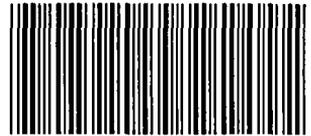


На правах рукописи

Кузнецов Александр Львович

**МЕТОДОЛОГИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
КОНТЕЙНЕРНЫХ ЦЕНТРОВ
ГРУЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**



4858702

Специальность 05.22.19
«Эксплуатация водного транспорта, судовождение»
Автореферат

диссертации
на соискание ученой степени
доктора технических наук

- 3 НОЯ 2011

Санкт-Петербург
2011 г.

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Государственная морская академия имени адмирала С.О. Макарова» (ГМА им. адм. С.О. Макарова)

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор Кириченко Александр Викторович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Лукинский Валерий Сергеевич

доктор технических наук, профессор Маликов Олег Борисович

доктор технических наук, профессор Мячин Валерий Николаевич

Ведущая организация:

ООО «Морское строительство и технологии»

Защита состоится 14 ноября 2011 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 223.002.03 Государственной морской академии им. адмирала С.О. Макарова по адресу:

199106 Санкт-Петербург, Заневский проспект, дом 5, аудитория 216.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственной морской академии им. адмирала С.О. Макарова.

Автореферат разослан «__» октября 2011 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 223.002.03

кандидат технических наук,

профессор



Прокофьев В.А.

Общая характеристика диссертационной работы

Актуальность темы исследования. Современный облик транспортной индустрии сформировался под влиянием сложного комплекса действующих факторов. Сильные причинно-следственные связи между ними привели к появлению комплексной положительной обратной связи в их взаимодействии, которая обусловила высокую динамику системы. Следствием явилось взрывное развитие мировой системы транспорта, проявляющееся на всех уровнях, от глобального и континентального до регионального и локального. В результате коренным образом изменилась роль транспортных узлов. Понимание этой новой роли на каждом уровне и в каждом функциональном аспекте деятельности необходимо для всех участников транспортного процесса. В свою очередь, развитие этого понимания возможно лишь в результате комплексного анализа основных механизмов развития мировой транспортной системы и новых тенденций, оценки эффекта их влияния на существующую транспортную индустрию и направление ее развития. Кроме того, изменение задач и условий функционирования транспортной системы требует пересмотра методического базиса проектирования и создания основных ее элементов, в первую очередь грузовых центров распределения и транспортных терминалов.

Развитию портов и наземных транспортных терминалов уделяют внимание основные документы, определяющие транспортную политику государства, в частности «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 гг.». Основной целью в этих документах определено «формирование единого транспортного пространства России на базе сбалансированного развития эффективной транспортной инфраструктуры», что предполагает объединение всех транспортных коммуникаций в единую сбалансированную систему. Сегодня признается, что недостатки в транспортной инфраструктуре являются реальными факторами, сдерживающими экономическое развитие страны. Создание опорной транспортной сети, в которую важными элементами входят контейнерные центры грузораспределения, сформулировано как важнейшая задача развития экономики Российской Федерации.

Анализ многих проектов строительства и модернизации морских и наземных контейнерных терминалов и логистических центров вокруг них, выполненных различными специализированными организациями, показывает существенное отставание качества проработок от ожиданий заказчиков и требований практики. Положение дел в современной контейнерной индустрии таково, что если отечественные методики проектирования не будут превышать мировой уровень качества проектных решений (выражающегося в реализации всех требуемых операционных характеристик при должном балансе экономических факторов и с соблюдением существующих норм и ограничений), соответствующий наукоемкий и высокодоходный сектор будет утрачен для страны.

В свое время практика проектирования портов и терминалов уже ставила схожие по масштабам проблемы. Ответом явилось появление целой группы ме-

тодов, базирующихся на теории массового обслуживания и статистическом моделировании. На соответствующем этапе этот подход позволил вывести проектирование на качественно новую ступень. Бурное развитие технологии и рост требований к эффективности логистических сетей практически исчерпали возможности этого подхода, методологические границы применимости которого устанавливаются жесткими предположениями относительно свойств транспортных потоков. Содержанием диссертационной работы является развитие новой методологии проектирования позволяющей получать столь же точные и полные результаты при одновременном снятии ограничений на природу и размерность задачи проектирования.

Целью диссертационного исследования является значительное повышение качества технологического проектирования, в конечном счете направленное на увеличение эффективности работы контейнерных центров грузораспределения. Для достижения указанной цели необходимо решить научную проблему создания интегрированной методологии технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения. Указанная проблема является следствием противоречия, заключающегося в недостаточном, с точки зрения практических требований современного контейнерного бизнеса, уровне развития теории технологического проектирования этих важнейших инфраструктурных элементов системы глобального грузораспределения.

В диссертационном исследовании утверждается, что эта проблема требует решения следующих частных научных задач:

- исследовать состояние современной транспортной системы и выявить ключевые тенденции в ее развитии;
- провести классификацию контейнерных центров грузораспределения по положению в цепи поставок и сформулировать вытекающие из этого технологические требования к ним;
- провести анализ существующих методов технологического проектирования выделенных объектов и установить границы их применимости;
- исследовать полноту существующего методического базиса технологического проектирования и обосновать рациональную структуру общей методологии проектирования;
- разработать новые методы проектирования, необходимые для формирования полного базиса предложенной в исследовании структуры методологии,
- сформировать общую процедуру установления адекватности методологии и ее практического применения.

Объектом исследования явилась новая глобальная транспортно-технологическая система доставки генеральных грузов, сформировавшаяся в условиях современного этапа развития мирового сообщества.

Предмет исследования составляют методы проектирования основных инфраструктурных объектов новой транспортно-логистической системы, грузовых центров распределения и контейнерных терминалов, морских и наземных.

Границы исследования соответствуют целостной и взаимозависимой области вопросов технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения. В первую очередь это связано с определением значений основных выходных параметров в прямой и обратной задачах проектирования, таких как характеристики грузовых фронтов, складов, состава оборудования, численности персонала, используемой технологии, требований к инженерной инфраструктуре и смежным видам транспорта.

Методы исследования. Исследуемая в работе проблема является комплексной и многосторонней, в связи с чем в исследовании применялись эмпирические методы (анализ имеющихся и полученных автором статистических данных, сравнения, эксперименты), чисто теоретические (математические выводы) и смешанные (аналитическое обобщение эмпирических результатов, синтез, современные методы имитационного дискретно-событийного и агентного моделирования).

Основные положения, выносимые на защиту:

- закономерности формирования современной и перспективной топологической структуры грузопотоков, вытекающие из анализа мировых исторических тенденций развития глобальных логистических цепей;
- закономерности проявления новых социально-экономических и транспортно-логистических условий работы транспортных узлов в требованиях к их технологическому проектированию;
- новый методический подход и поэтапная процедура технологического проектирования контейнерных узлов грузораспределения, построенная на серии уточняющих друг друга представлений и соответствующих им моделей;
- новые аналитические зависимости параметров, полученные в результате моделирования процессов, происходящих на контейнерных центрах распределения;
- структура и архитектура экспертной системы поддержки принятия решений при технологическом проектировании контейнерных узлов грузораспределения;
- аналитические закономерности, выведенные из анализа результатов экспериментов и моделирования, предназначенные для использования в локальных процедурах технологического проектирования.

Структура работы. В главе 1 «Основные проблемы технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения в современной глобальной цепи производства и потребления, ограничивающие эффективность их эксплуатации» диссертационной работы, на основании проведенного исследования

причин, отвечающих за развитие современной системы грузораспределения, анализа современного ее состояния, идентификации новых факторов и прогнозирования вызванных ими новых направлений развития, выявлено *противоречие* между изменившимися требованиями к проектированию контейнерных центров грузораспределения и существующей методологической базой, лежащей в основе повсеместно используемых подходов к технологическому проектированию этого важнейшего класса инфраструктурных объектов. Методологической *причиной* этого *противоречия* является отсутствие систематизированного и научно обоснованного подхода к процедуре технологического проектирования, рассматривающего ее как единый и непрерывно развивающийся процесс в фазовом пространстве параметров.

В главе 2 «Системный анализ новых факторов технологического проектирования, обусловленных изменениями в системе контейнерных перевозок» проводится комплексное исследование новых действующих факторов в домене технологического проектирования, обусловленных изменениями в системе контейнерных перевозок, на основании чего идентифицируются новые условия и возникающие вследствие их действия причины, приводящие к появлению инфраструктурных объектов новых категорий. Как следствие, для методического обеспечения проектирования появившихся категорий объектов и диверсифицированных типов имеющихся, возникают новые требования к процедурам технологического проектирования. Здесь же показывается, что выявленные новые факторы требуют существенного изменения, развития и дополнения методов и процедур технологического проектирования. Направления и объемы этих изменений должны быть проанализированы, выявлены и явно сформулированы.

В главе 3 «Сравнительный анализ отдельных методик и синтез общей методологии технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения» проводится сравнительное исследование существующих методик технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения, проанализированы границы их применимости в зависимости от целей и задач этапа технологического проектирования. Сформулирована задача создания новых методик, образующих целостный инструментарий статического и вероятностного аппарата, используемого в технологическом проектировании. Существующие методы, рекомендуемые нормами проектирования для проектно-конструкторских организаций и имеющиеся в распоряжении научно-исследовательских институтов, проанализированы с точки зрения полноты удовлетворения требований. В качестве системообразующего и интегрального механизма реализации методологии проектирования сформулирован подход на основании направленной генерации и анализа сценариев.

В главе 4 «Формирование комбинированных методик технологического проектирования, реализующих подход на основе генерации сценариев» описывается структура комбинированных методик технологического проектирования, реализующих подход на основе генерации сценариев. Здесь подробно исследованы на

предмет недостатков и преимуществ различные методы, предложены их комбинации для формирования инструментов достижения частичных целей каждого этапа, изложена общая концепция интеграционного подхода на основе метода направленной генерации и анализа сценариев как платформы интеграции и замещения недостающих звеньев. В качестве основных методов, дополняющих инструментарий этого этапа, предложены методики интегрального (с помощью эпюр судовых партий) и разностного анализа (с помощью эпюр грузопотоков).

В главе 5 «Разработка специальных средств моделирования для целей технологического проектирования грузовых фронтов контейнерных центров грузораспределения» описано создание специальных средств дискретно-событийного и агентного моделирования для целей технологического проектирования важнейших элементов контейнерных центров грузораспределения. Эти средства являются продолжением и расширением методической фазы, достигнутой подходом генерации сценариев. В этой главе уточнено место и поставлена задача создания инструментария моделирования в технологическом проектировании, проведен анализ и выбраны адекватные средства из арсенала современной дискретной математики в части имитационного моделирования, сформулированы требования к методическим инструментам, описана архитектура и структура системы моделирования.

Завершающая **глава 6** «Установление адекватности предлагаемой методологии и предложения по ее реализации» описывает важные детали реализации и обосновывает методику установления адекватности предлагаемой методологии, реализованную в единой программной среде.

В отдельных приложениях к диссертационному исследованию содержатся:

- результаты установления корректности и адекватности методик;
- примеры технологических расчетов, выполненных для реальных проектов;
- руководства пользователя ПО, используемые в проектных организациях;
- аналитические зависимости, полученные в результате проведения исследований на имитационных моделях.

Основное содержание диссертации

Главные проблемы технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения в современной глобальной цепи производства и потребления. Базис отечественной транспортной науки в части проектирования морских портов и терминалов был заложен трудами Горбатого М.М., Гуженко Т.Б., Дукельского А.И., Кузьмина П.В., Степанца А.В., Страхова В.М., Фролова А.С., Яценко В.А. Значительный вклад в формирование отечественного методологического базиса транспорта страны в целом и проектирования портов и терминалов на различных этапах развития системы народного хозяйства внесли Аракелов Ф.Г., Ветренко Л.Д., Воевудский Е.Н., Кацман Ф.М., Кириченко А.В., Немчиков В.И., Лебедев С.Б., Логиновский В.А., Лукинский В.С., Маликов О.Б., Мячин В.Н., Парфенов А.Ф., Погодин В.А., Постан М.Я., Прокофьев В.А., Рома-

новский Ф.Д., Степанов А.Л., Сергеев В.И., Терехов О.А., Усанов Б.П., Фетисов В.А., Шутенко В.В., Эглит Я.Я. и другие ученые и специалисты.

В то же время, появление и быстрое развитие в конце XX века инфраструктурных объектов контейнерной сети грузораспределения по известным экономическим причинам пришлось на сложный для российской науки и проектно-конструкторской деятельности период. Это обусловило отставание имеющегося научно-методического базиса проектирования контейнерных портов и терминалов относительно потребностей развития транспорта. В то же время академическая наука, в частности представленная школой ГМА им. адмирала С.О. Макарова, последовательно продолжала накапливать научный потенциал, который во многом лег в основу диссертационной работы.

В диссертационной работе проведен аннотированный библиографический анализ основных отечественных и зарубежных работ, относящийся к тематике диссертационного исследования. Указаны публикации и авторы, внесшие вклад в становление отечественной школы технологического проектирования, и наиболее заметные результаты, полученные зарубежными учеными. По каждому крупному кластеру задач дан обзор современного состояния научно-методического базиса их решения. На основании анализа состояния проблемы сформулирована постановка задачи исследования, его цели и этапы.

В работе проанализированы роль и положение портов в мировой системе контейнерных перевозок. Сформулированы движущие причины развития мировой транспортной системы в XX-XXI столетиях: рост мировой торговли, ее интернационализация, либерализация политических режимов, дерегулирование на транспорте, приватизация, изменение технологии перевозок, совершенствование коммуникаций, глобализация и появление логистики как системообразующей дисциплины.

Появление системы контейнерных перевозок существенно повлияло на мировой торговый флот для перевозки генерального груза: специализированные контейнерные суда с ячеистой конструкцией вытеснили универсальные суда в их традиционном понимании. Рационализация маршрутов сначала приняла характер выделения магистральных линий, связывающих между собой немногочисленные укрупнившиеся порты каждого побережья, и системы «подпитки» этих портов морскими маршрутами из близлежащих портов данного побережья. Кроме этого канонического транshipmentа вида *хаб-фидер*, выделился *эстафетный* транshipment, с помощью которого различные линии передают друг другу грузовые партии для обслуживания направлений, не входящих в сферу их интересов. Для перемещения груза между начальным и конечным портом могут использоваться параллельные маршруты нескольких линий или их консорциума с тем, чтобы в совокупности поддерживать регулярное расписание. Подобный транshipment носит название *интерлинейного*. Аналогичные механизмы рационализации маршрутов, действующие на суше, так же обеспечивают достаточную мощность наземной сети транспортировки. В этом случае соответствующий

порт, принимающий магистральные суда, получает название «входного» (*gateway*). Еще одним вариантом рационализации сети контейнерных перевозок являются маятниковые маршруты, возникающие тогда, когда на каждом линейном судне имеется объем груза, экономически оправдывающий заход в несколько портов «хабов» вместо использования фидерных линий. В ряде случаев целесообразными являются отклонения от линейного маршрута для прямой доставки в какой-либо порт, если его характеристики позволяют принять данное судно. Соответствующая доставка носит название *прямой* («drop-shipment»).

Схемы маршрутов, которые фактически сложились как результат изменений последних десятилетий, значительно отличаются от «чистой», логично организованной схемы «ступницы-спицы». Каждая крупная судоходная линия или альянс разработали сложный набор перекрывающихся маршрутов с многочисленными точками пересечения. Все это крайне усложняет задачу стратегического планирования развития портов.

По результатам исследования сформулирована задача математического программирования, описывающая формирование глобальной сети маршрутов. С ее помощью детально проанализированы экономические механизмы, отвечающие за возникновение того или иного варианта (рисунки 1 и 2).

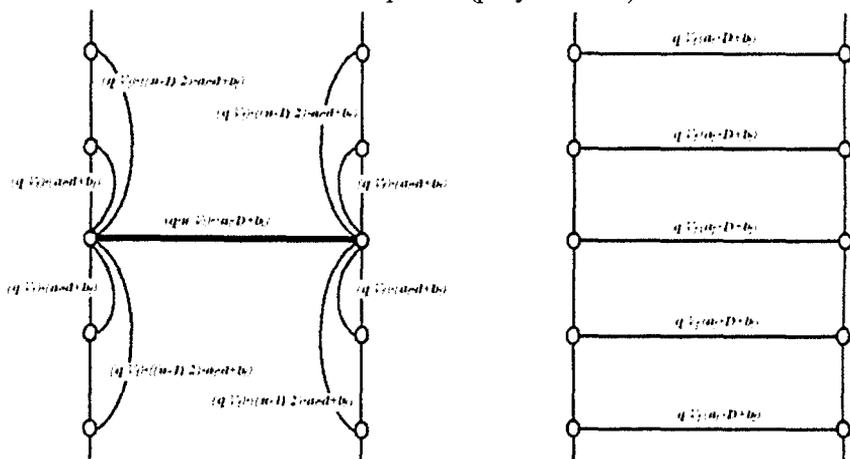


Рисунок 1 – Дистанция экономического равновесия прямых и фидерных схем

Как иллюстрация применимости модели проанализирована транспортная инфраструктура Европы, образующая фон развития транспортной индустрии РФ. Отмечены факторы, способствовавшие развитию системы входных портов этого региона, борющихся между собой за единый хинтерленд. Крупные порты все больше включаются в конкуренцию не как индивидуальные точки обслуживания судов, но как звенья глобальной цепи поставок. Логистическое пространство становится тем фоном, на котором основывается сегодня анализ конкурентоспособности того или иного порта.

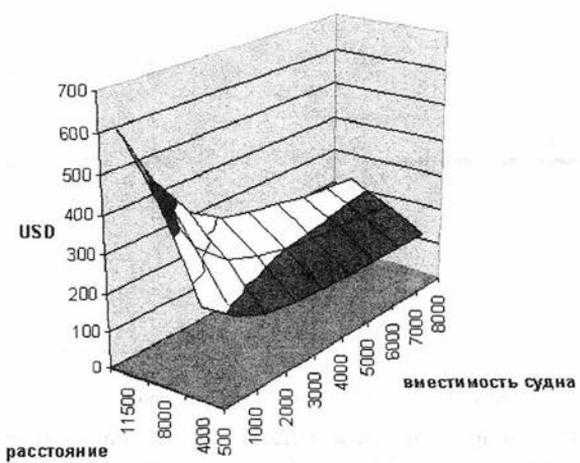
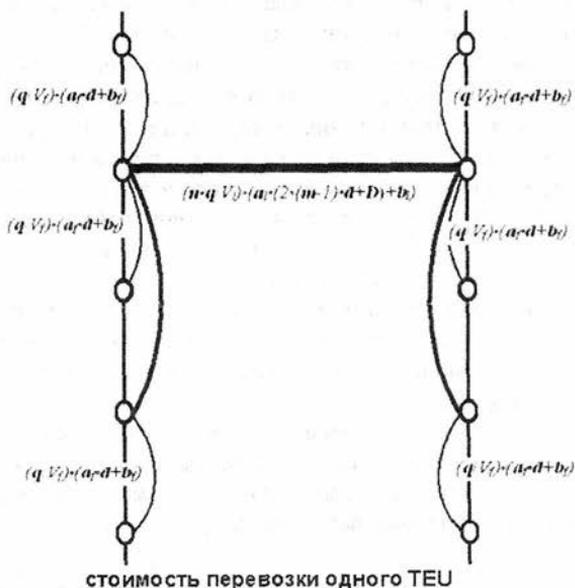


Рисунок 2 – Экономическое предпочтение маятникового маршрута и расчетные функции стоимости

Для целей, поставленных в исследовании, вся система контейнерных портов анализируется с точки зрения места расположения этих объектов в цепях поставок, т.е. относительно своего хинтерленда и форленда.

В работе показано, что операции конечной затарки/растарки груженых контейнеров принципиально могут проводиться в трех эшелонах цепи поставки: на складах комплектации морских терминалов, в удаленных терминалах, предназначенных для освобождения морских терминалов от операций, непосредственно не связанных с судовыми операциями (сухие порты), в логистических терминалах, расположенных ближе к отправителям и потребителям (рисунок 3).

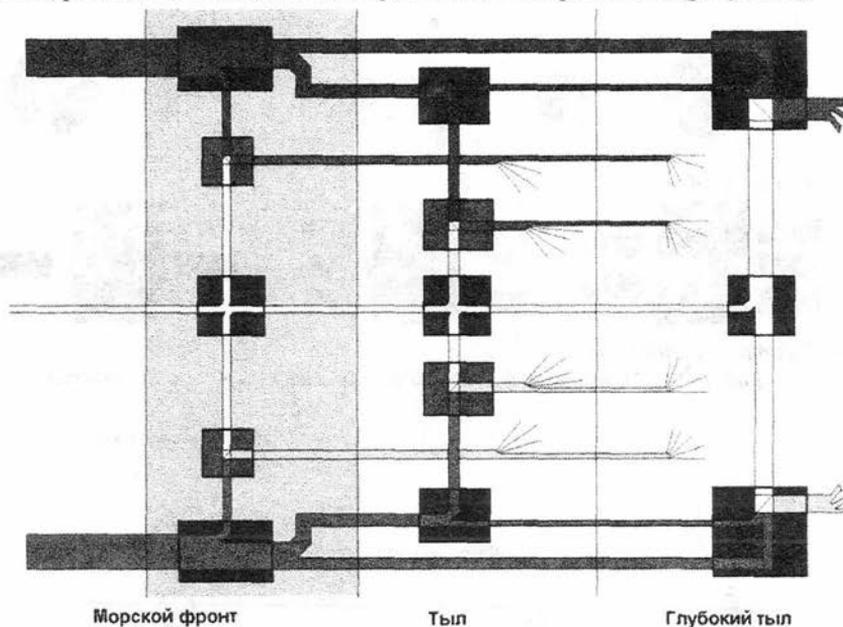


Рисунок 3 – Основные эшелоны системы контейнерного распределения

В соответствии с таким эшелонированием рассматриваются три отдельных категории контейнерных центров грузораспределения, в каждой из которых имеется достаточное разнообразие вариантов (рисунок 4).

В настоящее время проектирование и эксплуатация контейнерных центров грузораспределения все больше зависит от их масштаба, функциональности и операционного окружения. В соответствии с этим в работе выделяются различные категории функциональных совокупностей центров контейнерного грузораспределения (рисунок 5).

В работе исследованы основные возможные типы контейнерных центров грузораспределения всех эшелонов, различных спектров услуг и масштабов, выявлены особенности характерных для них грузовых операций. Каждый из этих объектов характеризуется различными видами, типами, объемами и интенсивностью операций, которые следует учитывать при выборе методов проектирования.

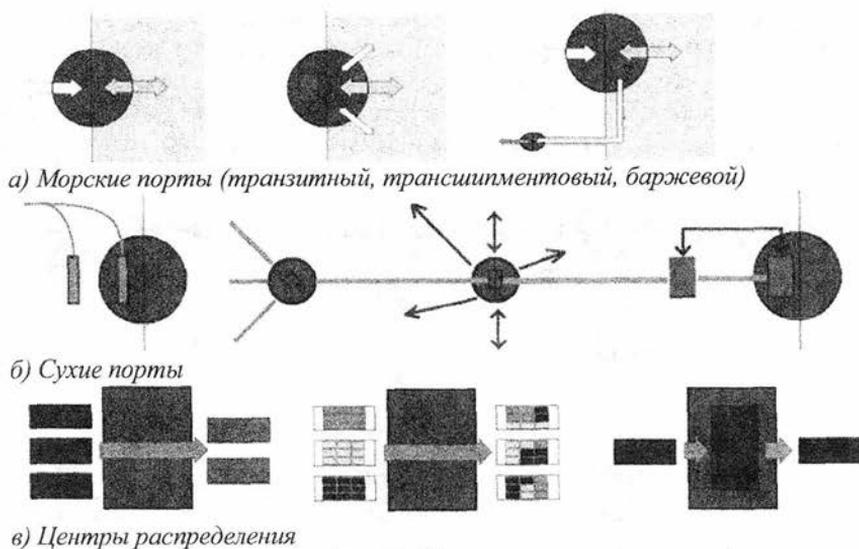


Рисунок 4 – Основные виды контейнерных центров грузораспределения

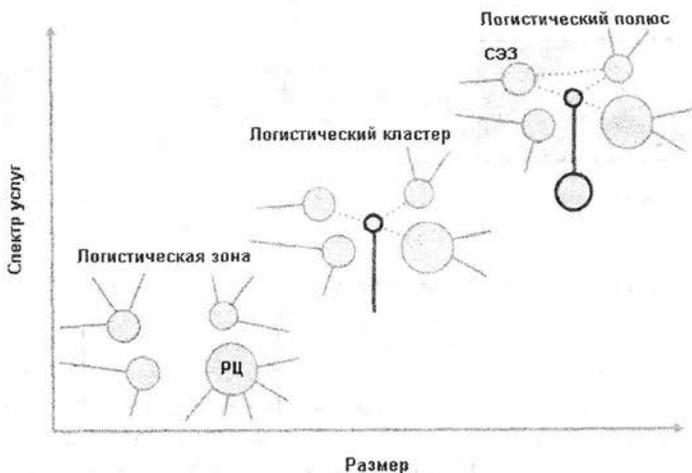


Рисунок 5 – Классификация совокупностей контейнерных центров

В исследовании показано, что во всех случаях они могут быть описаны единой универсальной (порождающей) схемой протекания грузопотоков. Это положение является принципиально важным для всей работы, поскольку данная схема используется как единое методическое основание для регулярного построения всех операционных моделей, формирующих защищаемый в работе подход (рисунок 6).

Системный анализ новых факторов технологического проектирования, обусловленных изменениями в системе контейнерных перевозок. С формальной точки зрения универсальная порождающая структура грузопотока терминала является ориентированным взвешенным графом $G(V, \Gamma, W)$, вершинами $V = \{v_i\}$ которого являются функциональные элементы терминала, направленными дугами $\Gamma = \{\gamma_{ij}\}$ служат передаваемые между элементами частные грузопотоки, а весами $W = \{w_k\}$ выступают релевантные природе задачи характеристики грузопотоков.

Задача структурного синтеза при технологическом проектировании контейнерного терминала в такой постановке сводится к нахождению подграфа $G_A(V_A, \Gamma_A, W_A)$, определяемого как $A \subseteq V$, $G_A \cap V = (\Gamma \cap A)$.

Именно это теоретическое положение позволяет далее в исследовании строить универсальные модели с помощью имитационных методов, которые традиционно считались ограниченными и ориентированными на конкретные случаи.

Процесс создания контейнерного терминала, как и любого объекта транспортной инфраструктуры, проходит несколько стадий, от бизнес-идеи до анализа результатов коммерческой эксплуатации. Бизнес-идея должна быть подкреплена маркетинговыми исследованиями, результатом которых является обоснование грузовой базы проектируемого инфраструктурного объекта в существующем или планируемом к освоению транспортном пространстве (хинтерленде и форленде). Это составляет самостоятельную методическую проблему и находится вне рамок исследования. Тем не менее, даже в этой постановке результаты маркетинговых исследований оказывают влияние на исходные данные технологического проектирования – например, в виде тех или иных требований о стадийности ввода в действие проектируемых мощностей, обратимости используемых технологий, зонирования и районирования, общих характеристик используемых транспортных средств и пр. Конкретные наименования этапов проектирования контейнерного терминала и их содержание меняются в зависимости от многих факторов: назначения и масштаба объекта, региональных особенностей, ведомственной принадлежности и пр. В наиболее общем и полном виде этот процесс включает предпроектные проработки, создание проектной документации, создание рабочей документации, строительство, ввод в эксплуатацию, собственно эксплуатацию объекта. В создании каждого объекта подобного рода участвует несколько сторон: инвестор, заказчик, проектировщик, оператор, разрешительные и надзирающие органы, клиенты и пр. Каждая из стадий создания предполагает различную степень участия этих сторон.

Координация интересов сторон достигается, в частности, через выбранную систему технико-экономических показателей, которые в ходе процедуры меняют свою природу (от априорной к апостериорной), точность и степень детализации. Базой для построения регулярного управления процедурой проектирования и далее работой терминала является постоянный мониторинг показателей в сравнении с выбранным эталоном (бенчмаркинг). В обобщенном виде это показано на рисунке 7.

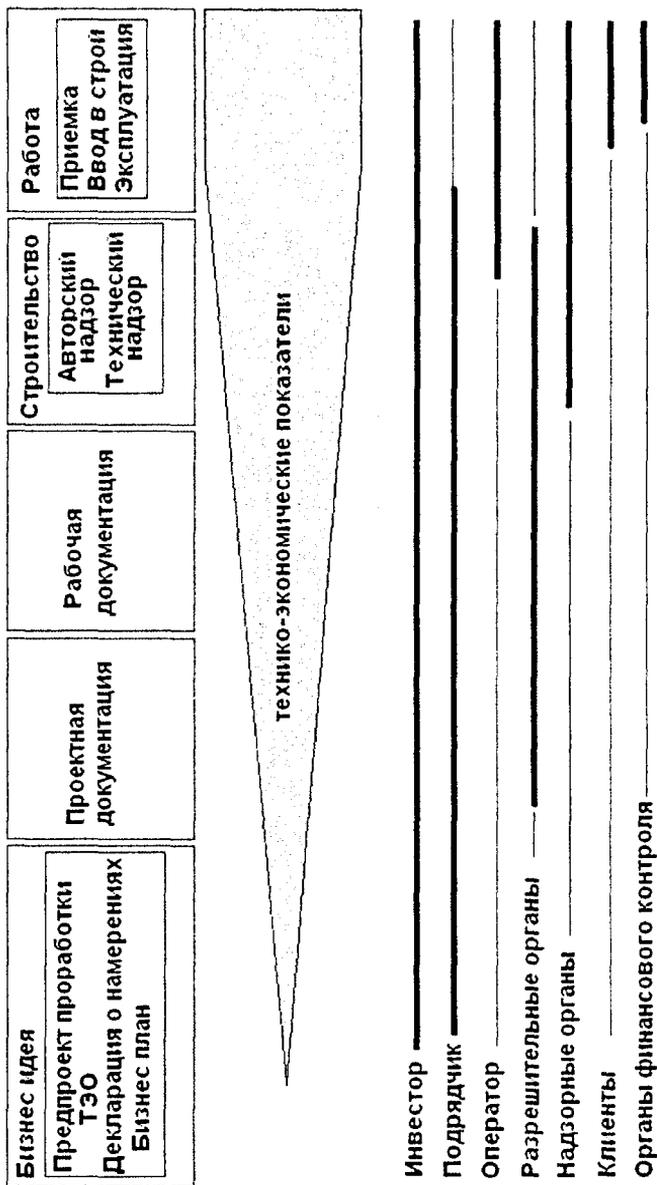


Рисунок 7 – Степень участия различных сторон в процессе создания и эксплуатации терминала

На этом рисунке условно показана вовлеченность в процедуру создания контейнерного терминала различных заинтересованных сторон.

Различная степень детализации представлений об объекте, рост объема и сложности структуры релевантной информации о нем, многовариантность проектных процедур, увеличение трудоемкости и сложности от стадии к стадии делают создание такого базиса сложной теоретической и практической проблемой. В существующей практике эта единая процедура выполняется как цепь независимых этапов, связанных обособленными техническими заданиями и опирающихся на свои методические инструментари.

Методы проектирования, составляющие инструментари каждого этапа, обычно ориентированы на увеличивающиеся объемы, достоверность и степень детализации данных о проектируемом объекте. Эти представления развиваются от этапа к этапу и обычно передаются между ними в виде технических заданий, представляющих сконцентрированное содержание предшествующего хода проектирования (рисунок 8). Процедура проектирования во многих случаях выполняется различными организациями и специалистами. Концентрированный формат представлений об объекте, развитых предшествующими участниками (и даже подробные отчеты о проведенных работах) не отражает всей полноты картины, поскольку многие важные методические предположения, сделанные при расчетах допущения, рассмотренные и отсеченные варианты, частные критерии, не выражаемые формальными средствами опыт и интуиция проектировщиков в результирующем техническом задании отсутствуют.

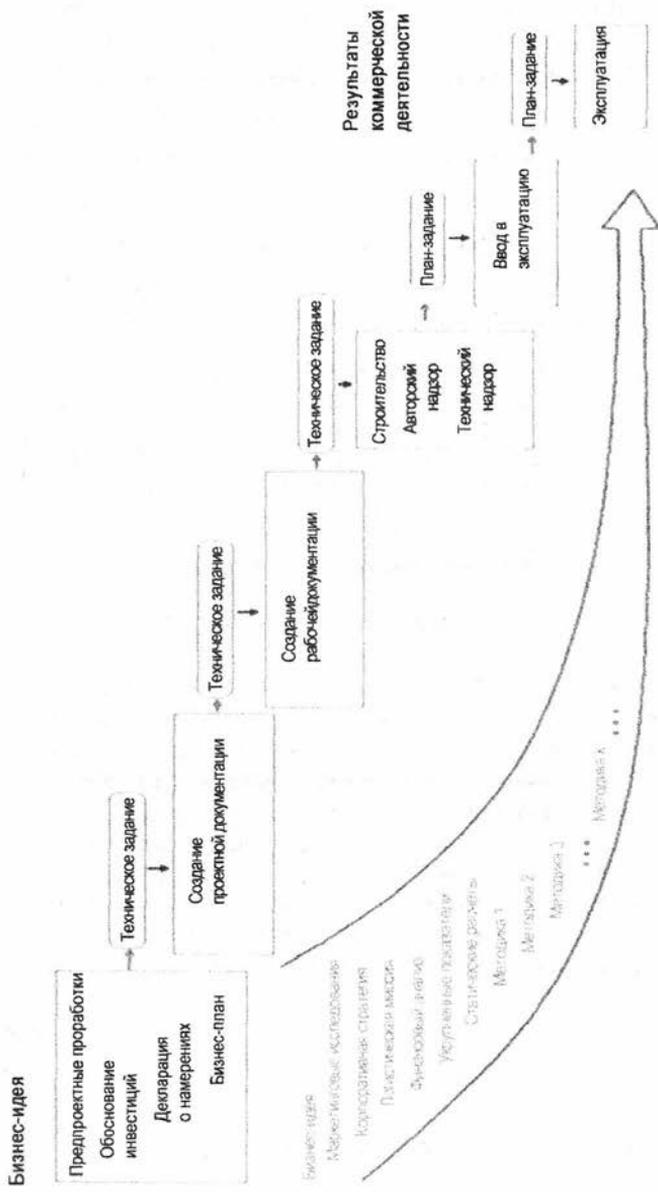


Рисунок 8 – Последовательность использования методов проектирования

Формальным образом описанная процедура проектирования может быть определена как последовательность преобразования входных параметров X в выходные Y . Содержанием начального этапа F_0 является преобразование требований исходного технического задания X_0 в промежуточные выходные параметры $Y_0 = F_0(X_0)$. На каждом следующем этапе проектирования новые входные параметры X_k формируются из выходных параметров предшествующего этапа Y_{k-1} , дополненных внешними уточняющими параметрами Z_k , характеризующими данный этап $X_k = Y_{k-1} \cup Z_k$. Таким образом, процедура проектирования описывается транспозицией преобразований вида $Y_k = F_k(X_k, Z_k)$; $X_k = Y_{k-1} \cup Z_k$, $Y_{k-1} = F_{k-2}(X_{k-2}, Z_{k-2})$ что показано на рисунке 9.

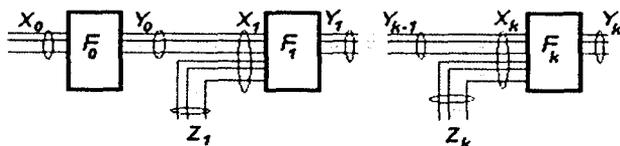


Рисунок 9 – Стадии проектирования как процесс преобразования параметров

Вся эта процедура должна рассматриваться как единый развивающийся процесс

$Y_k = F_k(X_k, Z_k) = F_k(F_{k-1}(X_{k-1}, Z_{k-1}), Z_k) = \dots = F_k(F_{k-1}(\dots (F_1(F(X_0)), Z_1) \dots), Z_k)$ и строиться на базе столь же последовательного и непротиворечивого методического базиса. Поскольку вся процедура проектирования связана с (1) непрерывной оценкой сложившейся ситуации на основе сбора и обработки релевантной информации, (2) принятием решения о наиболее целесообразных действиях и (3) исполнением принятого решения, она методологически относится к многошаговым процессам принятия решений с динамическими адаптивными процессами управления. Наконец, несмотря на фиксированность определенных стадий, важность для практики самого конечного состояния, а не движения к нему делает проектирование задачей динамического адаптивного управления конечным состоянием.

Каждое преобразование вида $Y_k = F_k(X_k, Z_k)$, описывающее ту или иную стадию проектирования, связано с необходимостью использования определенной совокупности ресурсов R_k : $Y_k = F_k(X_k, Z_k) = F'_k(R_k \cdot X_k, Z_k)$. В работе показано, что этот выбор сводится к последовательности частных оптимизационных задач $R_k = \underset{\alpha}{opt} \left(\underset{\beta}{opt} \left(\dots \underset{\omega}{opt} (r_\alpha, r_\beta, \dots r_\omega) \dots \right) \right)$.

Выбор последовательности $\alpha, \beta, \dots, \omega$ определяется внешними требованиями, существенно влияющими на получаемые результаты, а потому относится к вопросу управления процедурой проектирования. В работе рассматриваются различные критерии качества проектирования, дающие возможность перейти к локальному оптимальному управлению процессом проектирования. Показано, что этот процесс связан с определенными ограничениями, ресурсными и методологическими (т.е. ограничениями первого и второго рода). Все это дает основания утверждать, что полностью сформулирована задача управления. Способ управления, удовлетворяющего всем ограничениям и минимизирующего критерий качества управления (иными словами, поиск оптимального управления процессом технологического проектирования) в работе предлагается искать в форме единого методического и алгоритмического базиса.

Сравнительный анализ отдельных методик и синтез общей методологии технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения. В настоящее время нормативной методикой расчета контейнерных центров грузораспределения являются аналитические формулы, регламентированные Нормами технологического проектирования морских портов. Ими устанавливается применение тех или иных формул, а так же использование поправочных коэффициентов, учитывающих неравномерности и неопределенности исходных данных. Эта группа методов в зарубежной литературе носит название «статических». Недостатком методов этой группы является получение конкретных, «точечных» значений параметров.

В конце XX века расчетные методы были существенно обогащены использованием результатов теории массового обслуживания. Этот инструментальный позволил получить оценки вероятностных отклонений параметров относительно средних величин, а так же сформировать представления о динамических характеристиках взаимодействия структурных элементов: длин очередей, времени ожидания и пр. К сожалению, вскоре выяснилась узость области применимости методов этой группы: однородность потока заявок и каналов обслуживания, а так же возможность получения результатов для ограниченного класса распределений.

В качестве методического расширения вероятностных методов в научной, а затем и в практической сфере вскоре стали использоваться методы статистических испытаний, или методы Монте-Карло. Эти методы предполагают использование генераторов случайных чисел, «профилируемые» произвольными распределениями, с целью получения репрезентативного объема сочетаний исходных параметров. Подобный подход позволяет формировать представления о законах распределения выходных параметров для широкого класса распределений общего вида, в том числе не допускающих аналитических представлений.

Ни один из рассмотренных методов не является предпочтительным, каждый из них обладает своими достоинствами и недостатками, своей трудоемкостью и достоверностью, имеющими различный вес на различных этапах. Как следствие,

становится актуальной проблема создания комбинированных методик, включающих в себя все эти методы и допускающие их использование в различных сочетаниях.

Кроме того, в исследовании автора на основании теоретических и практических данных показано, что наибольший вклад в размеры неопределенности требований к инфраструктурным и прочим ресурсам оказывают неравномерности поступления под обработку транспортных средств доминирующего вида транспорта (рисунок 10).

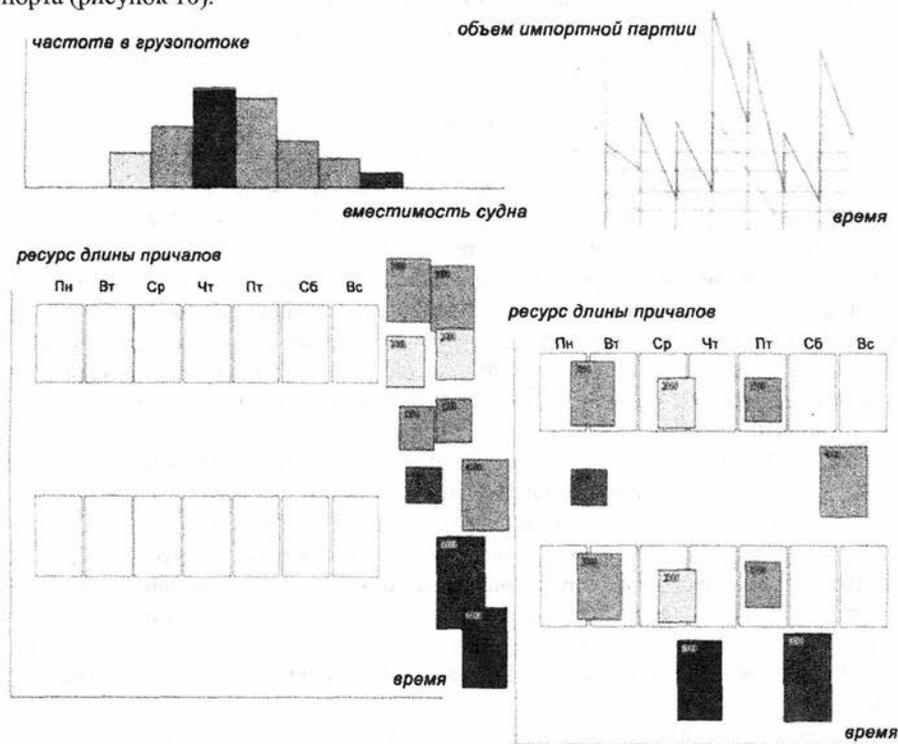


Рисунок 10 – Иллюстрация метода направленной генерации сценариев

Эти неравномерности настолько превышают по величине вариативности, вызванные иными факторами, что можно говорить об их доминирующем же влиянии на требования к ресурсам по их обработке: технологическому оборудованию, площадям, персоналу, внутритерминальным перемещениям и пр. Выбор длины анализируемого интервала времени (неделя, месяц, квартал, год) и задание грузопотока позволяет сформировать среднюю величину обслуживаемых в этот интервал транспортных средств. Случайные или создаваемые проектировщиком варианты расписания поступления транспортных средств носят название *сценариев*. Генерация этих сценариев для получения репрезентативной выборки,

позволяющей с заданной достоверностью получить статистические оценки заданных параметров (требований к ресурсам), может подчиняться тем или иным выбранным целям исследования, в связи с чем сам подход в работе получил название *направленной генерации сценариев*.

Формирование комбинированных методик технологического проектирования, реализующих подход на основе генерации сценариев. Сгенерированные сценарии требуют разработки специфических методов получения результирующих значений связанных с ними параметров. Для этой цели автором предложены два метода, условно названных дифференциальным и интегральным. В их основе лежит то обстоятельство, что обобщенные переменные, описывающие входящие потоки, объем склада и выходящие потоки, связаны между собой разностным уравнением первого порядка.

Как следствие, одна из этих обобщенных переменных является связанной, вычисляемой через две других независимых переменных. В дифференциальной методике независимыми обобщенными переменными выбраны переменные, описывающие входящие и исходящие потоки. Это позволяет полностью определить требования к производительности обработки и форму изменения объема склада (рисунок 11) как частное решение разностного уравнения.

Частное решение определяет характер изменений, являющихся следствием неравномерности входных и выходных потоков. Константа, дающая общее решение разностного уравнения, позволяет оценить объем склада, связанный с возможностью хранения груза по коммерческим и иным внешним требованиям. Именно это значение обычно оценивается всеми традиционными методами.

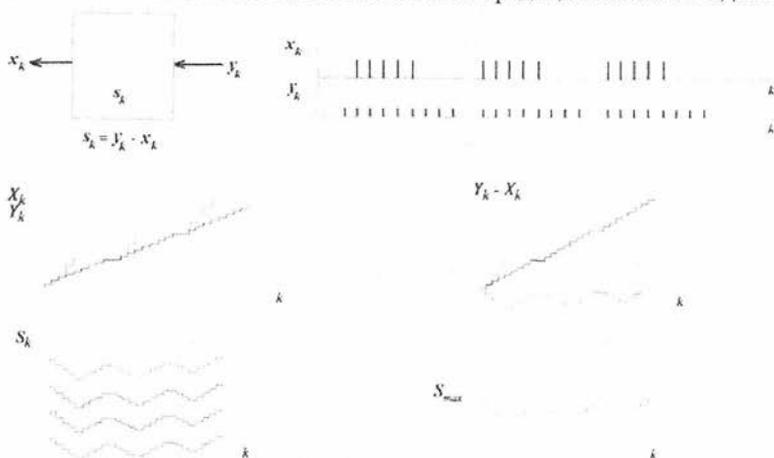


Рисунок 11 – Иллюстрация дифференциальной методики анализа сценариев

В интегральной методике заданными считаются характеристики потока доминирующего транспорта и частные характеристики грузовых партий, связанных с соответствующими транспортными средствами. Как следствие, это позво-

ляет получить интегральные требования к ресурсам для их обработки и получить динамику поведения смежного (вторичного) транспорта. Эта методика в общем виде показана на рисунке 12.

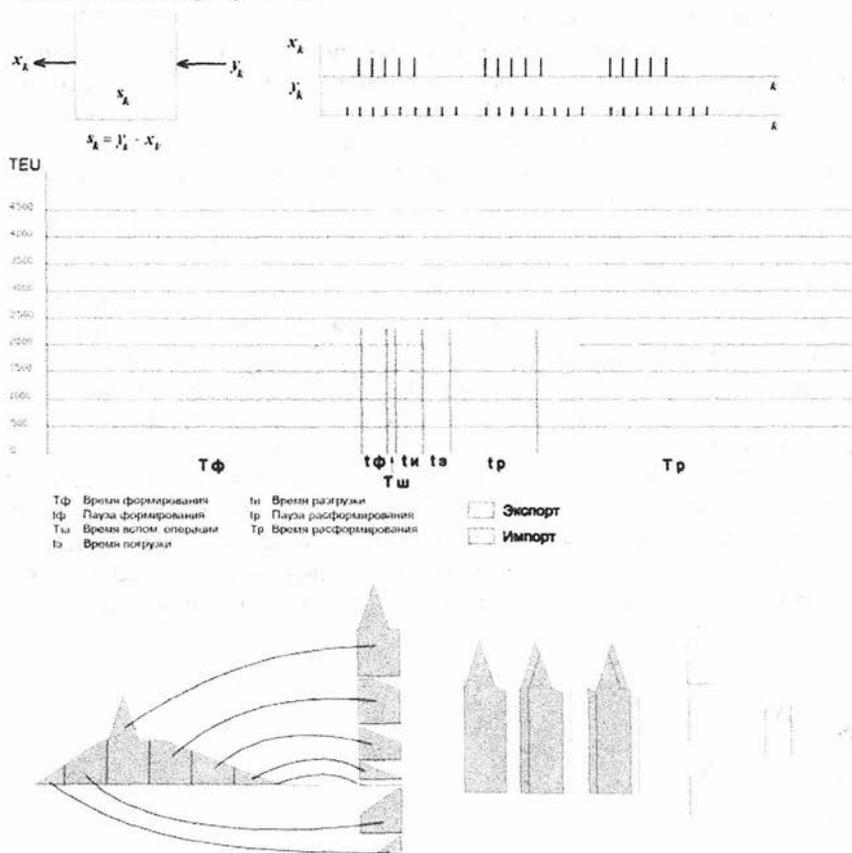


Рисунок 12 – Иллюстрация интегральной методики анализа сценариев

На рисунке 13 показана общая методика проведения анализа по методу генерации сценариев, обеспечивающая получение результатов с заданной достоверностью.

Полученные временные характеристики и требования к ресурсам должны быть переведены в конкретные значения технологических параметров: площади, протяженности, численности парка оборудования и персонала. В диссертационном исследовании подробно описываются соответствующие алгоритмы, схема одного из которых для склада показан на рисунке 14.

$$P(|\bar{D} - e| < \varepsilon) = \beta$$

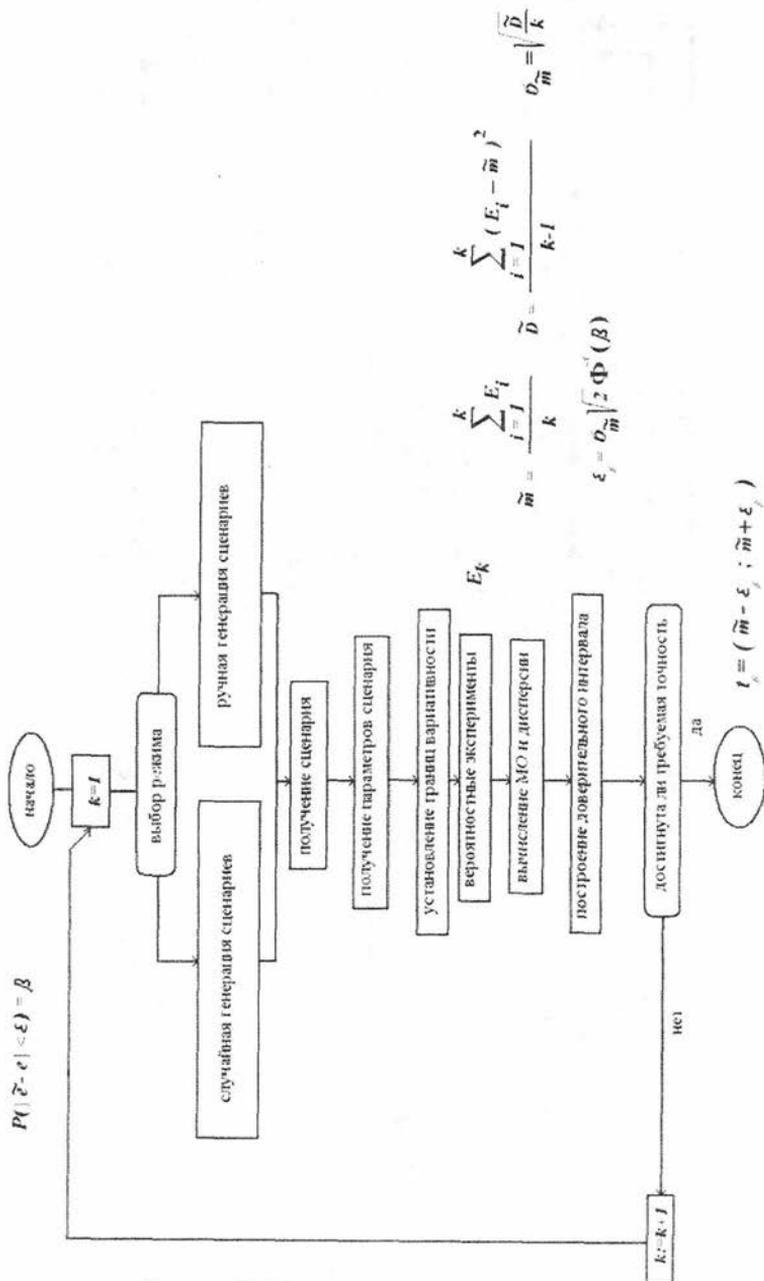


Рисунок 13 – Укрупненная структура методики

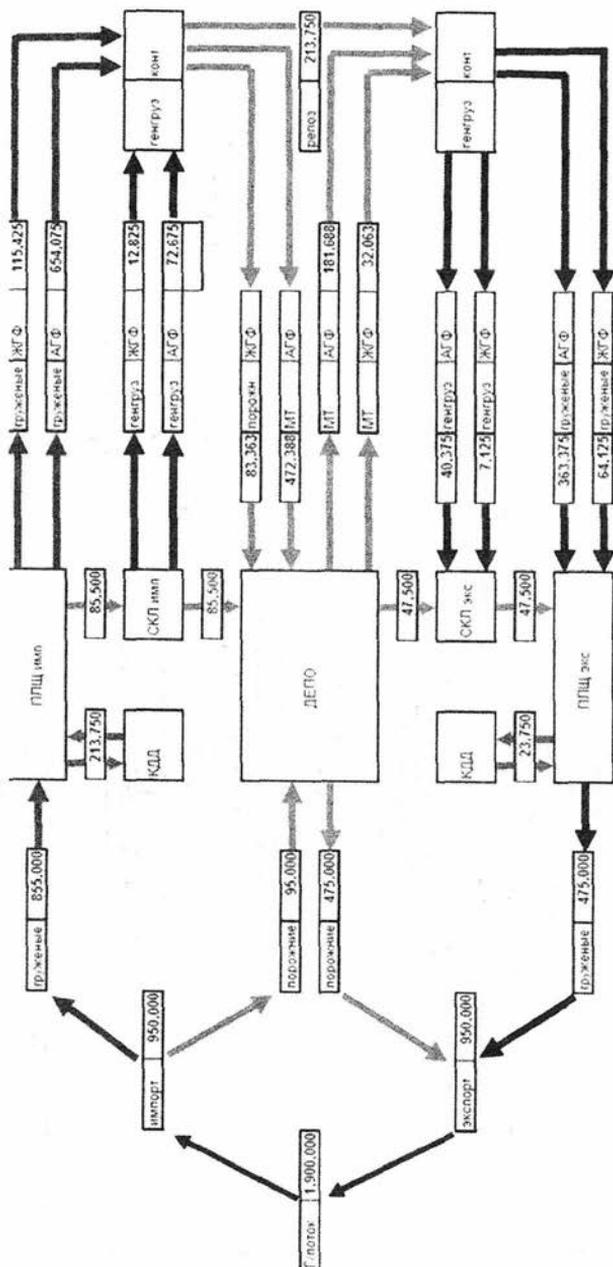


Рисунок 14 – Последовательность расчета размеров склада

Сформулированные в исследовании методы и проведенная новая классификация технологического оборудования позволяют использовать алгоритмические методы выбора транспортно-технологических систем, расчета численности оборудования и персонала. Это позволяет формировать предварительные стоимостные оценки, тем самым существенно повышая точность финансово-экономических оценок, используемых как критерий выбора на этапе технологического проектирования (рисунок 15). Анализ динамики изменений расчетных величин позволяет построить функции распределения, которые характеризуют статистический разброс параметров (рисунок 16). При этом учитываются как статистические разбросы структуры и параметров сценариев, так и флуктуации величин следующего порядка малости: вариативности судовых партий, производительности оборудования, размещения рабочих ресурсов по локальным операциям, что позволяет с необходимой точностью представить в деталях работу терминала на ранних этапах технологического проектирования.

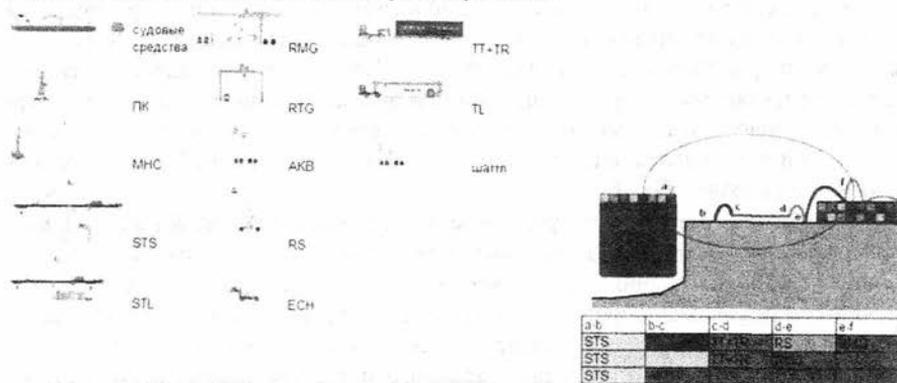


Рисунок 15 – Выбор технологической схемы и оценка экономических показателей

| ЕКО | ИКО | СКОД |
|-------|--------|--------|
| Средн | 18 466 | 18 468 |
| Макс | 19 653 | 20 014 |
| Мин | 16 977 | 16 961 |

| Начало интервала | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Значение на интервале | 34899 | 35316 | 35733 | 36150 | 36568 | 36985 | 37402 | 37819 | 38237 | 38654 | 39072 |

| Кол-во погонной в. диспанс. | 1 | 4 | 10 | 14 | 18 | 21 | 26 | 30 | 36 | 38 | 42 |
|-----------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| % | 2,38 | 9,57 | 23,81 | 33,33 | 42,86 | 50,00 | 61,90 | 71,43 | 85,71 | 90,48 | 100,00 |

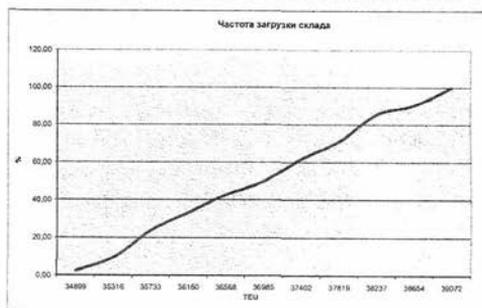


Рисунок 16 – Экранная форма статистической оценки результатов

На основании данных о прибытии транспортных единиц программными средствами можно построить зависимости потребности в ресурсах для их обработки. Так, на рисунке 17 показана временная потребность в количестве подъемного оборудования.



Рисунок 17 – Оценка динамической потребности в ресурсах (подъемное оборудование)

Предложенная методика расчета технологических параметров проверена на адекватность путем сравнения ее с калибровочными значениями, получаемыми методом традиционного статического расчета. Полученное совпадение результатов (для регулярных интервалов прибытия и одинаковых значений объемов партий) позволило сделать вывод о корректности работы заложенных в модель механизмов и подтвердить предположение об адекватности данной фазы программно-методического обеспечения.

Разработка специальных средств моделирования для целей технологического проектирования грузовых фронтов контейнерных центров грузораспределения. На основании анализа результатов проведенного исследования разработана и реализована программная среда с возможностью введения стохастического характера входных параметров. При построении этой подсистемы были введены возможности задания произвольного интервала рассмотрения (до 365 дней), временного окна дискретности процессов, расширены функциональные возможности моделирования, архивации и задания данных, сформирован «дружелюбный» интерфейс планирования и сохранения результатов экспериментов, построения графиков и генерации отчетов для заказчика. Описываемая программная система прошла апробацию при проектировании нескольких реальных объектов контейнерной инфраструктуры: морских портов, сухих портов, автомобильных и железнодорожных терминалов различного функционального назначения.

Интерфейс системы задания входных параметров стохастической программной подсистемы, являющейся следующей фазой единого процесса проектирования в рамках предлагаемого системного подхода, показан на рисунке 18.

На рисунке 19 показано окно графического интерфейса выходных параметров. В соответствии с избранным подходом, результаты работы этого модуля являются исходными данными для проверки адекватности следующего этапа: имитационного моделирования.

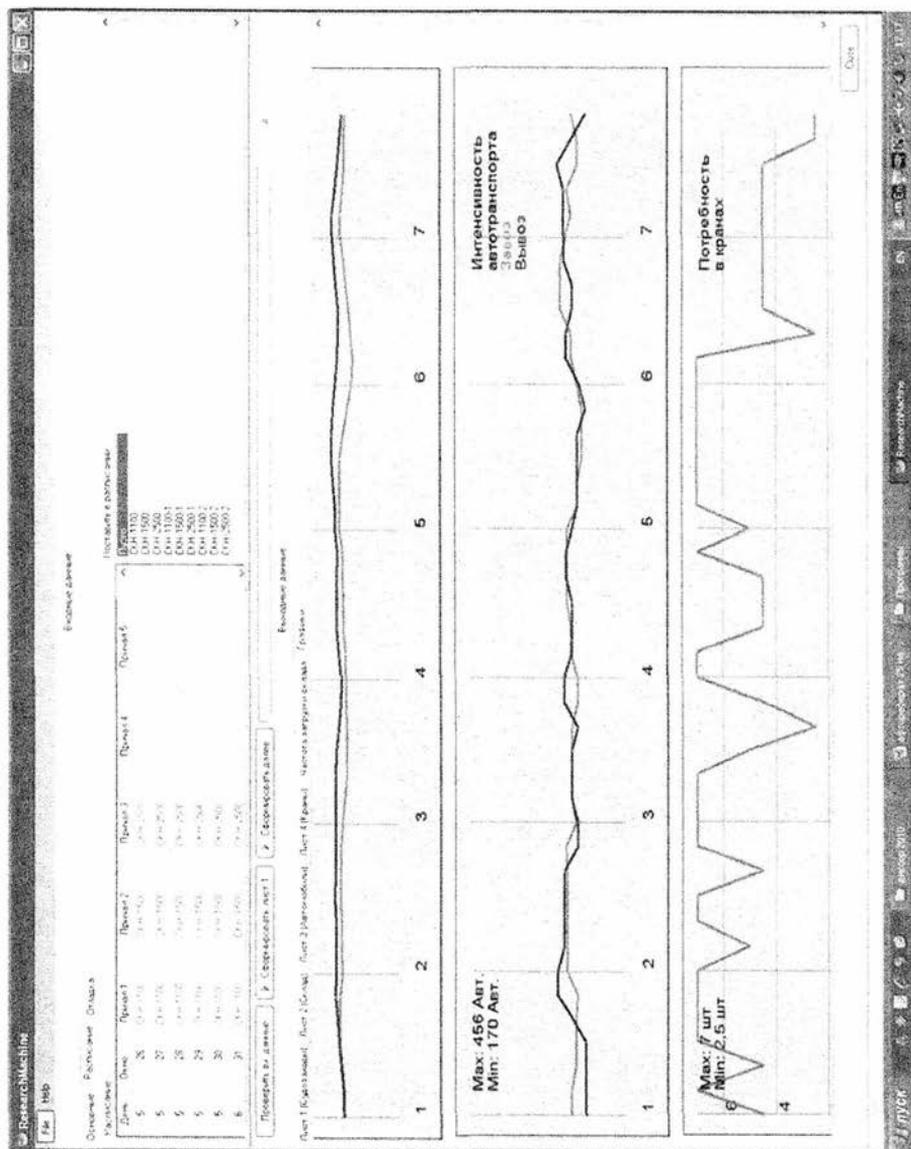


Рисунок 19 – Экранная форма представления выходных параметров

Аналитические модели являются статическими и детерминированными, вследствие чего они проще в реализации и не требуют специального программного обеспечения. В то же время, в них нельзя учесть динамику процессов, причинные зависимости, ограничения во времени. По своей сути и форме, эти модели не допускают возможности “проиграть” сценарий и разобраться в причинах каких-либо эффектов. Качественное исследование поведения контейнерного центра грузораспределения и его отдельных элементов в диссертационной работе выполнено разработанными автором методами дискретно-событийного моделирования (рисунок 20).

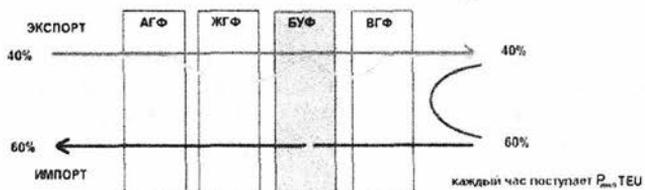
Завершающей стадией разработанной методологии является имитационное моделирование. Имитационные модели являются “выполняемыми” динамическими моделями, которые естественным образом учитывают причинные зависимости и временные ограничения любой сложности. В рамках данного подхода органично моделируются системы стохастической природы, детально “проигрывается” любое поведение системы, легко осуществляется измерение параметров и накапливается любая статистика. Возможность включения в модель любого числа элементов произвольной природы и принятия во внимание всех необходимых аспектов их системного поведения позволяет достичь любой точности. Платой за это является ограничение универсальности и адаптивности модели. Относительно небольшие изменения в структуре моделируемого объекта могут вызывать необходимость масштабных изменений, или повторения всего цикла создания модели. Как следствие, обычное имитационное моделирование плохо подходит для целей проектирования, являющегося многовариантным и изменчивым по своей природе.

Главной целью этой части диссертационного исследования было включение в имитационный инструментарий всех базисных процессов, происходящих на контейнерном терминале самого общего вида, что позволило бы получать структурную модель любого заданного объекта формальным устранением избыточных звеньев. Используя терминологию объектно-ориентированного подхода, была поставлена задача формирования класса моделей, который способен генерировать экземпляры объектов для изучения их поведения с требуемой точностью и качеством.

Эта теоретическая задача одновременно является и глубоко эвристической по природе, поскольку построение такой модели в рамках чисто формального подхода представляется невозможным. Еще менее вероятным является доказательство оптимальности такого построения. В работе приведены результаты исследований, проведенных автором в рамках решения поставленной проблемы. В результате удалось создать объектно-ориентированную имитационную модель контейнерного центра распределения, обладающего свойством структурной настройки и параметризации. Это позволило достичь необходимых свойств в отношении качества имитационного моделирования, сохранив низкую трудоемкость и высокую вариативность простых методов расчета. Общая структура модели приведена на рисунке 21.

На рисунке 22 приведен фрагмент описания одного функционального элемента модели – морского грузового фронта морского контейнерного терминала.

каждый час работает по требованию



если требуется менее $P_{ин}$ на склад не поступает $P_{ин}$

если требуется более $P_{ин}$ все сверх поступает на склад $P_{ин}$

каждый час вывозится по требованию

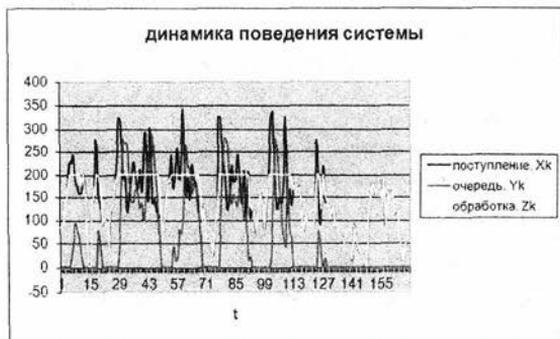
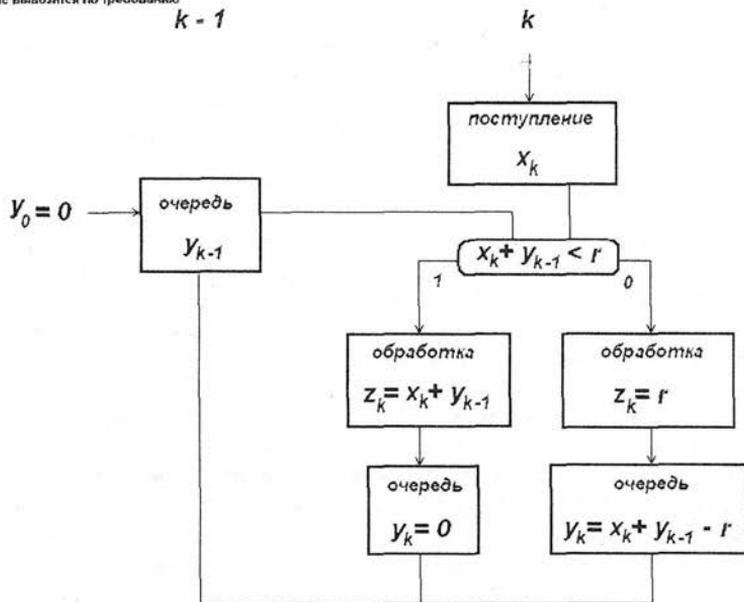


Рисунок 20 – Иллюстрация методики дискретно-событийного моделирования

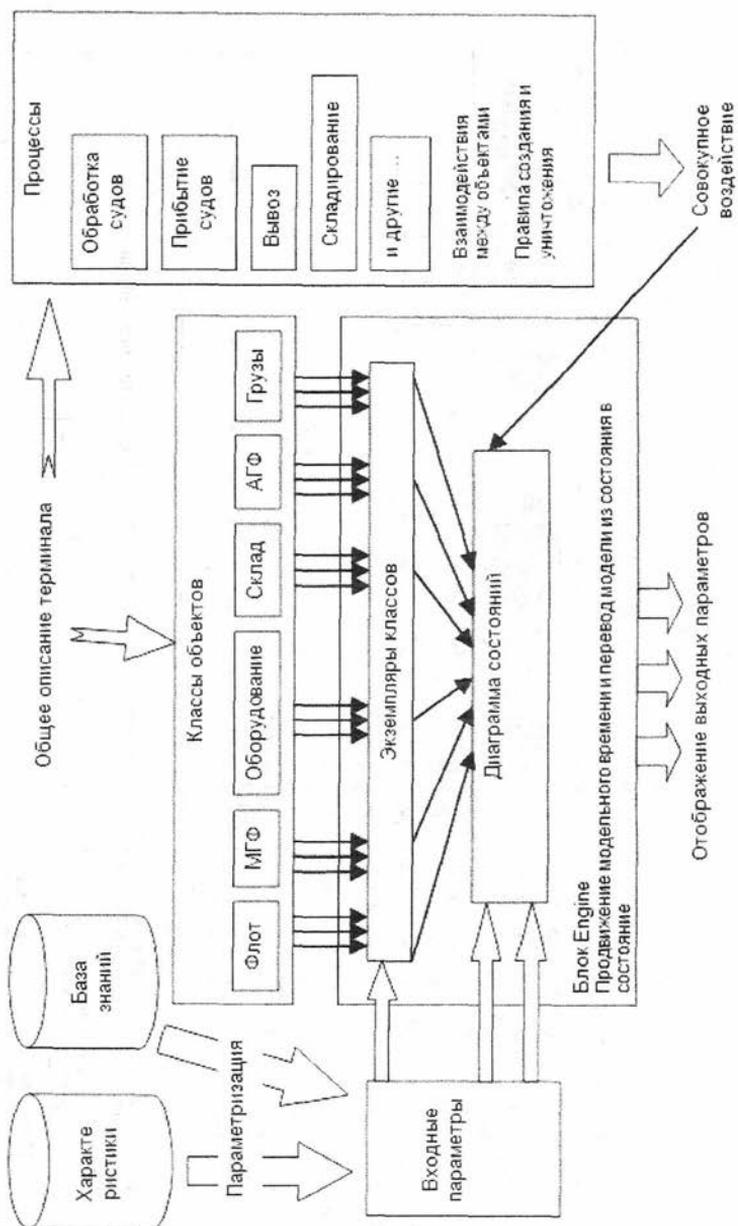


Рисунок 21– Обобщенная схема функционирования имитационной модели

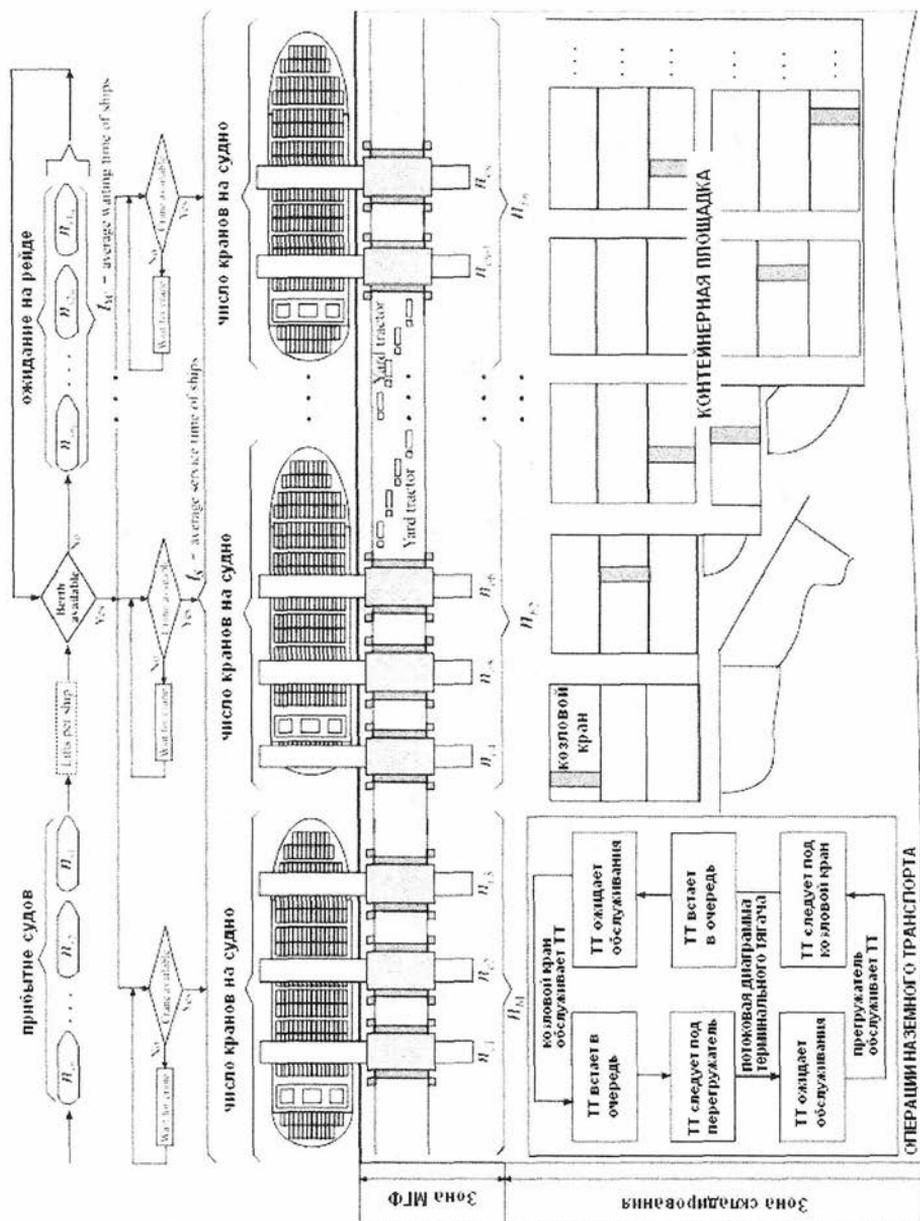


Рисунок 22 – Фрагмент описания элемента обобщенной имитационной модели

Использование формализованных языковых средств описания процессов, характерных для обобщенных контейнерных центров грузораспределения, позволило обеспечить унифицированный способ задания ожидаемых функциональных характеристик проектируемых объектов.

Рисунок 23 иллюстрирует включение функционального элемента в общую структуру обобщенного контейнерного терминала.

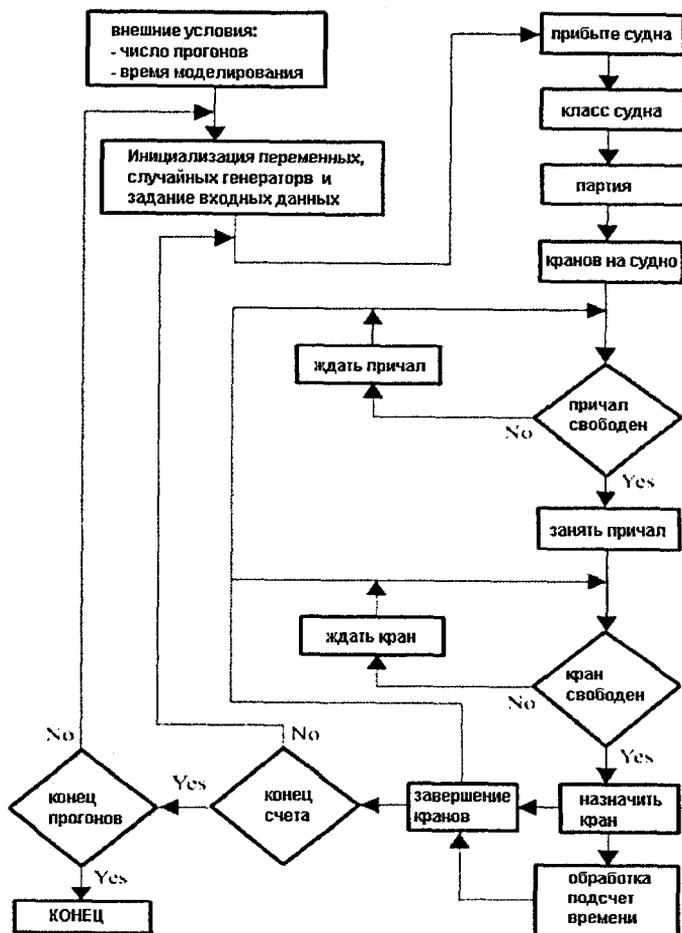


Рисунок 23 – Алгоритм функционирования элемента в обобщенной имитационной модели

Пример выходных оконных интерфейсов, показывающих проведение экспериментов с имитационной моделью контейнерного центра грузораспределения для конкретного контейнерного терминала показан на рисунке 24.

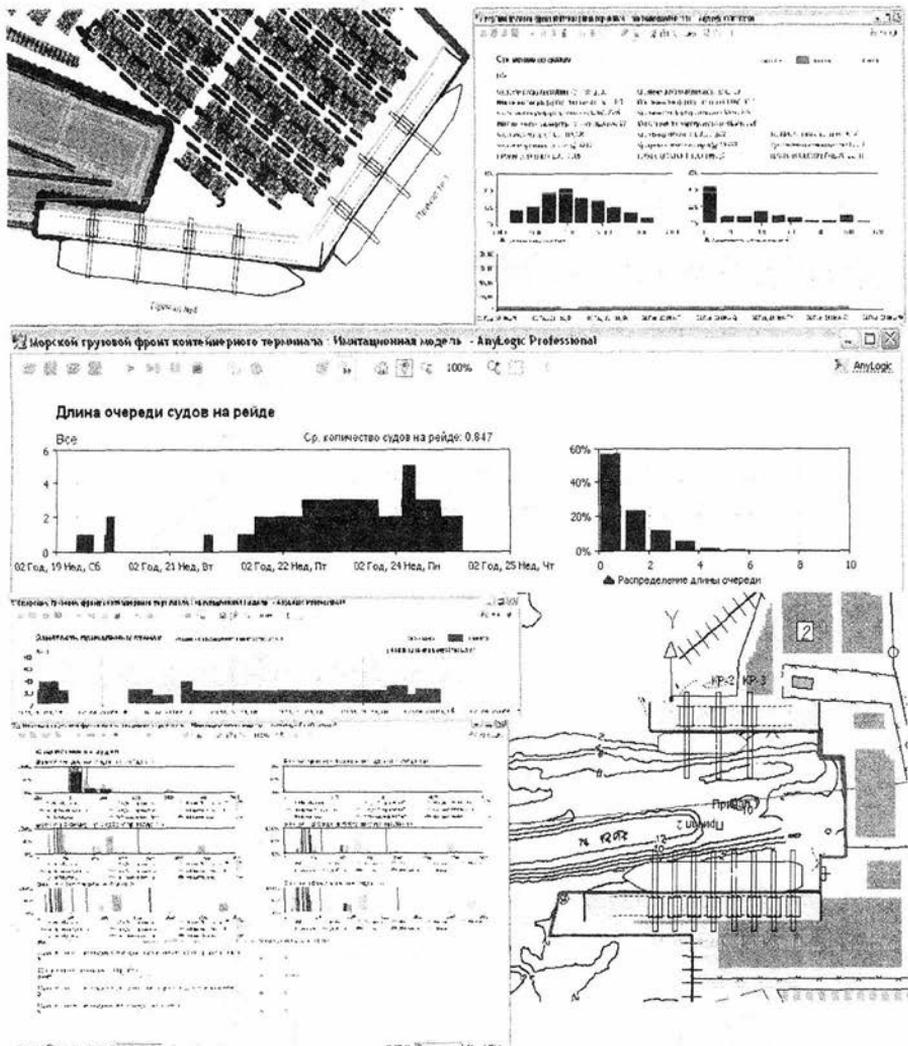


Рисунок 24 – Экранная форма статистической оценки результатов

Установление адекватности предлагаемой методологии и предложения по ее реализации. Как и во всех предыдущих случаях, имитационная модель подвергается процедуре проверки непротиворечивости и адекватности. В работе приведено описание общего способа доказательства адекватности и непротиворечивости последовательности частных моделей, носящее название метода рекапитуляции. Сквозное обеспечение непротиворечивости и адекватности отображаемых свойств на всем протяжении проектирования во введенных формальных обозначениях сводится к выполнению процедуры:

$$Y_k = F_k(F_{k-1}(\dots (F_1(F(X_0)), 0) \dots), 0).$$

В работе детально описана методическая процедура, соответствующая этой нотации, названная методом рекапитуляции (рисунок 25).

По своему содержанию, реализованные в виде интегрированной программной системы методы образуют единую среду технологического проектирования контейнерных центров различных типов, как это показано на рисунке 26.

Реализация предлагаемого в диссертационной работе подхода позволила получить новый методический инструмент для проведения всего цикла проектирования и выйти на этапы ввода в строй и дальнейшую эксплуатацию проектируемых объектов.

В результате выполнения диссертационного исследования автором создана новая методология проектирования контейнерных терминалов (рисунок 27), реализованная в виде программной среды, и установлена ее эффективность.

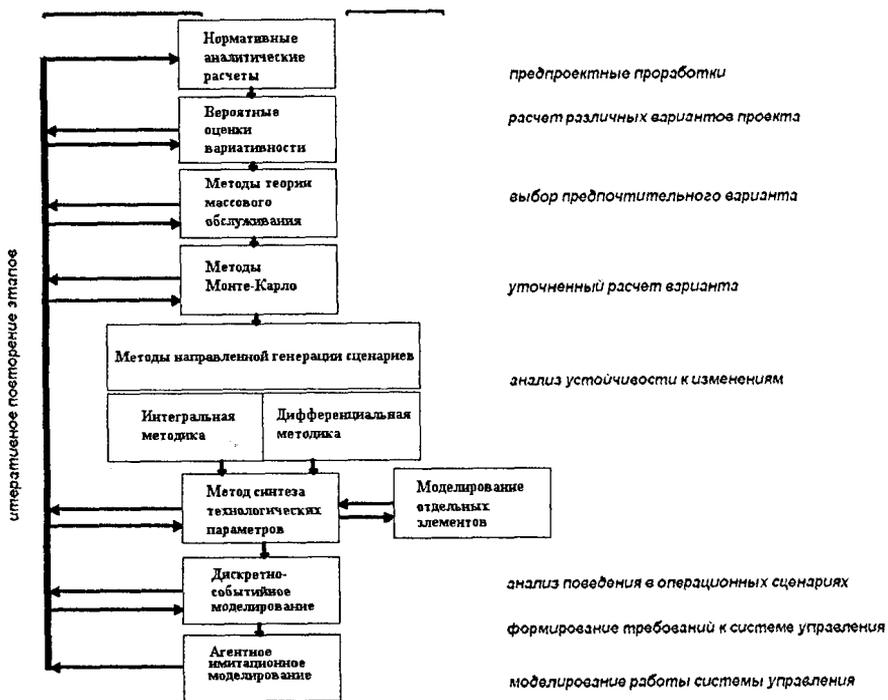


Рисунок 27 – Логико-информационная схема предлагаемой методологии

Все изложенные в диссертационной работе положения и результаты реализованы лично автором. В проведении экспериментов и сборе статистических данных участвовали отдельные специалисты и рабочие коллективы, работавшие под руководством автора.

Основные результаты работы

В исследовании выполнен анализ состояния транспортно-логистической системы, выявлены важнейшие тенденции ее развития и установлены их связи с новыми требованиями к проектированию и созданию современных центров контейнерного грузораспределения.

Впервые поставлены и решены задачи классификации грузовых узлов относительно их положения в общей транспортно-логистической системе контейнерных перевозок, что позволяет транслировать характеристики функционального положения грузовых узлов в проектные и эксплуатационные требования к ожидаемым их свойствам.

Предложена процедурная модель, обеспечивающая поддержание внутренней целостности и непротиворечивости технологического проектирования, позволяющая использовать различные по трудоемкости и точности методы, выбор которых обуславливается стадиями проектирования и уточнением представлений о проектируемом объекте на каждой из них.

Созданы и доведены до практического использования методики и оценки, реализованные в виде методических рекомендаций и расчетных программных модулей.

Усовершенствованы методики статического проектирования терминалов, разработаны новые методики расчета на основании метода статистических испытаний, массового обслуживания, анализа сценариев, агентного моделирования.

Сформирована общая схема установления адекватности методологии технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения.

Предложенные решения позволяют получать важные для региональных властей и отдельных транспортных организаций результаты, поскольку развивают научные положения и представления, касающиеся роли и места транспорта в удовлетворении общественных потребностей, расширении его роли и повышении эффективности.

Результаты использованы в проведенных для государственных и городских властей исследованиях и реализованы на ведущих предприятиях отрасли.

Научная новизна определяется следующими обстоятельствами:

- выявлены и оценены (качественно и количественно) внутренние механизмы, лежащие в основе изменения топологических структур транспортно-логистических цепей поставки (явление «рационализации маршрутов»);
- выявлены вызванные этим изменения в системе мировых, континентальных и региональных перевозок морским и наземным транспортом;
- выявлена роль и определено место существующих методов технологического проектирования основных элементов системы распределения контейнерных грузов;

- предложен новый целостный подход к технологическому проектированию указанных объектов, учитывающий место узла в иерархической системе транспортно-логистических сетей, коммерческие и конкурентные условия его эксплуатации;
- разработаны методы проектирования и моделирования, обеспечивающие непрерывность и согласованность проектирования и управления объектами на фазах создания и последующей эксплуатации;
- сформулированы принципы построения структуры и архитектуры экспертной системы поддержки принятия решений при технологическом проектировании.

Теоретическая значимость исследования заключается в решении важной научной проблемы – создания методологического базиса технологического проектирования контейнерных центров грузораспределения. В нем имеются теоретические положения, которые впервые сформулированы и содержательно обоснованы; даны методические рекомендации, которые внедрены в практику и оказывают существенное влияние на достижение новых эффективных результатов в технологическом проектировании объектов транспортной инфраструктуры. В части постановки задачи технологического проектирования, исследование формулирует новую научную проблему, отличающуюся от традиционной сильной зависимостью ограничений и требований от свойств внешней транспортно-логистической системы. Выполненное автором исследование предлагает законченный метод решения этой научно-технической задачи.

Теоретические положения исследования позволяют разрешить существующие противоречия в понимании процесса технологического проектирования всеми принципиально заинтересованными в его результате участниками: проектировщиками, инвесторами, будущими операторами. К новым полученным результатам могут быть отнесены:

- разработка математических моделей процессов рационализации структуры транспортно-логистических сетей и следствий из анализа их поведения;
- усовершенствование известных методик проектирования, применение новых для сферы технологического проектирования способов анализа и синтеза в инженерном расчете основных характеристик;
- установление, на основе результатов экспериментов и моделирования, аналитических зависимостей для расчета параметров исследуемых процессов;
- формулировка усовершенствованных критериев оценки параметров синтезируемых процессов;
- формирование принципа построения вычислительной платформы поддержки принятия решений при технологическом проектировании.

К практическим результатам исследования относится разработка единой совокупности прикладных методов технологического проектирования контейнер-

ных центров грузораспределения, обеспечивающих повышение качества результатов, их достоверности, снижение трудоемкости проектных процедур, что позволяет с приемлемыми затратами проводить многовариантные исследования.

Методики и положения работы реализованы в виде программной среды и рекомендаций проектировщику, что позволило внедрить их в практику технологического проектирования объектов транспортно-технологической структуры контейнерной системы грузораспределения. Полученные результаты реализованы в форме экспертной системы поддержки принятия решений при проектировании контейнерных центров грузораспределения. Имеются акты реализации (внедрения).

Обоснованность и достоверность научных положений подтверждается:

- использованием апробированных методов традиционной и дискретной математики при проведении исследований, которыми обоснованы научные положения, выводы и рекомендации;
- последовательной проверкой непротиворечивости результатов каждого следующего этапа развития методологии с результатами всех предыдущих стадий проектирования;
- достаточной сходимостью расчетных величин, полученных по предлагаемым методикам, с имеющимися натурными и опубликованными данными;
- практическим использованием результатов в реальных проектах, связанных с созданием крупных региональных транспортных объектов (таких, как Санкт-Петербургский транспортный узел), морских портов и терминалов, наземных логистических терминалов и центров распределения.

Внедрение результатов работы. Результаты исследования были использованы в ходе выполнения следующих инновационных работ:

- «Развитие грузового автомобильного транспорта. Терминальные комплексы» в составе Генерального плана развития СПб до 2015 г;
- «Концепции стратегии развития транспортно-логистического комплекса СПб»;
- «Концепции стратегии развития терминально-складского комплекса СПб»;
- ряда НИР по заданию Минтранса РФ и Агентства морского и речного флота;
- при выполнении технологического проектирования морских и наземных терминалов различного назначения и географического местоположения.

Кроме того, результаты работы вошли в учебный процесс подготовки курсантов факультета Международного транспортного менеджмента ГМА им. адм. С.О. Макарова и были использованы при написании трех учебно-методических пособий.

Апробация результатов. Материалы исследования докладывались и получили положительную оценку на следующих научных форумах: российско-германской

конференции «Транспорт, политика, образование», СПб, 2000; Международной конференции KDS-2001 «Знание-диалог-решение», СПб, 2001; Международной конференции «Логистика и транспорт. Возможности и перспективы», Таллинн, Эстония, 2002; Международной конференции «Логистика: современные тенденции развития», СПб., 2002; Международных экологических форумов «День Балтийского моря», 2003 и 2004; Всероссийской конференции «Грузовая индустрия и современные технологии», СПб, 2004; Международной конференции «FREIGHT.TECH-2005: Грузовая индустрия и современные технологии», СПб, 2005; «Ro-to Technologies» (Швеция), 2008; «Port and Terminal technologies» (Голландия), октябрь 2008; «Problem of Russian Inner Waterway system integration into European transportation System» (Голландия), 2008; конференции «Российские порты: инвестиционные возможности и стратегии финансирования» 27-28 марта 2008; Международных форумах «Морские порты России и СНГ» 2008, 2009 и 2010; Заседании Комитета по транспорту Ассоциации экономического взаимодействия субъектов РФ 19 мая 2010; форуме «Дебаты по перспективам развития транспортной системы региона Балтийского моря» (проект «Трасбалтик») 13 мая 2010; на Шестой Международной конференции «Приграничное сотрудничество» 22-23 сентября 2010; Международной конференции по моделированию морских портов MHS-2010, 14-16 октября 2010, Фес, Марокко; конференции «Петербург-Морская столица России» 16-17 декабря 2010; конференции с международным участием «Системный анализ и логистика» в ГМА им. адм. С.О. Макарова 20-21 апреля 2011; IX Международной конференции «Морская индустрия, транспорт и логистика в странах региона Балтийского моря: новые вызовы и ответы», 24-27 мая 2011, (Калининград), V Тихоокеанский Экономический форум, 9-10 сентября 2011 (Владивосток).

Полученные автором результаты включены в обучающий сайт Транспортного Университета Хофстра (Hempstead, NY, USA), адрес в Интернете <http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/meth3en/ch3m5en.html>.

Публикации по теме работы. Основные результаты исследования отражены в 68 опубликованных научных работах, 19 из которых входят в список реферируемых изданий ВАК Минобрнауки России по специальности и 5 являются ведущими иностранными изданиями по транспортной тематике. Общее число публикаций автора по теме диссертации и транспортной тематике насчитывает более 100 работ.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что поставленная в начале исследования цель (разработки и исследования методологии технологического проектирования и управления эксплуатацией центров грузораспределения в новых логистических условиях) достигнута.

Список публикаций по теме диссертации

Издания, входящие в список реферируемых ВАК Минобрнауки России:

1. Кузнецов А.Л. Метод анализа вложенности данных (DEA) как инструмент изучения эффективности производственных объектов // Транспортное дело России. 2006. Специальный выпуск №8 Инновационные проекты на транспорте. С. 32 - 36.
2. Кузнецов А.Л. Справочные данные о производственных показателях мировых контейнерных терминалов // Транспортное дело России. 2006. Специальный выпуск №8 Инновационные проекты на транспорте. С. 37 - 39.
3. Кузнецов А.Л., Козлова Е.Ю. Метод DEA для изучения эффективности контейнерных терминалов // Морской флот: информационно-аналитический журнал. 2007. №4. С. 52 - 55.
4. Кузнецов А.Л., Козлова Е.Ю. Базовая модель логистических потоков через контейнерный терминал // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2008. № 2 (52). С. 18 - 20.
5. Кузнецов А.Л., Козлова Е.Ю. Оптимизация высоты складирования // Речной транспорт (XXI век): международный журнал речников. 2008. №2(32). С.91-92.
6. Кузнецов А.Л., Козлова Е.Ю. Сравнение различных методик оценки требуемой вместимости склада при технологическом проектировании контейнерных терминалов // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2008. № 4 (54). С. 9 - 14.
7. Кузнецов А.Л. Морские и сухопутные порты в новой мировой системе грузораспределения // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2009. № 1 (55). С. 9 - 12.
8. Кузнецов А.Л. Генезис агентного имитационного моделирования в ходе развития методов технологического проектирования портов и терминалов // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2009. № 4 (58). С. 3-7.
9. Кузнецов А.Л., Пимоненко М.М. Проект NEWLOG – современный подход к повышению логистической квалификации работников контейнерных терминалов // Транспорт Российской Федерации: журнал о науке, экономике, практике. 2009. №5 (24). С. 76 - 79.
10. Кузнецов А.Л., Агеев А.П. Интеллектуальные транспортные системы как направление развития контейнерных грузоперевозок // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2009. № 5 (59). С. 6 - 9.
11. Кузнецов А.Л., Бобрышев С.В. Оптимизация размера зоны FPR при разгрузке специализированных судов-автомобилевозов // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2010. № 2 (60). С. 11 - 14.
12. Кузнецов А.Л., Агеев А.П. Динамический расчет технологических параметров контейнерных терминалов методом генерации сценариев // Транспортное дело России. 2010. №2 (75). С. 122 - 127.

13. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Спасский Я.Б. Расчет вместимости портового склада с учетом неравномерности работы смежного транспорта // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2010. №4(62). С. 3-19.

14. Кузнецов А.Л. Метод генерации сценариев // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2010. № 1 (63). С. 3 - 19.

15. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Спасский Я.Б. Имитационное моделирование работы порта с учетом дифференцированных метеоусловий // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2011. № 1 (63). С. 3 - 8.

16. Кузнецов А.Л., Бобрышев С.В., Спасский Я.Б. Дискретно-событийное моделирование в задачах проектирования и эксплуатации автомобильных терминалов // Эксплуатация морского транспорта: ежеквартальный сб. научн. ст. 2011. № 2 (64). С. 8 - 13.

17. Кузнецов А.Л. Механизмы рационализации маршрутов наземного распределения и выбора видов транспорта // Транспорт: наука, техника, управление. 2011. № 6. С. 13-18

18. Кузнецов А.Л. Механизмы оптимизации вместимости судов // Транспорт: наука, техника, управление. 2011. № 8. С. 18 - 23.

19. Кузнецов А.Л. Формальное определение оптимальной цены продукта // Транспорт: наука, техника, управление. 2011. № 10. С. 17 - 21.

Ведущие международные специализированные издания:

20. Kuznetsov A. Height and cost in the balance // Cargo systems. 2008. March. pp. 55 - 58.

21. Kuznetsov A. Do box stacks really have a "sinking effect"? // Cargo systems. 2008. October. pp. 42 - 43.

22. Kuznetsov A. Mapping out the latest terminal technologies // Cargo systems. 2009. June. pp. 32 - 32.

23. Kuznetsov A. Current State and Prospects of the Integration of the Russian Inland Waterways in European Transport System // Suomen vesitieyhdistys joulukuu. 2008. pp. 9 - 10.

24. Kuznetsov A. Simulation as an integrated platform for container terminal development life-cycle in: The 7th International Mediterranean and Latin American Modeling Multiconference (Morocco, Fes, October 13-15 2010). pp. 159 - 162.

Монографии:

25. Кузнецов А.Л., Степанов А.Л. Оборудование контейнерных терминалов: учебно-практическое пособие, рекомендовано КС по транспортному образованию и науке Минтранса РФ. СПб: Изд-во «Фрэш Эйр СП-б», 2001, 102 с.

26. Кузнецов А.Л., Кроленко А.И., Коршунова А.М. Understanding the container handling system: учебное пособие. СПб: Изд-во ГМА им. С.О. Макарова, 2008. 124 с.

27. Кузнецов А.Л. Методология технологического проектирования современных контейнерных терминалов. СПб: Академия транспорта России. Изд-во «Феникс», 2009. 132 с.

28. Кириченко А.В., Кузнецов А.Л., Ражев О.А., Фетисов В.А. Введение в транспортную логистику: учебное пособие. СПб.: Изд-во ГУАП, 2011. 228 с.

Статьи и тезисы докладов:

29. Кузнецов А.Л. Порт как центр коммерческих услуг – основа конкурентоспособности: тезисы докладов научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава ГМА. СПб: Из-во ГМА им. С.О. Макарова, 2001. С. 146 - 147.

30. Кузнецов А.Л., Титберия О.И. Формализация задачи выбора транспортно-технологической схемы контейнерного терминала: труды Межд. научно-практической конференции KDS-2001 «Знание-диалог-решение». СПб: Изд-во «Лань», 2001. С. 409 - 415.

31. Кузнецов А.Л., Титберия О.И. Транспорт России как часть мировой системы // Морские порты России: информационно-аналитический журнал. 2002. №5 (33). С. 18 - 20.

32. Кузнецов А.Л., Степанов А.Л., Титберия О.И. Проектирование морских терминалов // Терминал: информационный транспортный журнал. 2002. № 4-5 (34-35). С. 26 - 31.

33. Кузнецов А.Л. Непрерывность грузопотока как основной принцип проектирования терминала // Терминал: информационный транспортный журнал. 2002. № 6 (36) С. 26 - 34.

34. Кузнецов А.Л. Аналитический вывод коэффициента запаса: труды БГАРФ. 2003. Вып. 56: Логистика, организация и технология перевозок. С. 20-26.

35. Кузнецов А.Л. Экологический фактор как системообразующее звено логистических цепей: сборник трудов Международного экологического форума «День Балтийского моря» 19-22 марта. 2003. С. 103 - 105.

36. Кузнецов А.Л., Бурлаков К.В. Сравнение методик оценки производительности портовых мощностей // Терминал: информационный транспортный журнал. 2003. № 1-2 (37-38). С. 43 - 48.

37. Кузнецов А.Л. Основные принципы проектирования развития порта // Терминал: информационный транспортный журнал. 2003. № 3 (39), С. 41 - 46.

38. Кузнецов А.Л., Костылев И.И., Степанов А.Л. Транспортная логистика как основа эффективности международных транспортных коридоров // Актуальные проблемы транспорта: сборник научно-технических трудов Российской академии транспорта. Т. 4. - С. 95 - 99.

39. Кузнецов А.Л. Выбор транспортно-технологической схемы контейнерного терминала: тезисы Второй Всероссийской конференции «Грузовая индустрия и современные технологии» 18-19 ноября 2004 г. СПб: Изд-во СЗПИ, С. 12 - 13.

40. Кузнецов А.Л., Погодин В.А. Серова И.В. История и тенденции развития контейнеризации: сб. науч. тр. СПб: Судостроение, 2005. С. 140 - 155.

41. Кузнецов А.Л., Погодин В.А. Серова И.В. Сопоставление технологических схем контейнерных терминалов: сб. науч. тр. СПб: Судостроение, 2005. С. 168-177.
42. Кузнецов А.Л., Погодин В.А. Серова И.В. Методы предпроектной оценки параметров контейнерного терминала: сб. науч. тр. СПб: Судостроение, 2005. С.178 - 184.
43. Кузнецов А.Л., Фурманов Н.В. Оборудование для горизонтальной транспортировки на специализированном контейнерном терминале // Терминал: журнал о транспортном бизнесе. 2005. № 5 (53). С. 36 - 39.
44. Кузнецов А.Л. Бенчмаркинг основных показателей контейнерных терминалов: тезисы Третьей Международной конференции «FREIGHT.TECH-2005: Грузовая индустрия и современные технологии» 24-25 ноября 2005 г. СПб: Изд-во «Феникс». С. 14 - 15.
45. Кузнецов А.Л. Город, порт и логистика // Терминал: журнал о транспортном бизнесе. 2005. № 6 (54). С. 51 - 53.
46. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В. Контейнеризация: история и тенденции развития // Контейнерный бизнес. 2005. № 2 (02). С. 48 - 53.
47. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В. Состояние контейнерных перевозок в России // Контейнерный бизнес. 2005. № 2 (02). С. 53 - 55.
48. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В. Контейнеризация: история и тенденции развития // контейнерный бизнес. 2006. № 1 (03). С. 56 - 62.
49. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В. Обзор различных транспортно-технологических схем организации контейнерного терминала // Контейнерный бизнес. 2006. № 1 (03). С. 62 – 65.
50. Кузнецов А.Л., Погодин В.А. Серова И.В. Показатели работы морских контейнерных терминалов // Контейнерный бизнес. 2006. № 2 (04). С. 142 - 145.
51. Кузнецов А.Л., Тихомиров А.Н. Экология и охрана среды как ключевой фактор развития современных контейнерных терминалов // Морская биржа. 2006. № 3 (17). С. 72 - 75.
52. Кузнецов А.Л. Анализ вложенности данных: новый инструмент изучения эффективности контейнерных терминалов // Контейнерный бизнес. 2006. № 3 (05). С. 104 - 109.
53. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В. Оценка влияния системы управления на пропускную способность контейнерного терминала // Контейнерный бизнес. 2006. № 3 (05). С. 110 - 114.
54. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В. Тенденции развития портовых контейнерных терминалов // Контейнерный бизнес. 2006. № 4 (06). С. 86 - 91.
55. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В. Современное оборудование для транспортировки между основными операционными зонами контейнерного терминала // Контейнерный бизнес. 2007. № 1 (07). С. 52 - 55.

56. Кузнецов А.Л., Козлова Е.Ю. Экономические аспекты концепции удаленных контейнерных терминалов // Экономика и управление на современных предприятиях: сб. научн. тр. Ереван: ЕАПГ, 2007. С. 84 - 88.

57. Кузнецов А.Л., Олли Парика, Погодин В.А., Серова И.В. Инфраструктура порта и ее влияние на конкурентоспособность контейнерных перевозок // Контейнерный бизнес. 2007. № 4 (10). С. 70 - 73.

58. Кузнецов А.Л., Погодин В.А. Оптимизация высоты складирования // Контейнерный бизнес. 2008. № 3 (15). С. 66 - 70.

59. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В. Автоматизация контейнерных терминалов // Контейнерный бизнес. 2008. № 4 (16). С. 17 - 21.

60. Кузнецов А.Л., Погодин В.А. Количество перемещений контейнеров как функция от высоты складирования // Контейнерный бизнес. 2008. №5(17). С.26-29.

61. Кузнецов А.Л., Блудкина В.А. Имитационное моделирование как инструмент проектирования морских и наземных контейнерных терминалов: тезисы докладов научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и курсантов / СПб: изд-во ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2008. С. 237 - 240.

62. Кузнецов А.Л., Погодин В.А., Серова И.В., Спасский Я.Б. Множественные подъемы – увеличение производительности // Контейнерный бизнес. 2009. № 1 (23). С. 36 - 39.

63. Кузнецов А.Л., Гопкало О.О., Семенов С.А. Логистические функции портов Балтийского региона // Вести морского Петербурга: информационно-аналитический морской журнал. 2009. № 2. С. 46 - 47.

64. Кузнецов А.Л. Новый сценарий для российских портов // Морские порты: информационно-аналитический журнал. 2009. № 3 (74). С. 28 - 33.

65. Кузнецов А.Л. Наши порты хабами не станут // Морской бизнес Северо-Запада. 2009. № 4 (17). С. 42 - 43.

66. Кузнецов А.Л., Степанов А.Л. Роль хинтерленда в формировании позиции порта на рынке. Материалы VII международной конференции «Морская индустрия, транспорт и логистика в странах региона Балтийского моря: новые вызовы и ответы» / Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010. С. 197 - 201.

67. Кузнецов А.Л., Погодин В.А. Коэффициент эффективности причалов // Контейнерный бизнес. 2009. № 6-7 (28-29). С. 67 - 70.

68. Кузнецов А.Л. Отношение к логистике надо менять // Морские порты: информационно-аналитический журнал. 2010. № 1 (82). С. 18 - 22.

Кузнецов Александр Львович

**Методология технологического проектирования
контейнерных центров грузораспределения**
Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

ГМА им. адм. С.О. Макарова
Заказ № 277/2011 Усл. печ. л. – 3,0
Тираж 100 экз. Формат 60×84/16