городе Сокол – на основе внедрения новых пластмассовых конструкций вместо деревянных и стальных в каркасы панелей перекрытий и стен;

- исследования процессов монтажа и демонтажа объемно-блочных зданий при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в регионах по заказу МЧС Российской Федерации.

По результатам изложенных исследований авторами с коллегами было опубликовано 12 научных монографий, 5 учебных пособий и 27 статей в журналах ВАК и СКОПУС, получены патенты, сделаны доклады на 22 конференциях в СПбГАСУ, РААСН, ФРГ, Франции, Дании в 2000–2017 гг., 4 предложения поданы в «Инновационный альбом РААСН» в 2017 г.

Библиографический список

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: учеб. пособие: в 3 кн. – М.: АСВ, 1995. – Кн. 1. – 320 с.
2. *Агранат Г. А.* Использование ресурсов и освоение территории зарубежного Севера / Г. А. Агранат. – М.: Наука, 1984. – 104 с.
3. *Агапкин В. М.* Мобильность строительного производства / Ю. П. Адлер, В. М. Агапкин, А. Д. Хайтун. – М.: Стройиздат, 1987. – 302 с.
4. *Адлер Ю. П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
5. *Азгальдов Г. Г.* Теория и практика оценки качества товаров / Г. Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1982. – 256 с.
6. *Азгальдов Г. Г.* Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании / Г. Г. Азгальдов. – М.: Стройиздат, 1989. – 264 с.
7. *Асаул А. Н.* Предпринимательская деятельность в строительном комплексе (экономические проблемы) / А. Н. Асаул. – СПб.: ИСЭП РАН, 1999.
8. *Асаул А. Н.* Развитие регионального строительного комплекса на основе самоорганизации / А. Н. Асаул // Современное экономическое и социальное развитие: проблемы и перспективы. Ученые и специалисты Санкт-Петербурга и Ленинградской области – Петербургскому экономическому форуму 2003 г. – СПб., 2003.
9. *Березовский Б. И.* Строительное производство в условиях Севера / Б. И. Березовский. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1982. – 182 с.
10. *Бешелев С. Д.* Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
11. *Бинкин Б. А.* Эффективность управления: наука и практика / Б. А. Бинкин, В. Н. Черняк. – М.: Наука, 1982. – 144 с.
12. *Бирюков А. Н.* Опыт использования передвижных мобильных зданий строительного-монтажными организациями в зарубежных странах / А. Н. Бирюков, П. Г. Федоренко // Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. 10–11 декабря 1998 г. – СПб, 1998. – С. 49–51.

13. *Богушевич Е. Н.* Временные здания и сооружения в строительстве / Е. Н. Богушевич, И. В. Степанов. – М.: Стройиздат, 1970. – 255 с.

14. *Бойцов Л. Н.* Санитарно-бытовое обслуживание работающих на строительной площадке / Л. Н. Бойцов, В. Г. Миронов, И. В. Степанов. – М.: Стройиздат. – 1981. – 189 с.

15. *Букалов А. В.* Феномен структурирования психоинформационного пространства: иерархия объемов человеческого внимания, памяти и мышления / А. В. Букалов // Соционика, ментология и психология личности. – 1999. – № 2. – С. 31–33.

16. *Бусленко Н. П.* Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М.: Наука, 1968. – 464 с.

17. Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях. Санкт-Петербург, 10–11 декабря 1998 г.: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. / под общ. ред. Ю. Н. Казакова, А. И. Васильева, А. В. Лубяченко. – СПб.: Стройиздат СПб, 1998. – 320 с. ил.

18. *Варламов Н. В.* Организация и проведение подрядных торгов на объекты и услуги в строительстве и городском хозяйстве: учебник для вузов / Н. В. Варламов, Ю. П. Панибратов, А. М. Симановский, А. И. Солодкий, Р. Б. Шакиров, В. А. Яковлев. – М.: АСВ, 2000. – 218 с.

19. *Васильев А. И.* Разработка общевоисковых комплектов блочно-модульных быстровозводимых зданий, сооружений и инженерных сетей для обеспечения мобильного (временного) обустройства личного состава частей и соединений войск, а также предложений по вариантам их использования в особых периодах: итоговый отчет о НИР «Комплект» / А. И. Васильев, Ю. Н. Казаков [и др.]. – ВИТУ, 1999. – 215 с. – № 185/5/348.

20. *Варакута С. А.* Управление качеством продукции: учеб. пособие / С. А. Варакута. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 207 с.

21. *Васильев В. М.* Управление в строительстве: учебник для вузов / В. М. Васильев, Ю. П. Панибратов, С. Д. Резник, В. А. Хитров. – 2-е изд. – М.: АСВ, 2001. – 352 с.

22. *Варшавский И. П.* Долговременные вахтовые поселки / И. П. Варшавский // ЭКО. – 1987. – № 3. – С. 162–167.

23. *Фролов И. Т.* Введение в философию: учебник для вузов / И. Т. Фролов [и др.]. – М.: Политиздат, 1989. – 639 с.

24. *Вентцель Е. С.* Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.

25. *Вермишев Х.* Методы автоматического поиска решений при проектировании сложных технических систем / Х. Вермишев. – М.: Радио и связь, 1982. – 152 с.

26. *Венецкий И. Г.* Теория вероятностей и математическая статистика / И. Г. Венецкий, Г. С. Кильдишев. – М.: Статистика, 1975. – 264 с.

27. *Верижников С. М.* Мобильное жилище для Севера (из легких сплавов и синтетических материалов) / С. М. Вержников. – Л.: Стройиздат, 1976. – 101 с.

28. Временная инструкция по проектированию вахтенных поселков (комплексов) // ЛенЗНИИЭП, Госгражданстрой. – Л., 1975. – 19 с.
29. Временные указания по проектированию общежитий, размещаемых в инвентарных зданиях. – М., 1974. – 44 с.
30. *Глудкин О. П.* Всеобщее управление качеством: учебник для вузов / О. П. Глудкин, Н. М. Горбунов, А. И. Гуров, Ю. В. Зорин; под ред. О. П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.
31. *Гаврилова Н. Ю.* Градостроительная модель освоения нефтегазодобывающих районов Западной Сибири / Н. Ю. Гаврилова // *Налоги. Инвестиции. Капитал.* – 2002. – № 1-2. – С. 84–91.
32. *Гаек Я.* Теория ранговых критериев / Я. Гаек, З. Шидак. – М.: Физматгиз, 1971. – 101 с.
33. *Гмошинский В. Г.* Инженерное прогнозирование технологии строительства / В. Г. Гмошинский. – М.: Стройиздат, 1988. – 296 с.
34. *Гмурман В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1977. – 479 с.
35. *Голубков Е. П.* Маркетинговые исследования: теория, методология и практика / Е. П. Голубков. – М.: Финпресс, 2000. – 464 с.
36. *Горелова В. Л.* Основы прогнозирования систем / В. Л. Горелова, Е. Н. Мельникова. – М.: Высшая школа, 1980. – 287 с.
37. Градостроительный кодекс РФ от 07.05.1998 № 73-ФЗ (с изменениями от 30.12.2001).
38. ГОСТ 25957–83. Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Классификация, термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 9 с.
39. ГОСТ 22853–86. Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 20 с.
40. ГОСТ 15.902–85. Здания и сооружения мобильные (инвентарные). Система разработки и постановки продукции на производство. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.
41. ГОСТ 4.252–84. Строительство. Здания мобильные (инвентарные). Номенклатура показателей. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 3 с.
42. ГОСТ 23345–84. Здания мобильные (инвентарные). Системы санитарно-технические. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 6 с.
43. ГОСТ 4.232–84. Дома малоэтажные деревянные заводского изготовления. Номенклатура показателей. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 10 с.
44. ГОСТ 23274–84. Здания мобильные (инвентарные). Электроустановки. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 10 с.
45. ГОСТ 18477–79. Контейнеры универсальные. Типы. Основные параметры и размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 14 с.
46. ГОСТ 15.011–82. Порядок проведения патентных исследований. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 22 с.

47. ГОСТ 19460–74. Надежность в технике. Расчет показателей безотказности невосстанавливаемых объектов (без резервирования). – М.: Госкомитет стандартов, 1974. – 15 с.

48. ГОСТ 20738–75. Надежность в технике. Расчет комплексных показателей надежности восстанавливаемых объектов (без резервирования). – М.: Госкомитет стандартов, 1977. – 17 с.

49. *Гусаков А. А.* Системотехника строительства / А. А. Гусаков. – М.: Стройиздат, 1983. – 440 с.

50. *Давидович В. Г.* Планировка городов и районов. Инженерно-экономические основы / В. Г. Давидович. – М.: Стройиздат, 1964. – 112 с.

51. *Дагаева И. А.* Позиционирование товара на микросегментах потребительского рынка: автореф. дис. ... канд. эконом. наук / И. А. Дагаева. – СПб., 2003. – 20 с.

52. *Данилов И. В.* Организация производственного быта на строительных площадках: опыт Главленинградстроя / И. В. Данилов, И. В. Степанов. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1986. – 225 с.

53. *Дрозд В. П.* Новые инвентарные временные сооружения / В. П. Дрозд. – М.: Госстройиздат, 1958. – 89 с.

54. *Ермолов В. В.* Воздухоопорные здания и сооружения / В. В. Ермолов. – М.: Стройиздат, 1980. – 304 с.

55. *Ерофеев П. Ю.* Об исследовании рынка блок-модульного строительства быстровозводимых зданий и поселений. / П. Ю. Ерофеев, М. М. Калужнюк, Е. В. Секо // Тематический сб. трудов под ред. В. А. Заренкова. – СПб.: Стройиздат СПб, 2003. – С. 105–112.

56. *Ерофеев П. Ю.* Вопросы терминологии в исследовании рынка вахтовых поселков / П. Ю. Ерофеев, М. М. Калужнюк, Е. В. Секо // Регион: Политика. Экономика. Социология. – СПб., 2003. – № 4. – С. 78–80.

57. *Ерофеев П. Ю.* О количественном определении интервальных границ технико-экономических показателей строительной продукции с учетом психологии восприятия / П. Ю. Ерофеев, Е. В. Секо // Регион: Политика. Экономика. Социология. – СПб., 2003. – № 4. – С. 135–138.

58. Жилые здания: СНиП 2.08.01–89*. – М., 1998. – 17 с.

59. *Жунусов Т. Ж.* Активная сейсмозащита зданий и сооружений / Т. Ж. Жунусов, Ю. Д. Черепинский, И. Г. Горовиц. – Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1985. – 34 с.

60. Журнал «Профессиональное строительство». – 2001. – № 2 (12), март-апрель.

61. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976.

62. *Заренков В. А.* Индивидуальные жилые дома: справочное пособие / В. А. Заренков, Ю. Н. Казаков [и др.]; под общ. ред. Ю. Н. Казакова. – СПб.: Книжный мир, 1999. – 272 с.

63. *Зверев В. Б.* Путеводитель по строительным материалам № 2 [Электронный ресурс] / В. Б. Зверев, Ю. П. Панибратов, Ю. М. Тихонов. – СПб.: СПбГАСУ, 2003 г. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

64. Изобретения за рубежом. Вып. № 33: в 12 т. – М.: ВНИИПИ, 1977.
65. Изобретения в СССР и за рубежом. Вып. № 78 и 81: в 168 т. – М.: ВНИИПИ, 1978–1984.
66. Изобретения стран мира. Вып. № 81: в 48 т. – М.: ВНИИПИ, 1987–1986.
67. Изобретения стран мира. Вып. № 84: в 94 т. – М.: ВНИИПИ, 1987–2003.
68. Инвентарные здания, серийно выпускаемые войсковой частью 52702. – М.: МО, 1983. – 74 с.
69. Инвентарные здания и блочные системы инженерного обеспечения, серийно выпускаемые войсковой частью 52702. – М.: МО, 1985. – 9 с.
70. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве: СН 423–71 : утв. Госстроем СССР 31.05.71 : введ. в действие 01.07.71. – М., 1979. – 40 с.
71. *Казанский Ю. Н.* Экономика строительства: учебник для вузов: в 2 ч. / Ю. Н. Казанский, А. Ф. Клоев, Ю. П. Панибратов, А. С. Роботов [и др.]. – М.: АСВ, 2003. – 500 с.
72. *Казаков Ю. Н.* Нормативный метод определения потребности в мобильных зданиях / Ю. Н. Казаков, С. М. Якуненков // Военно-строительный бюллетень. – 1989. – № 3. – С. 17–20.
73. *Казаков Ю. Н.* Методика вариантного использования мобильных и быстро-возводимых конструктивных систем для оперативного и качественного обустройства военно-строительных организаций // Мобильные и быстровозводимые здания, сооружения и комплексы: опыт и перспективы: тез. докл. Всесоюз. семинара 27–29 сентября 1998 г. / Ю. Н. Казаков. – Пушкин, 1989. – С. 64–70.
74. *Казаков Ю. Н.* Научно-технические основы создания и прогноз развития быстровозводимых комплексов / Ю. Н. Казаков // Быстровозводимые здания, сооружения и комплексы: перспективы использования в современных условиях: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. 10–11 декабря 1998 г. – СПб., 1998. – С. 51–55.
75. *Казаков Ю. Н.* Использование ПЭВМ для проектирования быстровозводимых зданий и сооружений / Ю. Н. Казаков, С. М. Якуненков // Военно-строительный бюллетень. – 1991. – № 2.
76. *Казаков Ю. Н.* Использование мобильных комплексов для маскировки военных объектов / Ю. Н. Казаков // Проблема качества строительной продукции: тез. докл. 2-й науч.-техн. конф. 27 мая 1999 г. (ч. II). – СПб., 1999. – С. 17–19.
77. *Казаков Ю. Н.* Перспективные направления развития быстровозводимых систем для базирования мобильных и миротворческих сил в зонах вооруженных конфликтов // Проблема качества строительной продукции: тез. докл. 2-й науч.-техн. конф. 27 мая 1999 г. (ч. II) / Ю. Н. Казаков. – СПб., 1999. – С. 19–22.
78. *Казаков Ю. Н.* Прогноз развития в будущем быстровозводимых военно-строительных комплексов МО РФ и стран НАТО / Ю. Н. Казаков // Проблемы современной геополитики. Продвижение НАТО на Восток – проблемы безопасности России и стран СНГ: тез. докл. 1-й междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. 1999 г. – СПб., 1999. – С. 181–186.

79. *Казаков Ю. Н.* Научно-технические основы создания мобильных воинских объектов нового поколения – адекватные ответные меры против угрозы стран НАТО / Ю. Н. Казаков // Проблемы современной геополитики. Продвижение НАТО на Восток – проблемы безопасности России и стран СНГ: тез. докл. 1-й междунар. науч.-практ. конф. Т. 1. 1999 г. – СПб., 1999. – С. 213–219.

80. *Казаков Ю. Н.* Анализ показателей качества быстровозводимых объемных блоков «БУК» (Германия) при оперативном обустройстве авиаполка в гарнизоне Сиверский ЛенВО / Ю. Н. Казаков // Проблемы качества строительной продукции на объектах Министерства обороны РФ: тез. докл. конф. 20 мая 1998 г. – СПб., 1998. – С. 21–22.

81. *Казаков Ю. Н.* Методология прогнозного моделирования процессов совершенствования мобильных объектов для оперативного обустройства войск / Ю. Н. Казаков // Современная организация и технология строительного производства при возведении зданий и комплексов различного назначения: тез. докл. науч.-практ. конф. 14–15 июля 1999 г. – СПб.: Госстрой России [и др.], 1999. – С. 46–47.

82. *Казаков Ю. Н.* Обследование военных жилых городков, построенных из быстровозводимых конструкций: итоговый отчет о НИР № 39612-У шифр «Комфорт» / Ю. Н. Казаков, А. И. Васильев, Н. А. Быняева [и др.]. – ПВВИСУ, 1996. – 67 с. – Инв. № 12794/1.

83. *Казаков Ю. Н.* Зарубежный опыт использования быстровозводимых зданий при реконструкции объектов строительства / Ю. Н. Казаков // Тез. докл. 50-й междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и студентов 13–16 мая 1996 г. – СПб., 1997. – С. 110–114.

84. *Казаков Ю. Н.* Перспективы совершенствования быстровозводимых зданий / Ю. Н. Казаков // Военная наука и образование – городу: тез. докл. 1-й городской науч.-практ. конф. военных учебных и научн. учреждений. СПб. 20–22 мая 1997 г. – СПб., 1997. – 123 с.

85. *Казаков Ю. Н.* Квалиметрические основы прогнозирования развития мобильных и быстровозводимых объектов в МО РФ / Ю. Н. Казаков // Проблемы качества строительной продукции на объектах Министерства обороны РФ. Вып. 1: тез. докл. конф. 20 мая 1998 г. – СПб., 1998. – С. 57–58.

86. *Казаков Ю. Н.* Доктрина и научно-технические принципы использования быстровозводимых комплексов для оперативного обустройства мобильных сил России / Ю. Н. Казаков // Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. 10–11 декабря 1998 г. – СПб., 1998. – С. 19–22.

87. *Казаков Ю. Н.* Научно-технические проблемы и прогноз развития процесса эксплуатации быстровозводимых жилых домов на основе контейнеров фирмы «BUCK UNPAR GMBH» (Германия) в России / Ю. Н. Казаков // Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. 10–11 декабря 1998 г. – СПб., 1998. – С. 116–119.

88. Казаков Ю. Н. Прогнозирование развития быстровозводимых воинских зданий в будущем / Ю. Н. Казаков // Проблема качества строительной продукции: тез. докл. 2-й науч.-техн. конф. 27 мая 1999 г. (ч. II). – СПб., 1999. – С. 62–63.

89. Казаков Ю. Н. Перспективные быстровозводимые здания для войск / Ю. Н. Казаков // Современные проблемы строительного производства: тез. докл. межвуз. науч.-техн. конф. 1997 г. – СПб., 1997. – С. 25–27.

90. Казаков Ю. Н. Перспективы совершенствования быстровозводимых комплексов / Ю. Н. Казаков // Тез. докл. 50-й междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и студентов 13–16 мая 1996 г. – СПб., 1997.

91. Казаков Ю. Н. Методика оценки качества мобильных и быстровозводимых зданий в МО РФ / Ю. Н. Казаков // Проблемы качества строительной продукции на объектах Министерства обороны РФ: тез. докл. конф. 20 мая 1998 г. – СПб., 1998. – С. 37–38.

92. Казаков Ю. Н. Международная ассоциация специалистов по мобильным комплексам / Ю. Н. Казаков // Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. 10–11 декабря 1998 г. – СПб., 1998. – С. 38–46.

93. Казаков Ю. Н. Быстровозводимые индивидуальные жилые дома / Ю. Н. Казаков // Быстровозводимые и мобильные здания и сооружения: перспективы использования в современных условиях: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. 10–11 декабря 1998 г. – СПб., 1998. – С. 176–178.

94. Казаков Ю. Н. Разработка проектной и конструкторской документации и научное сопровождение строительства доступного и комфортного жилья из быстровозводимых систем в Ленинградской области и регионах России: отчет о НИР / Ю. Н. Казаков, Ю. П. Панибратов, Б. К. Михайлов, А. Г. Керник, Д. Г. Тарасов. – СПб.: С-3 РО РААСН, ЗАО «Город», 2006.

95. Казаков Ю. Н. Оптимизация теплозащитных свойств наружных ограждающих конструкций быстровозводимой системы «Город» для жилых домов в Ленинградской области: отчет о НИР / Ю. Н. Казаков, Т. А. Дацюк. – СПб.: С-3 РО РААСН, по теме РААСН, 2006.

96. Казаков Ю. Н. Совершенствование концепции технологических решений возведения доступного малоэтажного жилья силами застройщиков в РФ на основе инновационных быстросборных соединений типа «муфта-гильза»: отчет о НИР / Ю. Н. Казаков, С. Д. Митягин, М. С. Никольский, Ф. А. Николаев. – СПб.: С-3 РО РААСН, по теме РААСН, заказчик НИИСФ, 2012.

97. Казаков Ю. Н. Совершенствование концепции по повышению безопасности строительства зданий и сооружений с учетом требования противодействия терроризму: отчет о НИР / Ю. Н. Казаков, М. С. Никольский. – СПб.: С-3 РО РААСН, по теме РААСН, заказчик НИИСФ, 2011.

98. Казаков Ю. Н. Разработка концепции для повышения безопасности зданий и сооружений: отчет о НИР / Ю. Н. Казаков, А. Е. Пискун. – СПб.: С-3 РО РААСН, по теме РААСН, заказчик НИИСФ, 2009.

99. *Казаков Ю. Н.* Разработка концепции по повышению комфортности и доступности жилых зданий: отчет о НИР / Ю. Н. Казаков, С. Д. Митягин. – СПб.: С-3 РО РААСН, по теме РААСН, заказчик НИИСФ, 2009.

100. *Казаков Ю. Н.* Совершенствование концепции по повышению безопасности зданий и сооружений с учетом требования противодействия терроризму: отчет о НИР / Ю. Н. Казаков, А. Е. Пискун. – СПб.: С-3 РО РААСН, по теме РААСН, заказчик НИИСФ, 2010.

101. *Казаков Ю. Н.* Совершенствование концепции по повышению комфортности и доступности жилых зданий с учетом энергосбережения: отчет о НИР / Ю. Н. Казаков, С. Д. Митягин. – СПб.: С-3 РО РААСН, по теме РААСН, заказчик НИИСФ, 2011.

102. *Казаков Ю. Н.* Строим дом: быстро и дешево / Ю. Н. Казаков. – СПб.: Питер, 2008.

103. *Казаков Ю. Н.* Как построить дом за 1 год / Ю. Н. Казаков. – СПб.: ВИТУ, 2008.

104. *Казаков Ю. Н.* Статья на спец. тему (научная статья) / Ю. Н. Казаков. – СПб.: ВИТУ, 2008.

105. *Казаков Ю. Н.* Как оборудовать загородный дом / Ю. Н. Казаков. – СПб.: ВИ-ТУ, 2008.

106. *Казаков Ю. Н.* Новые зарубежные строительные технологии / Ю. Н. Казаков, Ю. Е. Рафальский. – СПб.: Деан, 2007.

107. *Казаков Ю. Н.* Архитектура и строительство в Санкт-Петербурге: вчера и сегодня: монография / Ю. Н. Казаков. – СПб.: СПбГАСУ, 2007.

108. *Казаков Ю. Н.* Технологии реконструкции и реставрации зданий / Ю. Н. Казаков. – СПб.: СПбГАСУ, 2007.

109. *Казаков Ю. Н.* Архитектура мегаполиса: Россия, Европа, США. Феномен интеграции и глобализации / Ю. Н. Казаков, В. В. Кондратенко. – СПб.: Деан, 2007.

110. *Казаков Ю. Н.* Обустройство и ремонт дома / Ю. Н. Казаков. – СПб.: Питер, 2009.

111. *Казаков Ю. Н.* Строим коттедж быстро и дешево / Ю. Н. Казаков. – СПб.: Питер, 2007.

112. *Казаков Ю. Н.* Проектируем и строим дом сами / Ю. Н. Казаков. – СПб.: Питер, 2010.

113. *Казаков Ю. Н.* Градостроительство в регионах России на основе быстровозводимой системы сэндвич-панелей / Ю. Н. Казаков // Вестник гражданских инженеров. – СПб.: СПбГАСУ, 2012. – № 2 – С. 143–148.

114. *Казаков Ю. Н.* Основы строительного производства: учеб. пособие / Ю. Н. Казаков, Л. Д. Копанская, Д. Д. Тишкин. – СПб.: СПбГАСУ, 2015.

115. *Казаков Ю. Н.* Строительство жилых домов на основе панелей типа «сэндвич»: учеб. пособие / Ю. Н. Казаков, М. С. Никольский, В. И. Хренов. – СПб.: СПбГАСУ, 2015.

116. *Казаков Ю. Н.* Реконструкция и реставрация архитектурного наследия: монография / Ю. Н. Казаков, В. Л. Быков, В. П. Захаров. – СПб.: СПбГАСУ, 2017.

117. *Казаков Ю. Н.* Система возведения домов заводского изготовления / Ю. Н. Казаков, С. А. Сычев // Наука и образование в жизни современного общества: сб. науч. трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Тамбов, 2015. – С. 63–65.

118. *Казаков Ю. Н.* Домостроительная система «Сокол» / Ю. Н. Казаков, С. А. Сычев // Современные тенденции развития науки и технологий: сб. науч. трудов по матер. I междунар. науч.-практ. конф., 2015. – М., 2015.

119. *Казаков Ю. Н.* Инновационная технология быстрого возведения экономичных жилых домов из оптимизированных сэндвич-панелей в России / Ю. Н. Казаков, С. А. Сычев, М. С. Никольский // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – М., 2015. – № 9–4. – С. 577–586.

120. *Казаков Ю. Н.* Оптимизация технологических решений строительства из быстровозводимых систем / Ю. Н. Казаков, С. А. Сычев // Вестник гражданских инженеров. – СПб., 2016 – № 3(56) – С. 130–135.

121. *Казаков Ю. Н.* Методика сравнительной оценки различных вариантов скоростного строительства из высокотехнологичных систем / Ю. Н. Казаков, С. А. Сычев // Вестник гражданских инженеров. – СПб., 2016. – № 2(55) – С. 114–120.

122. *Карасев Н. Н.* Исследование опыта эксплуатации системы «Модуль» и разработка эксплуатационных требований к ней: итоговый отчет о НИР шифр «Лира» / Н. Н. Карасев, Ю. Г. Огородников, Ю. Н. Казаков [и др.]. – ПВВИСУ, 1983. – 88 с.

123. *Карасев Н. Н.* Исследования отечественного и зарубежного опыта мобильного домостроения: Итоговый отчет № 3815-У по программе Госстроя СССР, тема I, 1-5, п. 6.4 / Н. Н. Карасев, Ю. Г. Огородников, Ю. Н. Казаков [и др.]. – ПВВИСУ, 1984. – 89 с. – Инв. № 107608.

124. *Карасев Н. Н.* Мобильные и быстровозводимые здания, сооружения и комплексы Минобороны: отчет о НИР шифр «Сверхкомплект», № 3862-У, приложения 2-3 / Н. Н. Карасев, Ю. Г. Огородников, Ю. Н. Казаков [и др.]. – ПВВИСУ, 1987. – 109 с. – Инв. № 130539.

125. *Карасев Н. Н.* Прогнозирование технического уровня мобильных зданий, комплексов и пути управления качеством их проектирования, производства и эксплуатации: Отчет о НИР № 3876-У / Н. Н. Карасев, В. Н. Зарембо, Ю. Н. Казаков [и др.]. – ПВВИСУ, 1988. – 35 с. – Инв. № 11854.

126. *Карасев Н. Н.* Мобильные здания и комплексы на основе открытых конструктивных систем / Н. Н. Карасев. – М.: Стройиздат, 1987. – 136 с.

127. *Карасев Н. Н.* Опыт эксплуатации мобильных зданий системы «Модуль» / Н. Н. Карасев, Ю. Н. Морозов. – Л.: ЛДНТП, 1986. – 43 с.

128. *Карасев Н. Н.* Методика оценки интегрального показателя качества технических идей мобильных конструктивных систем / Н. Н. Карасев. – СПб., 1989. – 17 с.

129. *Карасев Н. Н.* Экспериментальный быстровозводимый физкультурно-оздоровительный комплекс / Н. Н. Карасев, Ю. А. Капустин, А. М. Давыдов, Ю. Н. Казаков // Военно-строительный бюллетень. – 1989. – № 2. – С. 23–25.

130. *Карасев Н. Н.* Производство мобильных зданий в тринадцатой пятилетке / Н. Н. Карасев, Ю. Н. Казаков // Военно-строительный бюллетень. – 1989. – № 3. – С. 11–14.
131. *Карасев Н. Н.* Мобильные производственные и складские здания из элементов конструктивной системы «Модуль» / Н. Н. Карасев, А. И. Васильев. – Пушкин: ПВВИ-СУ, 1988. – 15 с.
132. *Карпов Л. Н.* Новые районы в экономике развитых капиталистических стран / Л. Н. Карпов. – М.: Мысль, 1981. – С. 176–178, 192, 198.
133. Каталог паспортов мобильных зданий и блочных систем инженерного обеспечения, серийно выпускаемых промпредприятиями войсковой части 52702: в 3 т. – М.: МО, 1989.
134. Каталог. Здания мобильные каркасно-панельные для жилых поселков и бытовых городков. – М.: Минуралсибстрой СССР, 1987. – 43 с.
135. Каталог мобильных зданий, сооружений и установок системы «Нева» для строительных площадок и баз отдыха. – Л.: Главленинградстрой, 1988. – 57 с.
136. Каталожные листы на мобильные (инвентарные) здания: Система «Нева». Вып. 2. – М.: Госстрой СССР, 1986. – 60 с.
137. Каталожные листы на мобильные (инвентарные) здания: Сооружения инженерного назначения. Вып. 7. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 124 с.
138. Каталожные листы на мобильные (инвентарные) здания: Система «Пионер». Вып. 8. – М.: Госстрой СССР, 1988. – 86 с.
139. Каталожные листы на мобильные (инвентарные) здания: Система «Пионер». Вып. 11. – М.: Госстрой СССР, 1989. – 26 с.
140. Каталожные листы на мобильные (инвентарные) здания: Система «Контур». Вып. 10. – М.: Госстрой СССР, 1989. – 44 с.
141. Каталожные листы на мобильные (инвентарные) здания: Системы «Комфорт», «Геолог», «Ставрополец», «Вахта». Вып. 4. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 91 с.
142. Каталожные листы на мобильные (инвентарные) здания: Системы «ЦУБ», «Универсал» и «Мелиоратор». Вып. 15. – М.: Госстрой СССР, 1989. – 46 с.
143. Каталожные листы на мобильные (инвентарные) здания: Системы «СКЗ-М» и «УИЗ». Вып. 7. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 80 с.
144. *Колосов А. Ф.* Прогнозирование основных экономических показателей развития строительства / А. Ф. Колосов, В. И. Каспин. – М.: Стройиздат, 1979. – 132 с.
145. *Кондратьев В. Б.* Экономика строительства в США / В. Б. Кондратьев. – М.: Наука, 1988. – 128 с.
146. Конструкции мобильных зданий: сб. научных тр. ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. – М., 1983. – 108 с.
147. *Лазарева В. Г.* Вахтенные поселки для районов нового промышленного освоения / В. Г. Лазарева // Проблемы Севера. – М.: Наука, 1973. – Вып. 18. – С. 186–187.

148. *Левин В. И.* Структурнологические методы исследования сложных систем с применением ЭВМ / В. И. Левин. – М.: Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987. – 304 с.

149. *Мазур И. И.* Реструктуризация предприятий и компаний. Справочное пособие для специалистов и предпринимателей / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро [и др.], под ред. И. И. Мазура. – М.: Высшая школа, 2000. – 587 с.

150. Методика расчета экономической эффективности программных средств вычислительной техники. – М.: ГКНТ, 1986. – 125 с.

151. Методика оценки уровня качества инвентарных зданий для транспортного строительства : утв. зам. Мин. трансп. стр-ва СССР 10.08.79 : введ. в действие 01.01.80. – М., 1980. – 30 с.

152. Методика применения экспертных методов для оценки качества продукции. – М.: Госстандарт, 1975. – 55 с.

153. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений: с. ГКНТ Госпланом СССР, АН СССР и Госкомитетом по делам изобретений и открытий 14.02.77. – М., 1986. – 52 с.

154. Методика отбора лучших конструктивных систем мобильных зданий, рекомендуемых для массового производства в XIII пятилетке : утв. Госстроем СССР 21.03.89. – Киев, 1989. – 60 с.

155. Методические рекомендации по гигиенической оценке инвентарных (мобильных) санитарно-бытовых зданий и помещений строительно-монтажных организаций (умеренный и жаркий климат). – М.: ВНИПИ труда в строительстве Госстроя СССР, 1984. – 25 с.

156. Методические рекомендации по оценке теплозащитных качеств ограждающих конструкций и микроклимата мобильных (сборно-разборных, контейнерных и передвижных) зданий. – М., 1979. – 107 с.

157. Методические рекомендации по проведению патентных исследований. – М.: ВНИИПИ, 1983 – 193 с.

158. Методические рекомендации по оценке технического уровня и качества передвижных мастерских для технического обслуживания и ремонта строительных и дорожных машин. – М., 1988. – 80 с.

159. Методические рекомендации по монтажу и демонтажу мобильных (инвентарных) зданий. – М.: ЦНИИОМТП, 1986. – 50 с.

160. Методические рекомендации по проектированию временных поселков для транспортных строителей БАМа. – М.: ЦНИИС, 1975. – 36 с.

161. Методические рекомендации по расчету потребности в мобильных зданиях с использованием ЭВМ. – М.: ЦНИИОМТП, 1986. – 32 с.

162. *Миронова В. Г.* Организация комплексного санитарно-бытового обслуживания в строительстве / В. Г. Миронова, И. В. Степанов. – Киев: Будивельник, 1986. – 96 с.

163. Мобильные комплексы военно-строительных частей и организаций (нормы временного обустройства): ВСН 156-88/МО. – М., 1988. – 40 с.

164. Наборы инвентарных зданий и помещений для строительных и монтажных организаций. – М.: ЦНИИОМТП, 1978. – 112 с.

165. *Нагинская В. С.* Автоматизация архитектурно-строительного проектирования / В. С. Нагинская. – М.: Стройиздат, 1979. – 109 с.
166. *Назарова Л. Г.* Гражданские и промышленные здания на Севере: учеб. пособие для вузов / Л. Г. Назарова. – Л.: Стройиздат, ЛО, 1989. – 248 с.
167. Наставление по строительству гражданских и промышленных зданий на Байкало-Амурской магистрали. – М.: ЦНИНТИ, 1976. – 359 с.
168. *Нейфах Л. С.* Архитектура объемно-блочных зданий контейнерного типа для Севера / Л. С. Нейфах. – Л.: Стройиздат, 1983. – 173 с.
169. *Немчинский А. Б.* Перебазируемые предприятия (организация, перспективы развития, эффективность) / А. Б. Немчинский. – М.: Экономика, 1987. – 161 с.
170. *Немчинский А. Б.* Экономика передвижных предприятий строительства / А. Б. Немчинский. – М.: Стройиздат, 1983. – 233 с.
171. *Новицкий Н. И.* Организация производства на предприятии: учеб.-метод. пособие / Н. И. Новицкий. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 392 с.
172. *Нойферт Э.* Строительное проектирование : пер. с нем. / Э. Нойферт. – М.: Стройиздат, 1991. – 392 с.
173. Нормативы оснащенности строительного-монтажных организаций мобильными зданиями. – М.: Минтрансстрой СССР, 1987. – 15 с.
174. Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР и положение о порядке планирования, начисления и использования амортизационных отчислений в народном хозяйстве: утв. Совмином СССР 14.03.74. – М.: Экономика, 1975.
175. Нормы оснащенности монтажных и специализированных организаций Минмонтажспецстроя СССР инвентарными зданиями : утв. Минмонтажспецстроем СССР 26.04.82. – М., 1983. – 6 с.
176. Общественные здания и сооружения: СНиП 2.08.02–89*. – М., 1998. – 41 с.
177. *Олейник П. П.* Организация индустриального строительства объектов / П. П. Олейник. – М.: Стройиздат, 1990. – 272 с.
178. *Олейник П. П.* Мобильные здания в строительстве / П. П. Олейник, И. В. Степанов. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
179. *Онуфриева В. К.* Архитектурно-планировочная организация комплекса жилья и обслуживания на предприятиях с ограниченными сроками эксплуатации в районах Крайнего Севера (на примере временных поселков золотодобывающей промышленности Магаданской области) / В. К. Онуфриева. – Л., 1969.
180. *Орлов Б. П.* Формирование пространственной структуры ЗСНГК / Б. П. Орлов, В. Н. Харитонова // Изв. СО АН СССР. Сер. общ. науки. – 1983. – № 11. – С. 30.
181. *Крутое В. И.* Основы научных исследований: учебник для техн. вузов / В. И. Крутое, И. М. Грушко [и др.]. – М.: Высшая школа, 1989. – 400 с: ил.
182. *Кротов В. Ф.* Основы теории оптимального управления / В. Ф. Кротов, Б. А. Лагожа [и др.]. – М.: Высшая школа, 1990. – 430 с.

183. Основные положения о вахтовом методе организации работ (утв. постановлением Госкомтруда СССР, Секретариата ВЦСПС и Минздрава СССР от 31 декабря 1987 г. № 794/33-82 с доп. и изм., внесенными постановлением Госкомтруда СССР, Секретариата ВЦСПС и Минздрава СССР от 5 апреля 1988 г. № 185/10-7, от 26 мая 1988 г. № 324/16-35, от 28 сентября 1989 г. № 328/20-48 и от 17 января 1990 г. № 27/2-71).

184. Перечень действующих типовых проектов временных зданий и сооружений для строительства. – М.: ЦИТП, 1966. – 84 с.

185. Перечень мобильных (инвентарных) зданий, сооружений и комплексов, рекомендуемых для заводского производства: ПО 420-4. – М.: ВНИИНТПИ Госстроя СССР, 1990. – 69 с.

186. Перечень проектов инвентарных зданий, обязательных для заводского производства на 1981–1985 гг.: ПО 420-2. – М., 1981. – 64 с.

187. Перечень мобильных (инвентарных) зданий и сооружений, разрешенных для заводского производства в 1986–1990 гг.: ПО 420-3 : утв. Госстроем СССР 29.11.85 : введ. в действие 01.01.86. – М., 1986. – 102 с.

188. *Плахотишин А. М.* Планирование ресурсообеспеченности и специализации мобильных строительных организаций / А. М. Плахотишин. – М.: Стройиздат, 1987. – 112с.

189. *Прыкин Б. В.* Повышение эффективности мобильных строительных организаций / Б. В. Прыкин, Г. В. Дибцов, Д. В. Задорожный [и др.]. – М.: Стройиздат, 1988. – 240 с.

190. Пожарная безопасность зданий и сооружений: СНиП 21-01–97. – М., 1997. – 14 с.

191. *Полисюк Г. Б.* Экономико-математические методы в планировании строительства: учебник для техникумов / Г. Б. Полисюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 272 с.

192. *Полишко С. П.* Управление качеством продукции / С. П. Полишко, А. Л. Козлов. – Киев: Техника, 1978. – 144 с.

193. Пособие по теплотехническому расчету инвентарных зданий (передвижных, контейнерных и сборно-разборных) (к СНиП П-3–79*). – М.: Стройиздат, 1986. – 32 с.

194. Постановление [Указ] Президента РФ от 29.03.1996 № 431 «О новом этапе реализации Государственной целевой программы “Жилище”». – М., 1996. – 17 с.

195. Правила оценки физического износа жилых зданий: ВСН 53-36 (р) / Госгражданстрой. – М., 1988. – 71 с.

196. Приложение к постановлению Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и Секретариата ВЦСПС от 03.12.1981 г. № 333/21-100 «Типовое положение о вахтовом методе организации работ».

197. Приложение к инструкции по проектированию блочно-модульных бетонорастворных комплексов промышленных баз капитального строительства Министерства обороны Российской Федерации: ВСН 70-01-97/МО РФ. – М., 1998. – 204 с.

198. Проблемы градостроительства на Урале и в Западной Сибири. – Свердловск: УПИ, 1969. – С. 5, 10.
199. Проблемы подготовки и использования кадров в Тюменском нефтегазодобывающем комплексе. – Тюмень: 1983. – С. 12.
200. Проектирование и строительство временных поселков транспортных строителей: ВСН 199–84 Минтрансстроя : утв. Минтрансстроем СССР 13.11.84 : введ. в действие 01.03.84. – М., 1985. – 59 с.
201. *Прыкин Б. В.* Мобильные проектно-производственные объединения. Перспективные направления развития предметной специализации / Б. В. Прыкин, Д. В. Задорожный. – М.: МИСИ им. В. В. Куйбышева, 1984. – 7 с.
202. *Прыкин Б. В.* К вопросу о повышении эффективности функционирования мобильных строительных организаций / Б. В. Прыкин, Б. Ф. Ширшиков, Д. В. Задорожный // Промышленное строительство. – 1984. – № 12. – С. 28–30.
203. Разборчатые бараки для больных // Инженерный журнал. – 1875. – № 12. – С. 1396–1416.
204. *Раскин А. Г.* Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления / А. Г. Раскин. – М.: «Советское радио», 1976. – 344 с.
205. *Степанов И. В.* Рекомендации по оценке уровня качества мобильных (инвентарных) зданий / И. В. Степанов, Н. И. Лебедева, А. П. Кротов [и др.]. – М.: ЦНИИОМТП, 1986. – 88 с.
206. *Руа Б.* Проблемы и методы принятия решений в задачах со многими целевыми функциями / Б. Руа // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Наука, 1976. – С. 20–58.
207. *Сапрыкина Н. А.* Архитектурная форма: статистика и динамика: учеб. пособие для вузов / Н. А. Сапрыкина. – М.: Стройиздат, 1995. – 407 с: ил. – (Серия: «Специальность “Архитектура”»).
208. *Сапрыкина Н. А.* Мобильное жилище для Севера / Н. А. Сапрыкина. – Л.: Стройиздат, 1986. – 216 с.
209. *Саркисян С. А.* Теория прогнозирования и принятия решений / С. А. Саркисян, В. И. Каспин. – М.: Высшая школа, 1977. – 351 с.
210. *Саркисян С. А.* Прогнозирование развития больших систем / С. А. Саркисян, Л. В. Голованов. – М.: Статистика, 1977. – 351 с.
211. *Саркисян С. А.* Научно-техническое прогнозирование и программно-целевое планирование в машиностроении / С. А. Саркисян, П. Л. Акопов, Г. В. Мельникова. – М.: Машиностроение, 1987. – 304 с.
212. *Силкин Р. А.* Методические подходы к определению финансовой устойчивости строительных организаций в рыночных условиях: автореф. дис. ... канд. экон. наук / Р. А. Силкин. – СПб., 2001. – 20 с.
213. СНиП 1.04.03–85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений.
214. СНиП 2.07.01–89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений (с изменениями от 13 июля 1990 г., 23 декабря 1992 г., 22 июля 1993 г.).

215. *Спицнадель В. Н.* Системы качества (в соответствии с международными стандартами ISO семейства 9000): учеб. пособие / В. Н. Спицнадель. – СПб.: Издат. дом «Бизнес-пресса», 2000. – 336 с.

216. Справочное пособие по оперативному обустройству войск / А. В. Соломагин, С. С. Костромин, Ю. Н. Казаков [и др.]. – М.: МОРФ, ЦОНТИ, 1995. – 139 с.: ил.

217. *Степанов И. В.* Мобильные здания и сооружения: справочное пособие / И. В. Степанов. – М.: Стройиздат, 1988. – 319 с.

218. Строительная теплотехника: СНиП П-3–79. – М., 1995. – 28 с.

219. *Субетто А. И.* Теория циклов и законы формирования качества сложных объектов / А. И. Субетто. – М., 1982. – 121 с. – Деп. Во ВНИИИС Госстроя СССР 12.04.82, № 3232.

220. *Субетто А. И.* Исследования проблемы качества сложной продукции: автореф. дис. ... д-ра экон. наук / А. И. Субетто. – Л., 1989. – 44 с.

221. *Субетто А. И.* Квалиметрия. Ч. I. Аналитический обзор по материалам зарубежной печати / А. И. Субетто. – Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1979. – 54 с.

222. *Субетто А. И.* Квалиметрия. Ч. II. Экспертная квалиметрия / А. И. Субетто. – Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1981. – 66 с.

223. *Субетто А. И.* Квалиметрия. Ч. III. Индексная квалиметрия / А. И. Субетто. – Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1983. – 44 с.

224. *Субетто А. И.* Квалиметрия. Ч. IV. Квалиметрическая таксономия / А. И. Субетто. – Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1984. – 48 с.

225. *Субетто А. И.* Квалиметрия. Ч. V. Эффективность как мера качества систем и процессов / А. И. Субетто. – Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1985. – 46 с.

226. *Теляков А. В.* Управление процессом формирования и развития локального рынка жилья: автореф. дис. ... канд. экон. наук / А. В. Теляков. – Екатеринбург, 2003. – 26 с.

227. Технологические карты на монтаж и демонтаж мобильных (инвентарных) зданий. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 74 с.

228. *Тимофеева Н. М.* Использование патентной документации при анализе тенденций развития отрасли техники / Н. М. Тимофеева // Вопросы изобретательства. – 1970. – № 10.

229. Типовые инвентарные здания и помещения строительных организаций. – М.: Стройиздат, 1972.

230. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (с изменениями от 24, 25 июля 2002 г.).

231. ТУ 95 90169–84 ЛУ Технические условия. Здания инвентарные конструктивно-строительной системы «Модуль». Комплект унифицированных сборно-разборных элементов: утв. рук. п/я М-5932 18.12.84: введ. в действие с 01.04.85. – М., 1984. – 51 с.

232. ТУ 44–3–750–84. Технические условия. Здания инвентарные конструктивной строительной системы «Модуль». Комплект унифицирован-

ных сборно-разборных элементов : утв. в/ч 52702 28.02.89 : введ. в действие с 01.01.89. – М., 1989. – 28 с.

233. *Хайтун А. Д.* Экспедиционно-вахтовое строительство в Западной Сибири / А. Д. Хайтун – Л.: Стройиздат, 1982. – 196 с.

234. *Хог Э.* Прикладное оптимальное проектирование / Э. Хог, Я. Арора – М.: Мир, 1983. – 479 с.

235. *Хубка В.* Теория технических систем: пер. с нем. / В. Хубка. – М.: Мир, 1987. – 208 с.

236. *Шахпаронов В. В.* Состояние и основные направления развития мобильных зданий в строительстве / В. В. Шахпаронов, П. П. Олейник, И. В. Степанов // Промышленное строительство. – 1986. – № 9. – С. 4–8.

237. *Шахпаронов В. В.* Организация строительного производства / В. В. Шахпаронов, Л. П. Аблязов, И. В. Степанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 460 с.

238. *Щипков В. А.* Введение в военную конфликтологию: учеб. пособие / В. А. Щипков. – М.: Академия пограничных войск РФ, 1996. – 87 с.

239. *Эйрос Р.* Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование: пер. с англ. / Р. Эйрос. – М.: Мир, 1971. – 292 с.

240. *Юдкевич М. М.* Издержки измерения и институты рынка доверительных товаров: автореф. дис. ... канд. экон. наук / М. М. Юдкевич. – М., 2003. – 19 с.

241. *Янч Э.* Прогнозирование научно-технического прогресса: пер. с англ. / Э. Янч. – М.: Прогресс, 1974. – 586 с.

242. Abstracts of Patent Specifications: 1977–2003. – 1211 p.

243. Auszüge aus den Patentanmeldungen: 1977–2003. – 621 p.

244. Bulletin Officiel de la Propriete industrielle: 1977–2003. – 324 p.

245. *Coaldrake W. H.* Manufactured Housing – the New Japanese Vernacular / W. H. Coaldrake // Japan Architect. – 1986. – № 353. – P. 60–65.

246. *Hikosaka Y.* Temporaries and Catastrophic Environment / Y. Hikosaka // Japan Architect. – 1986. – № 374. – P. 60–67. – URL: http://caselaw.lp.findlaw.com/cascode/uscodes/42/chapters/70/sections/section_5402.html

247. Kompletter Montagebau inert 24 Stunden in Kusnacht Schweiser Baublatt. – 1988. – № 101. – P. 26–27.

248. Lowered Lodybird // Architectural Review. – 1986. – № 1081. – P. 47–48.

249. *Mathien R.* Manufactured housing: the industry in the eighties / R. Mathien // Construction Rev. – 1986. – V. 32, № 3. – P. 2–13.

250. Mobile screening unit // Quarry Management and Products. – 1980. – № 7. – P. 238.

251. Mobile rated plant // World construction. – 1980. – V. 33, № 6. – P. 16–18, 20.

252. Modular NB-100. Nova intercamp international. – 1985. – Vincenzo Bona, Italy. – 10 p.

253. Multicamp RB-50. Nova intercamp international. – 1985. – Vincenzo Bona, Italy. – 14 p.

254. Official Cassette (Patents) of the United States Patent Office: 1977–1986. – 431 p.

255. Turnkey portable plants give Pennsylvania stone producers a key to efficient operations // *Constructioneer*. – 1980. – October. – P. 24–25, 27.

256. *Adam F.-M.* Адам Ф.-М. Рекомендации по безопасной эксплуатации объектов из блок-модулей // *Промышленное и гражданское строительство*. – М., 2005. – № 5. – С. 62–63.

257. *Adam F.-M.* Оценка риска и прогноз безопасности эксплуатации жилых малоэтажных домов из блок-модулей. (Risikobewertung und Sicherheitsprognose bei der Nutzung von Wohngebäuden mit geringer Geschoßzahl aus Raummodulen.) / F.-M. Adam // *PGS*. – 2005. №. 4. – S. 12.

258. *Adam F.-M.* Результаты обследования состояния модульных малоэтажных быстровозводимых жилых домов по технологии фирмы «БУК» (Ergebnisse der Bauzustandsbewertung von schnellerrichtbaren Wohngebäuden mit geringer Geschoßzahl nach der Technologie der Firma „BUCK“.) / F.-M. Adam // *Stroimaterialy, oborudovanie, technologii XXI Veka*. – Moskau, 2005. – № 1(72). – S. 48–49.

259. *Adam F.-M.* Не каждый может стать экспертом. (Nicht jeder kann Sachverständiger werden.) / F.-M. Adam // *Stroitelny Expert*. – Sankt-Petersburg, 2005. – № 36(178). – S. 2.

260. *Adam F.-M.* Современные гидроизоляционные системы и технологии. (Zeitgemäße Hydroisolationssysteme und technologien.) / F.-M. Adam, G. M. Badin, N. I. Schewtschenko // *Stroiprofil*. – Sankt-Petersburg, 2005. – № 3(41). – S. 90–93.

261. *Adam F.-M.* Современные возможности строительного мониторинга. (Neuzeitliche Möglichkeiten des Bauminitorings.) / F.-M. Adam, G. M. Badin, N. I. Schewtschenko // *Stroiprofil*. – Sankt-Petersburg, 2004. – № 5(35). – S. 129–131.

262. *Adam F.-M.* Лучшие достижения – немецкому народу. (Die besten Errungenschaften – dem deutschen Volke.) Bericht zur Studienreise „Rekonstruktion des Reichstages in Berlin“ von führenden Vertretern der Staatlichen Bauaufsicht Russlands, *Stroitelny jezhenedelnyk* / F.-M. Adam. – Sankt-Petersburg, 2004. – № 33(127). – S. 2.

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Состояние теории и практики использования быстровозводимых зданий в России и за рубежом	8
1.1. Отечественная теория и практика	8
1.1.1. Зарубежная теория и практика	28
Глава 2. Научно-технические основы теории использования быстровозводимых зданий и поселений в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях	38
2.1. Система закономерностей развития быстровозводимых комплексов	38
2.1.1. Быстровозводимые комплексы как сложные технические системы	40
2.1.2. Система рабочих научно-технических гипотез развития быстровозводимых комплексов	47
2.1.3. Система закономерностей развития быстровозводимых комплексов	48
2.2. Научно-технические основы развития быстровозводимых комплексов	50
2.2.1. Система общих положений теории развития быстровозводимых комплексов	50
2.2.2. Концепция развития и принципы построения современных систем быстровозводимых комплексов	56
2.2.3. Классификационные основы быстровозводимых комплексов	62
2.3. Модели быстровозводимых комплексов	66
2.3.1. Классификационные основы предъявляемых к быстровозводимым комплексам требований и технико-экономические характеристики	66
2.3.2. Моделирование информационных и производственных потенциалов развития быстровозводимых комплексов	79
Глава 3. Прогноз развития быстровозводимых комплексов в будущем	81
3.1. Метод прогнозирования	81
3.1.1. Научно-технические основы прогнозирования	81
3.1.2. Методы прогнозирования развития быстровозводимых комплексов	87
3.2. Комбинированный метод инженерного прогнозирования развития быстровозводимых комплексов по патентным источникам	92

3.2.1. Методы формализации патентной информации	92
3.2.2. Методика группового анализа патентов	95
3.3. Прогноз развития сборно-разборных комплексов из плоских и линейных элементов	97
3.3.1. Пути и методы совершенствования сборно-разборных комплексов	97
3.4. Прогноз развития контейнерных комплексов	103
3.4.1. Пути и методы совершенствования контейнерных комплексов	103
3.4.2. Практические рекомендации по повышению эффективности применения контейнерных комплексов	106
Глава 4. Практика использования быстровозводимых зданий в обычных условиях и чрезвычайных ситуациях и экспериментальное строительство	110
4.1. Практика использования сборно-разборных зданий системы «Модуль» в обычных условиях в поселениях на Крайнем Севере	110
4.1.1. Методика экспериментального строительства	111
4.1.2. Результаты экспериментального строительства	113
4.2. Практика использования быстровозводимых зданий системы «Сокол», отечественных и зарубежных комплексов при ликвидации последствий землетрясений в южных районах	117
4.2.1. Методика и результаты возведения экспериментального физкультурно-оздоровительного комплекса на основе системы «Сокол» в обычных условиях	117
4.2.2. Методика и результаты использования отечественных и зарубежных контейнерных комплексов при ликвидации последствий землетрясения	122
Глава 5. Теория и практика оценки эффективности строительства и эксплуатации быстровозводимых комплексов	126
5.1. Методологические принципы и методы оценки эффективности быстровозводимого строительства	127
5.1.1. Методологический подход к оценке эффективности быстровозводимого строительства	127
5.1.2. Методы оценки экономического эффекта и сравнительной эффективности быстровозводимого строительства	133
5.2. Оценка эффективности эксплуатации быстровозводимых комплексов	136

5.2.1. Критериальная база оценки эффективности эксплуатации быстровозводимых комплексов	136
5.2.2. Практика оценки эффективности эксплуатации быстровозводимых комплексов	139
5.2.3. Экспериментальное строительство и обоснование оптимальных технологических параметров ускоренного метода возведения индивидуальных жилых домов	140
5.2.4. Технологические особенности реализации основных проектов БМЗ.	146
Заключение.	153
Библиографический список.	156

Научное издание

Казаков Юрий Николаевич
Хорошенькая Елена Владимировна
Адам Франк-Михаэль

**ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
ЗДАНИЙ ИЗ ЛЕГКИХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Монография

Редактор *М. Б. Воронкова*
Компьютерная верстка *В. С. Весниной*

Подписано к печати 26.12.2018. Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 10,2. Тираж 500 экз. Заказ 212. «С» 147.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на ризографе. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.