

На правах рукописи

Алексеев Иван Владимирович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА В ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ

05.22.19 – Эксплуатация водного транспорта, судовождение

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Владивосток - 2008

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Морской государственный университет имени адмирала Г.И.Невельского».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Москаленко Анатолий Данилович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Степанец Анатолий Васильевич
кандидат технических наук, доцент Хамаза Елена Витальевна

Ведущая организация: Дальневосточный научно-исследовательский,
проектно-изыскательский и конструкторско-
технологический институт морского флота
(ОАО «ДНИИМФ»)

Защита состоится 25 июня 2008 года в 14.00
на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций
Д 223.005.01 при Морском государственном университете имени адмирала
Г. И. Невельского: 690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а, ауд. 241 УК 1,
тел/факс +7 (4232) 414-968
С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале в библиотеке УК 1 Мор-
ского государственного университета им. адм. Г. И.Невельского.

Автореферат разослан 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Резник А. Г.

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования определяется необходимостью комплексного развития существующей транспортной сети Приморского края с целью повышения ее конкурентоспособности на рынке АТР. Эффективность мер, направленных на развитие транспортной сети, во многом зависит от степени предварительной проработанности вариантов ее оптимизации. Математическое моделирование позволяет работать с транспортной сетью любой сложности. Поэтому для ее исследования и оптимизации целесообразно использовать методы математического моделирования, в частности имитационного. Разработка инновационного подхода к анализу процессов, протекающих в транспортных сетях, с помощью имитационной модели представляется актуальной темой исследования.

Степень разработанности темы. Тема моделирования на транспорте представлена достаточно широко как в отечественной, так и в зарубежной литературе.

Большой вклад в исследование вопросов моделирования на транспорте внесли работы А. П. Артынова, Б. И. Вайсблата, Е. Н. Воевудского, В. Я. Зильдмана, В. Н. Иванченко, П. В. Куренкова, Г. И. Никифоровой, В. С. Петухова, А. М. Пешкова, Г. В. Поддубного, Г. В. Поплавского, М. Я. Постана, С. Райя, А. С. Сеницыной, В. Н. Трифанова, И. П. Фадеева, А. Г. Щелканова. Разработан ряд моделей транспортных систем. Однако методам имитационного моделирования на транспорте уделено мало внимания. Вопросами построения имитационных моделей на транспорте занимались Д. А. Ломаш, В. М. Полянский, А. С. Бутов, Н. А. Тихонова, В. А. Персианов. Однако автором данной диссертации не найдено работ, посвященных имитационному моделированию транспортных сетей как единого транспортного объекта, включающего в себя взаимодействие железнодорожного, автомобильного, авиационного и морского транспорта.

Цели и задачи работы. Целью данной диссертационной работы является разработка методических основ совершенствования управления взаимодействием смежных видов транспорта в транспортных узлах на основе современных логистических подходов.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- анализ производственных процессов взаимодействия смежных видов транспорта в узлах транспортной сети региона;
- анализ современных тенденций развития контейнерных перевозок в мире, России, Приморском крае и АТР;
- систематизация составляющих элементов транспортной сети как системы и анализ процессов ее функционирования;

- формирование программных алгоритмов моделирования транспортной сети на основе анализа существующих методов моделирования и осуществление выбора адекватного метода моделирования;
- разработка методологии построения имитационной целостной модели транспортной системы, включающей комплекс взаимосвязанных узлов;
- создание информационной базы о работе транспортной сети юга Приморского края (морской, железнодорожный, автомобильный, авиационный транспорт) в формате, необходимом для построения имитационной модели транспортной сети юга Приморского края;
- реализация имитационной модели управления движением транспортной сети юга Приморского края применительно к импорту и транзиту контейнеров через порты юга Приморья разными видами транспорта;
- разработка мероприятий по преобразованию существующей транспортной сети Приморского края в транспортную систему.

Объектами исследования диссертационной работы являются транспортные узлы и смежные с ними транспортные сети.

Предметом исследования являются процессы, протекающие в транспортных узлах и прилегающих к ним участках транспортной сети.

Разработанный подход был применен на транспортной сети юга Приморского края.

Теоретические основы исследования. Теоретическую основу исследований составили работы отечественных и зарубежных авторов в области оптимизации взаимодействия различных видов транспорта, работы порта, логистики, а также работы по математическому моделированию, в том числе имитационному. основополагающими работами в исследовании стали труды В. В. Адрианова, Д. А. Ломаша и Ю. И. Рыжикова.

Методы исследования. Для решения поставленных задач использовались методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики, теории массового обслуживания и графов, теории принятия решений, методы имитационного моделирования и методы многокритериальной оптимизации.

Основные положения и результаты, выносимые на защиту. Работа выполнена в рамках паспорта специальности 05.22.19 – «Эксплуатация водного транспорта, судовождение». Содержание специальности – разработка научных проблем эффективного функционирования и развития водного транспорта. Область исследования в части п.2 паспорта специальности – организация морских и речных сообщений и системы управления транспортным процессом, транспортная логистика на водном транспорте.

На защиту выносятся следующие результаты работы:

- способ формализации процессов, происходящих в транспортных узлах, основанный на системном подходе со стохастическими параметрами функциональных элементов и потоков;

- принципы построения имитационной модели транспортной сети региона применительно к импорту контейнеров через порты юга Приморского края;
- схемы функционирования транспортной сети юга Приморского края с анализом их преимуществ и недостатков по результатам моделирования их работы.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- формализованы процессы, происходящие в транспортных узлах, позволяющие построить модель с необходимой степенью приближенности к прототипу;
- разработан набор стандартных функциональных блоков и связей между ними, описывающих отдельные процессы, происходящие в транспортных узлах и прилегающих к ним участках транспортной сети;
- создана имитационная модель транспортной сети, позволяющая прогнозировать и выполнять оценку эффективности работы различных видов транспорта в транспортных узлах;
- разработаны подходы к построению регионального распределительного центра.

Теоретическая значимость исследования. Представленная работа развивает теоретические основы и методологию моделирования и оптимизации процессов, протекающих в транспортных узлах. Интерес представляет предложенный подход к формализации транспортных узлов и метод построения модели.

Практическая значимость исследования. Предложенный в работе метод построения модели транспортных узлов позволяет оперативно осуществлять сборку модели любой конфигурации из базовых компонентов.

Разработанная имитационная модель позволяет исследовать чувствительность системы к различным изменениям внешней среды.

Применение результатов исследования на этапе организации работы транспортных узлов сети будет способствовать повышению эффективности их работы с учетом параметров времени, стоимости и надежности.

Экономический эффект от применения результатов моделирования по предложенному методу может быть получен за счет оптимизации процессов, протекающих в транспортной системе, и повышения эффективности ее функционирования.

Обеспечивается возможность реализации модели регионального распределительного центра в транспортной сети Приморского края.

Достоверность результатов исследования подтверждается сравнением проведенных экспериментов на базе имитационной модели с фактическими показателями работы транспортной сети.

Апробация работы. Основные положения и научные результаты работы докладывались на международной конференции по проблемам паромного сообщения между Россией и Японией в Аомори (Япония), на международной

конференции по проблемам морского транспорта в Мальмё (Швеция), на международных конференциях FEBRAT – 05, 2005 г., FEBRAT – 07, 2007 г.

Публикации. По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований опубликовано 6 печатных работ объемом 2,6 п. л. и одна в электронном виде, из них одна публикация в журнале «Транспортное дело России», входившем в число ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК по перечню 2006 г.

Реализация результатов работы. Некоторые положения выполненной работы включались в разработки проектных организаций при исследованиях вариантов развития контейнерных перевозок.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы. Объем диссертационной работы – 158 стр., основного текста – 136 стр. Кроме того, диссертация содержит 51 рисунок и 20 таблиц. Список литературы содержит 197 наименований библиографических источников.

Основное содержание работы

Во введении раскрыта актуальность темы и проанализирована степень ее исследованности, сформулированы цели и задачи исследования и намечены пути их решения. Охарактеризованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, раскрыто основное содержание и приведены сведения об апробации результатов работы.

В первой главе описаны основные тенденции в развитии контейнерных перевозок в мире, обозначено современное состояние контейнерных перевозок в России, предложены универсальные критерии конкурентоспособности и привлекательности портов и проведен анализ привлекательности транспортной сети Приморья в АТР.

Сегодня на мировом транспортном рынке контейнерные перевозки являются самым быстрорастущим и перспективным сегментом. В контейнерах перевозятся практически любые виды груза. К 2010 г. степень контейнеризации грузов прогнозируется на уровне 70 % от общего числа контейнеризуемых грузов. Интеграция России на контейнерный рынок через развитие контейнерных перевозок, развитие транзита контейнеров через территорию России позволит значительно усилить ее позиции на мировом транспортном рынке. Сегодня 59 % мирового рынка контейнеров приходится на рынок АТР. Специалисты прогнозируют самый интенсивный рост в этом регионе. Поэтому АТР является самым перспективным контейнерным рынком мира. Приморский край географически предрасположен к работе с АТР. Однако существующие транспортные возможности в АТР России, и в частности Приморья, крайне недостаточны для интеграции России на этот рынок в качестве полноценного игрока. С точки зрения привлекательности приморской транспортной сети на рынке АТР суще-

ствует ряд важных критериев, говорящих о перспективности развития контейнерного бизнеса в Приморье, однако существует ряд серьезных недостатков.

В условиях современной межпортовой конкуренции необходимо работать над повышением привлекательности порта для грузовладельца. Автором был предложен ряд критериев, позволяющих оценить привлекательность порта. Часть этих критериев (стоимость, время и качество услуг) поддается анализу и синтезу, привлекательность порта с точки зрения этих критериев может быть рассчитана, спрогнозирована и обеспечена. Часть этих критериев являются внешними по отношению к порту и мало зависят от самого порта (близость центров грузообразования, грузопотребления, магистральных направлений движения грузов). Эти критерии оказывают огромное влияние на конкурентоспособность порта, и по таким критериям порты юга Приморья находятся в потенциально выгодном положении, однако существующий потенциал не реализован.

Крайне важно, что привлекательность порта обуславливается и привлекательностью всей обслуживающей его транспортной сети и привлекательностью организаций, функционирующих в этой сети. И когда речь заходит о конкурентоспособности порта в международном масштабе, недостаточно говорить о конкурентоспособности отдельного порта, так же как недостаточно в масштабе всего порта говорить только о конкурентоспособности какого-либо отдельного терминала в этом порту. Необходимо говорить о конкурентоспособности всей системы перевозок с момента появления груза в системе и до момента его выхода из неё. Причем территория, охватываемая такой единой транспортной сетью, так же является источником конкурентных преимуществ. А значит, расширение этой сети является инструментом привлечения грузовладельцев. Например, в отношении морских перевозок это установление новых линий, увеличение частоты заходов в порты.

По мнению автора, значительно увеличить привлекательность портов юга Приморья и всей транспортной инфраструктуры края можно за счет позиционирования портов юга Приморья и окружающей их транспортной инфраструктуры как единой транспортной системы, имеющей единый координационный центр, единое информационное и нормативно-правовое пространство.

Во второй главе описаны основные принципы теории системы и проведен анализ существующих видов моделирования и инструментов, приведены основные принципы построения имитационных моделей систем, предложена схема построения имитационной модели транспортной сети на примере Приморского края.

Из рассмотренных видов моделирования был выбран метод имитационного моделирования с использованием ЭВМ. Преимуществом имитационных экспериментов является возможность полного воспроизведения условий эксперимента с моделью исследуемой системы, а также простота прерывания и возобновления экспериментов. При этом имитируются элементарные процессы с сохранением их логической структуры в определенной временной последовательности.

Имитационные модели позволяют достаточно просто учитывать такие факторы, как наличие дискретных и непрерывных элементов, нелинейные характеристики элементов системы, многочисленные случайные воздействия и др., которые часто создают трудности при аналитических исследованиях.

К недостаткам имитационного моделирования можно отнести низкую точность вероятностных характеристик редких событий, чувствительность к особенностям инструмента построения модели. Несмотря на ряд недостатков, в настоящее время имитационное моделирование, и в частности с применением ЭВМ, – наиболее эффективный метод исследования больших систем в условиях неопределенности с учетом трудноформализуемых факторов, а часто и единственный практически доступный метод получения информации о поведении системы, особенно на этапе ее проектирования.

Для построения модели транспортной системы автором предложено выделить 2 уровня иерархии субъектов транспортной системы: 1-й уровень – узлы транспортной системы (порты, погранпереходы, аэропорты и т.д.), 2-й уровень – блоки, в различных комбинациях входящие в состав каждого узла (перегрузочные мощности, таможенная служба и т.д.).

Для любой транспортной системы набор различных узлов ограничен, причем между собой узлы отличаются внутренней блочной структурой. Набор возможных блоков также ограничен, и они отличаются различными функциями обработки заявок. В блоках происходит непосредственное обслуживание входящего потока заявок с помощью необходимых ресурсов. В системе присутствует управляющее воздействие, которое контролирует потоки заявок, информации, распределение ресурсов и прочие параметры работы системы.

В общем виде модель транспортной системы можно представить следующим образом (рис. 1), где P_c – управляющее воздействие, c – тип управляющего воздействия; $Z_{\text{анк}}^j$ – функция работы ресурса j при обслуживании заявки a в блоке n узла k ; j – тип ресурса; $T_{\text{анк}}^j$ – время обработки заявки a ресурсом j в блоке n узла k ; $S_{\text{анк}}^j$ – стоимость обработки заявки a ресурсом j в блоке n узла k ; $R_{\text{анк}}^j$ – надежность обработки заявки a ресурсом j в блоке n узла k ; F_a – входные потоки заявок, a – тип входного потока заявок; F_{ak} – функция преобразования входного потока заявок a в узле k ; F_{akn} – функция преобразования входного потока заявок a в блоке n узла k ; n – номер обрабатывающего блока, $n = 1, 2, 3, \dots$; k – номер обрабатывающего узла, $k = 1, 2, 3, \dots$; N – количество блоков, пройденных заявкой в узле k ; K – количество узлов, пройденных заявкой в системе; $X_{\text{акн}}^i$ – обрабатываемая в данный момент в блоке n узла k партия заявок типа a , i – количество заявок в партии, $i = 1, 2, 3, \dots$; Y_b – выходные (обработанные) потоки заявок, b – тип выходного потока заявок.

Для транспортной системы входными потоками являются различные виды транспорта, поступающего в систему. Эти потоки дискретны, и события поступления каждой заявки (транспортного средства) в большинстве случаев не зависят друг от друга.

Выходной поток заявок Y_b – это сумма результатов обслуживания заявок в каждом пройденном узле F_{ak} . Результат обслуживания заявок в каждом прой-

денном узле F_{ak} – это сумма результатов обслуживания заявок в каждом пройденном блоке F_{akn} . Результат обслуживания заявок в каждом пройденном блоке F_{akn} – это функция f от обрабатываемого в данный момент потока заявок, обслуживающих блок ресурсов и управляющего воздействия.

$$F_{akn} = f(X_{akn}^i, Z_{akn}^j, P_c); \text{ таким образом, } Y_b = \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N f(X_{akn}^i, Z_{akn}^j, P_c).$$

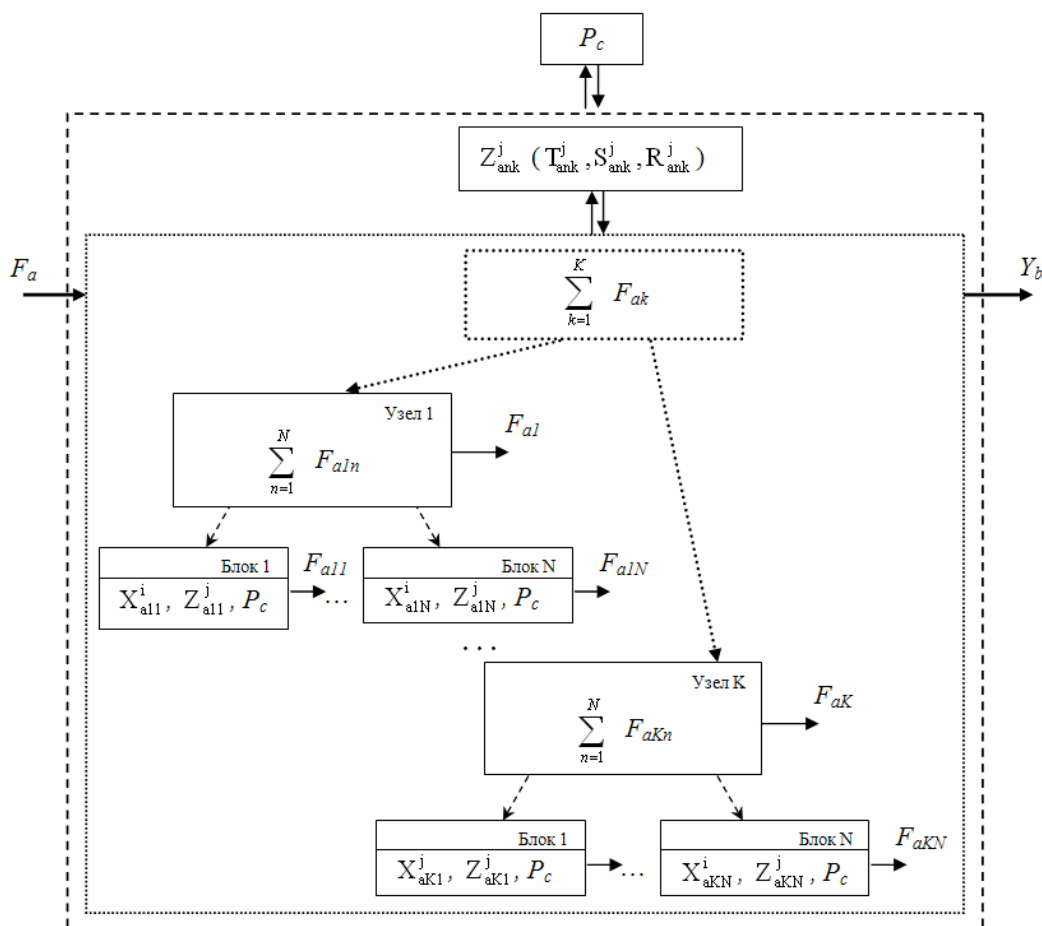


Рис. 1. Модель транспортной системы

Для обслуживания заявок в различных блоках используются различные виды ресурсов и различное их количество. Каждый используемый в блоке ресурс можно описать некоторой функцией Z_{akn}^j , которая зависит от времени, стоимости и надежности обработки заявки.

Кроме этого работа ресурса лимитирована расписанием работы ресурса.

Время обработки заявки в канале задается вероятностными законами: экспоненциальным, гамма-распределением и др.

Существуют различные законы ценообразования:

- цена использования ресурса фиксирована для обслуживания каждой заявки (группы заявок) и зависит только от количества заявок, обслуживаемых данным ресурсом:

$$S_{ank}^j (X_{ank}^i) = s_{ank}^{jx} \cdot X_{ank}^i,$$

где $s_{ank}^{jx} = const$ – цена использования ресурса для обработки заявки X_{ank}^i ресурсом j в блоке n узла k ;

- цена использования ресурса фиксирована для каждой единицы времени и зависит только от продолжительности использования данного ресурса:

$$S_{ank}^j(T_{ank}^j) = s_{ank}^{jT} \cdot T_{ank}^j,$$

где $s_{ank}^{jT} = const$ – цена работы ресурса j с заявками типа a блока n узла k за единицу времени;

- цена использования ресурса зависит и от количества заявок, обслуживаемых данным ресурсом, и от продолжительности использования данного ресурса:

$$S_{ank}^j(X_{ank}^i, T_{ank}^j) = s_{ank}^{jXT} \cdot X_{ank}^i \cdot T_{ank}^j,$$

где $s_{ank}^{jXT} = const$ – цена работы ресурса j с одной заявкой типа a блока n узла k за единицу времени.

В ходе использования различных ресурсов (проведения операций) существует вероятность сбоя работы системы, в результате которого происходит отбраковка заявок.

Отбраковка заявок – это выход заявки из системы обслуживания в связи с изменением ее качества, не позволяющим проводить дальнейшую работу с заявкой. Вероятность неотбраковки заявок характеризует надежность системы

$$R_{ank} = 1 - B_{ank},$$

где $B_{ank} = const$ – вероятность отбраковки заявки a в процессе её обработки в блоке n узла k системы.

Модель может быть составлена из следующих основных блоков:

- внешние источники – блоки генерации заявок, моделирующие входящий поток заявок (появление этих заявок в системе случайно);
- внутренние источники – заявки, появляющиеся в системе в процессе ее работы, обусловленные ее работой (появление этих заявок является результатом обслуживания входящих потоков заявок и поэтому носит неслучайный характер).

Блоки обработки заявок: оформление, перегрузка, транспортировка, хранение, комплектация – непосредственно обрабатывают поступающие заявки, используя необходимые ресурсы.

Оформление – моделируется работа по оформлению либо поступивших заявок, либо заявок отправляемых.

Перегрузка – моделируется работа перегрузочной техники любых видов.

Транспортировка – моделируется процесс транспортировки контейнеров различными видами транспорта.

Хранение – моделируется работа склада.

Комплектация – моделируется процесс ожидания соответствия накопленного содержания требуемому, например накопления партии для отправки.

Блоки ветвления управляют потоками заявок в модели, тем самым моделируя управляющее воздействие. Блоки завершения обработки являются выходными каналами из модели. Заявки, проходящие через эти блоки, выходят из системы и считаются обработанными.

В третьей главе исследована существующая транспортная сеть Приморского края, проведен сбор данных для построения имитационной модели. Построена модель транспортной сети Приморского края применительно к импорту контейнеров через порты юга Приморского края. Проведен ряд экспериментов и дан анализ их результатов.

Транспортная сеть юга Приморского края представлена на рис. 2.

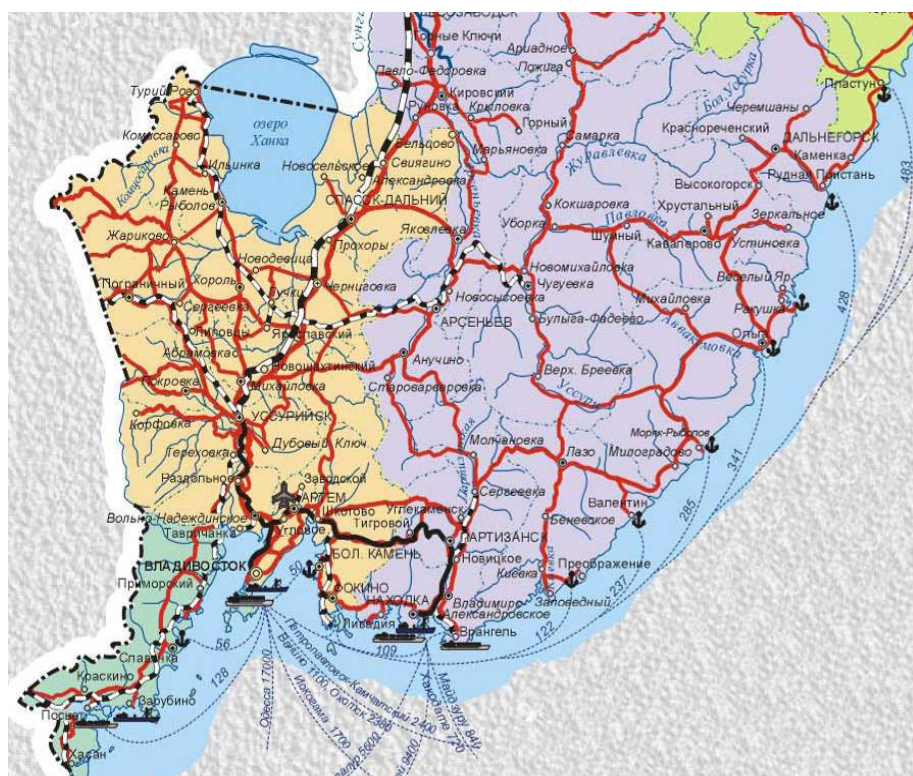


Рис. 2. Транспортная сеть Приморского края

Схема работы транспортной сети Приморского края представлена на рис. 3.

В системе приняты следующие условные обозначения:

Блоки генерации – внешние источники заявок: F_{C_2} – суда, груженные контейнерами; $F_{ЖДn}$ – порожние ЖД платформы; $F_{Гn}$ – порожние тягачи; F_{An} – порожние самолеты.

Внутренние источники: заявки на порожние ЖД платформы – $F_{3ЖДn}$ и на порожние тягачи – $F_{3Гn}$; по заявке порожние ЖД платформы – $F_{ЖДЗ}$ и порожние тягачи – $F_{ГЗ}$; груженые контейнерами ЖД платформы – $F_{ЖД_2}$, тягачи – $F_{Г_2}$ и самолеты – F_{A_2} ; контейнеры – $F_{К}$; информация о готовности к обслуживанию по заявке – F_{u} .

Блоки завершения обработки заявок: $Y_{ЖД_2}$ – груженые контейнерами ЖД платформы; $Y_{Г_2}$ – груженые контейнерами тягачи; Y_{A_2} – груженые контейне-

рами самолеты; $Y_{Бк}$ – отбракованные контейнеры; $Y_{ЗЖДп}$ – отработанные заявки на порожние ЖД платформы; $Y_{ЗГп}$ – отработанные заявки на порожние тягачи.

Управляющее воздействие: $P_{сн}$ – алгоритм выбора судном порта обработки; P_n – алгоритм выбора судном причала обработки; P_o – алгоритм формирования партии для таможенного досмотра; P_m – алгоритм выбора метода транспортировки контейнера; $P_{мжд}$ – алгоритм выбора места назначения для ЖД поезда; $P_{мг}$ – алгоритм выбора места назначения для тягача; $P_б$ – алгоритм отбраковки контейнеров; $P_{мзжд}$ – алгоритм выбора места назначения порожних ЖД платформ; $P_{мзг}$ – алгоритм выбора места назначения порожних тягачей.

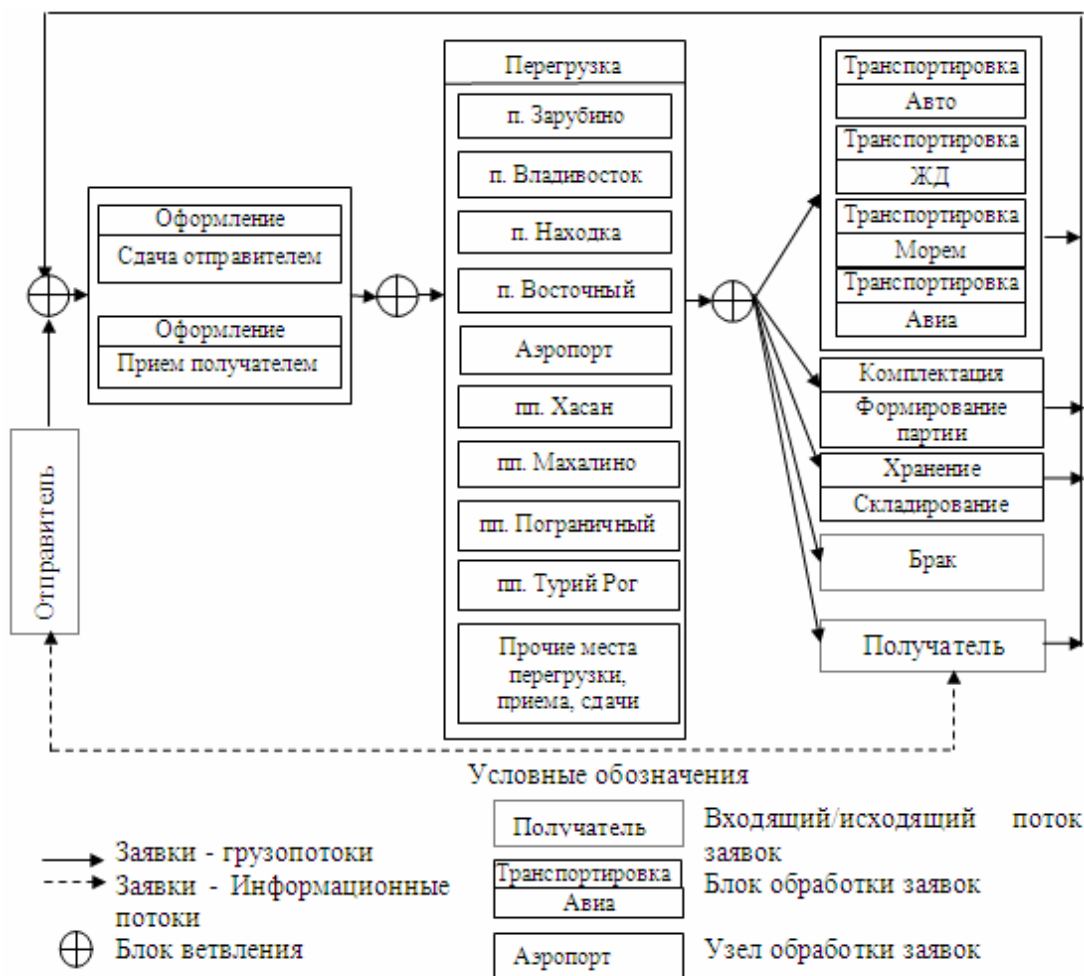


Рис. 3. Схема работы транспортной сети Приморского края

Схема работы системы на уровне узлов представлена на рис. 4.

Ниже, на рис. 5, 6, 7 представлены схемы работы системы на уровне блоков.

Для установления функций обслуживания заявок в модели был проведен сбор и анализ информации о транспортной сети Приморского края. В результате были получены стохастические законы работы всех блоков системы. Для проверки адекватности модели был проведен ряд экспериментов, который показал высокую степень схождения результатов моделирования с реальными данными работы системы.

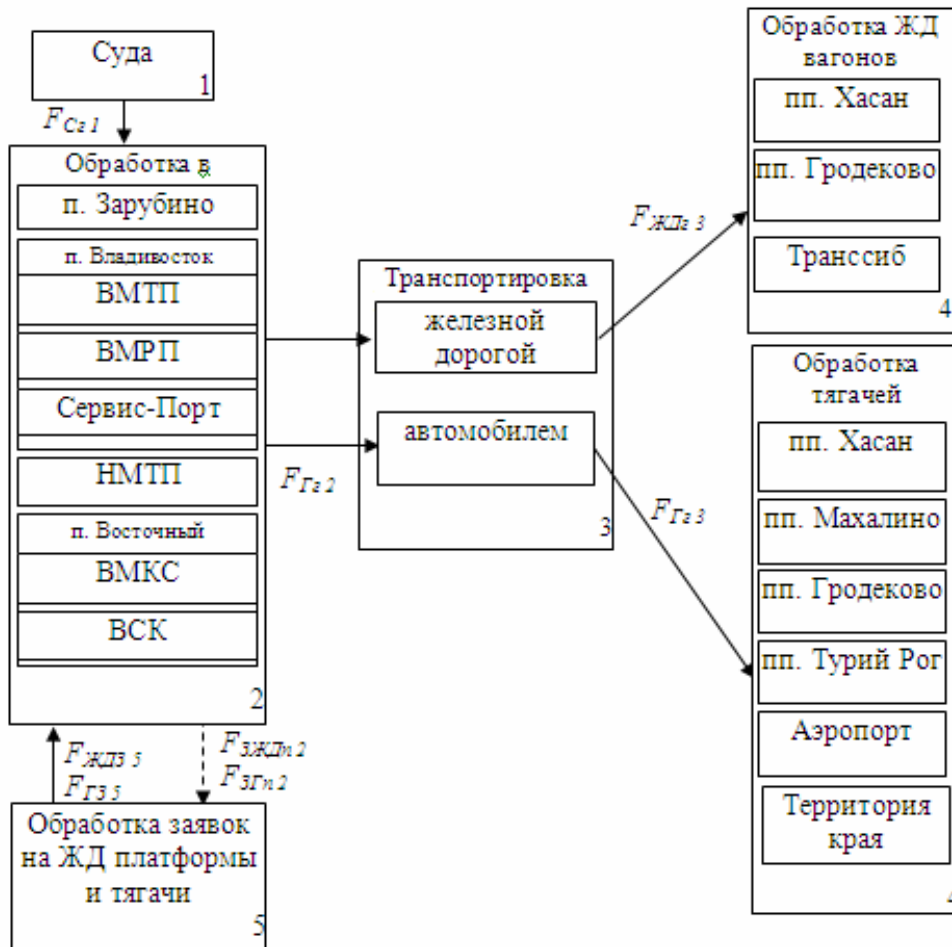


Рис. 4. Схема работы системы на уровне узлов

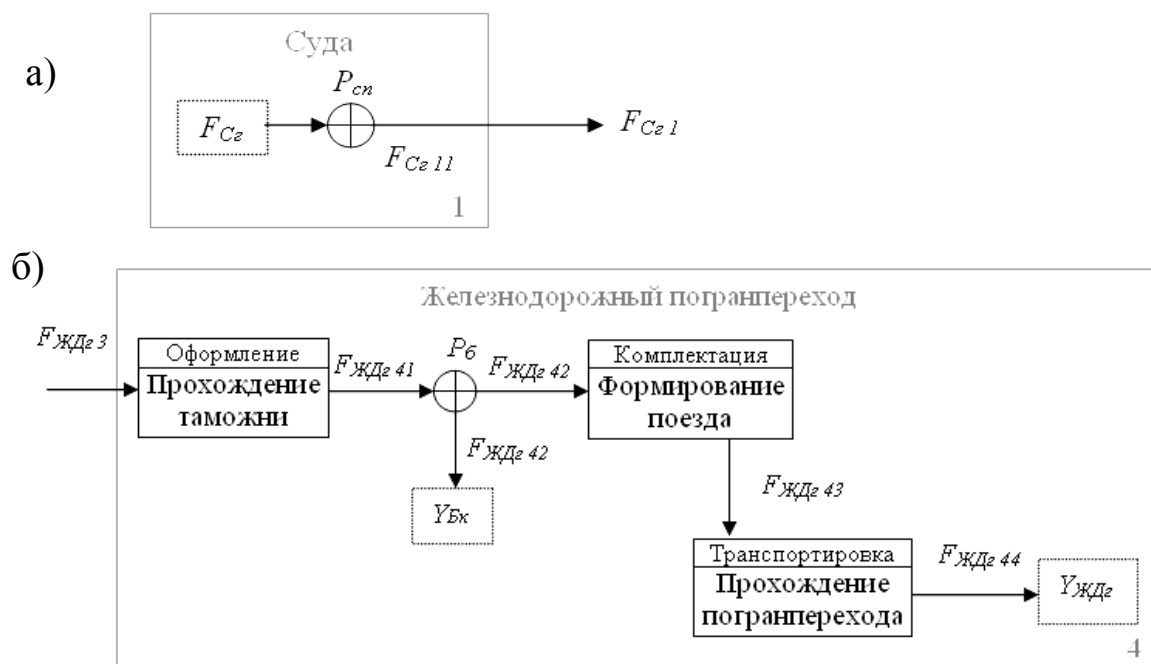


Рис. 5. Схемы работы узлов: а) суда, б) ЖД погранпереход

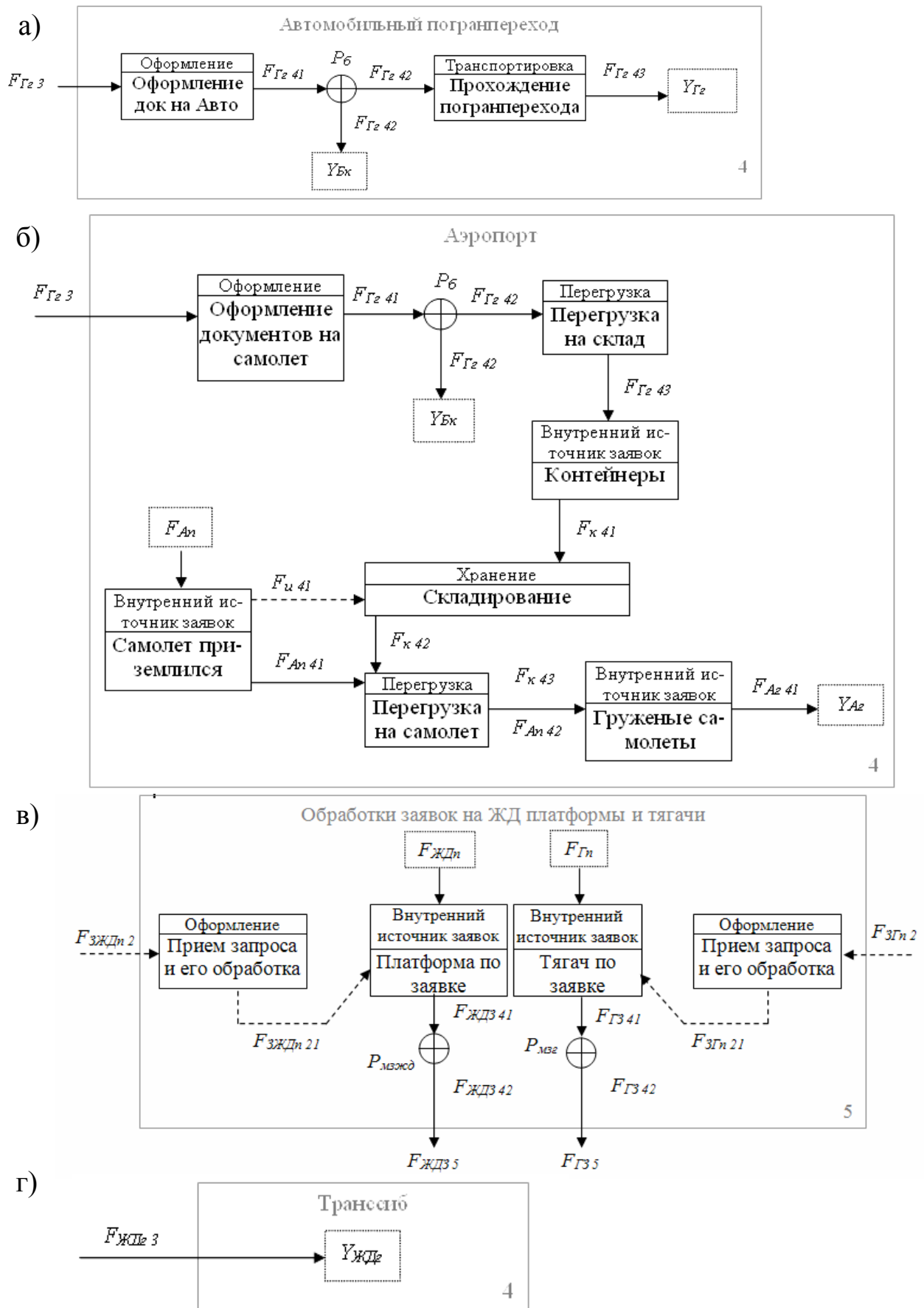
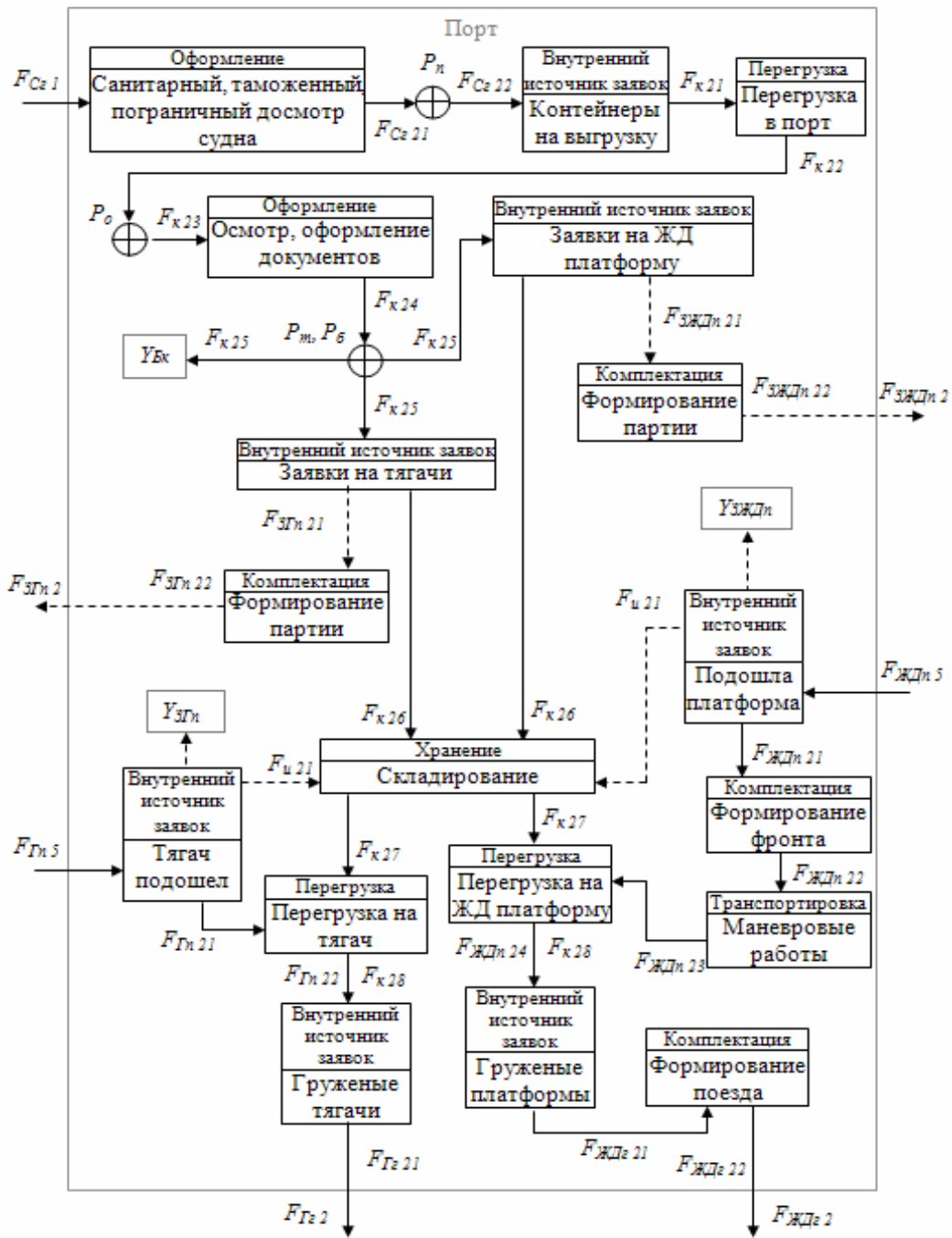
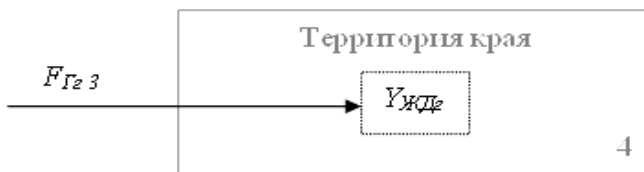


Рис. 6. Схемы работы узлов: а) автопогранпереход, б) аэропорт; в) обработка заявок на ЖД платформы и тягачи, г) Транссиб

а)



б)



в)

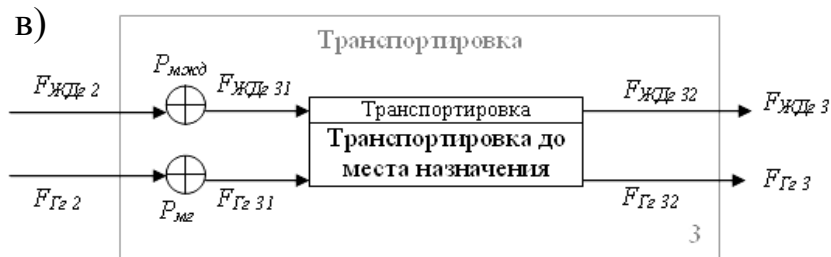


Рис. 7. Схемы работы узлов: а) порт, б) транспортировка, в) территория края

Автор попытался сформулировать возможные варианты преимущественно организационной перестройки системы, которой можно достичь за счет создания единого координационного центра и некоторых структурных усовершенствований. Именно оценка эффективности организационных изменений функционирования системы, как наименее затратная, и была произведена с помощью разработанной модели.

Был разработан ряд систем.

Система 0 – исходная.

Система 1 – увеличен импортный и транзитный контейнеропоток Приморского края до 1 млн ДФЭ в год. В результате моделирования за полгода в систему поступило 286 тыс. контейнеров ДФЭ, 214 тыс. контейнеров ДФЭ остались на судах, ожидающих разгрузки на внешнем рейде ВМКС и ВМТП. В портах образовались очереди на стыке порта и железной дороги, появилась нехватка складских площадей и перегрузочных мощностей порта. Очереди на ЖД погранпереходе образовались непосредственно на участке переезда, на автомобильном переходе – на участке оформления документов. Очереди в аэропорту образовались на складе по причине недостаточного количества самолетов. Средняя стоимость обработки контейнеров в портах возросла более чем в 7,3 раз, время обработки возросло более чем в 3,8 раз.

Система 2 – график работы всех органов в транспортной системе изменен на круглосуточный, без перерывов и выходных. В результате исчезли очереди на автомобильных погранпереходах. Кроме того, в среднем на 22 % сократилось время и на 16 % стоимость обработки контейнеров в портах, что объясняется сокращением простоев при оформлениях, таможенной очистке и прочих административных процедурах. Тем не менее, в системе наблюдаются нарастающие очереди, на подъездных железнодорожных путях к портам и очереди на внешних рейдах ВМКС и ВМТП. Не хватает складских площадей портов.

Система 3 – появилась возможность разгрузки судов, стоящих на рейде, на крановые баржи, которые впоследствии самостоятельно выгружаются в порт. Кроме того, появился общий координационный центр, управляющий подходами судов в порты таким образом, чтобы суда, скапливающиеся на общем для всех рейде, подходили на выгрузку в первый освободившийся порт. Увеличена доля автоперевозок во всех портах до 50 %, и увеличено количество автопогрузчиков в портах на время осмотра тягачей на погранпереходах в два раза. В результате производительность полученной системы в 5 раз больше «системы 0». Тем не менее, существуют проблемы складирования и пропускных мощностей погранпереходов. На общем рейде осталось 40332 ДФЭ.

Система 4 – в систему 3 добавлен общий для всех портов контейнерный склад в районе железнодорожной станции Угловая, стоимость хранения на котором составляет 25 руб/сутки. Контейнеры доставляются на склад автомобильным транспортом, а оттуда железной дорогой направляются в стороны погранпереходов и на Транссиб. Доля отправляемых на склад контейнеров – 70 % от поступивших в каждый порт. Кроме того, сокращены погрузочные мощности в портах на ЖД вагоны и увеличены погрузочные мощности на автомобили. В результате

производительность системы 4 сравнялась с производительностью системы 3. В то же время существенно упала стоимость обработки контейнеров, и, что особенно важно, количество нарастающих очередей сократилось более чем в 3 раза.

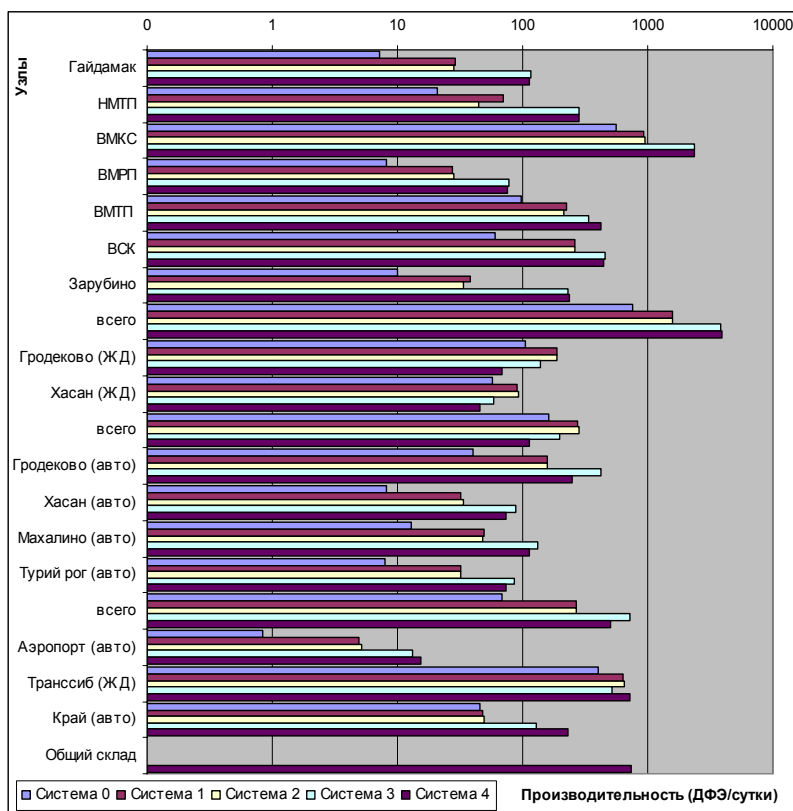


Рис. 8. Производительность (ДФЭ/сутки) транспортных узлов

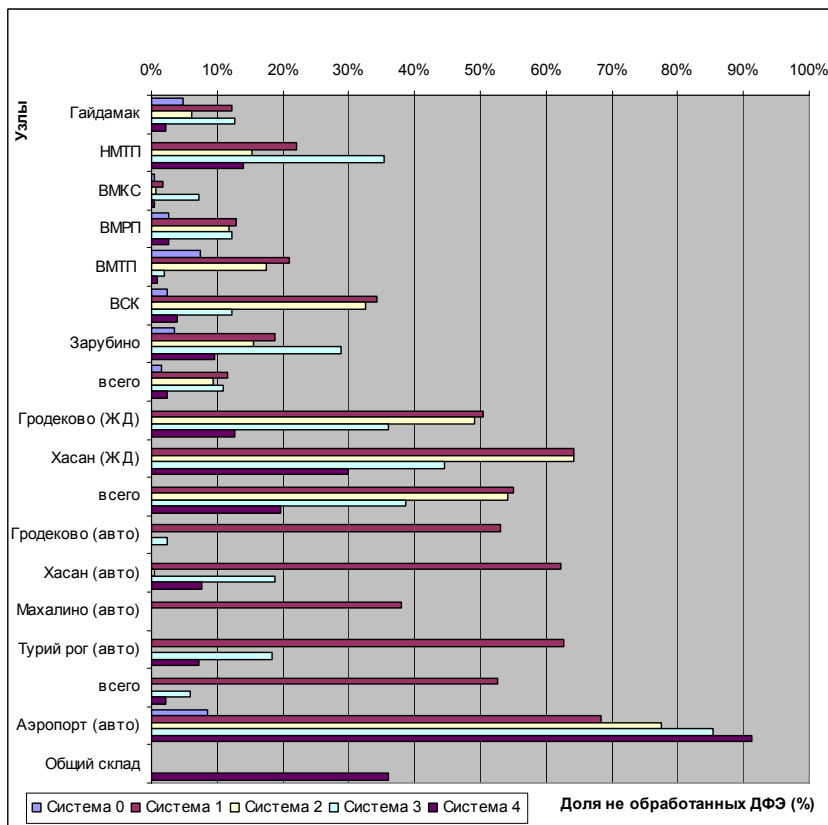


Рис. 9. Доля необработанных узлами контейнеров (% от поступивших)

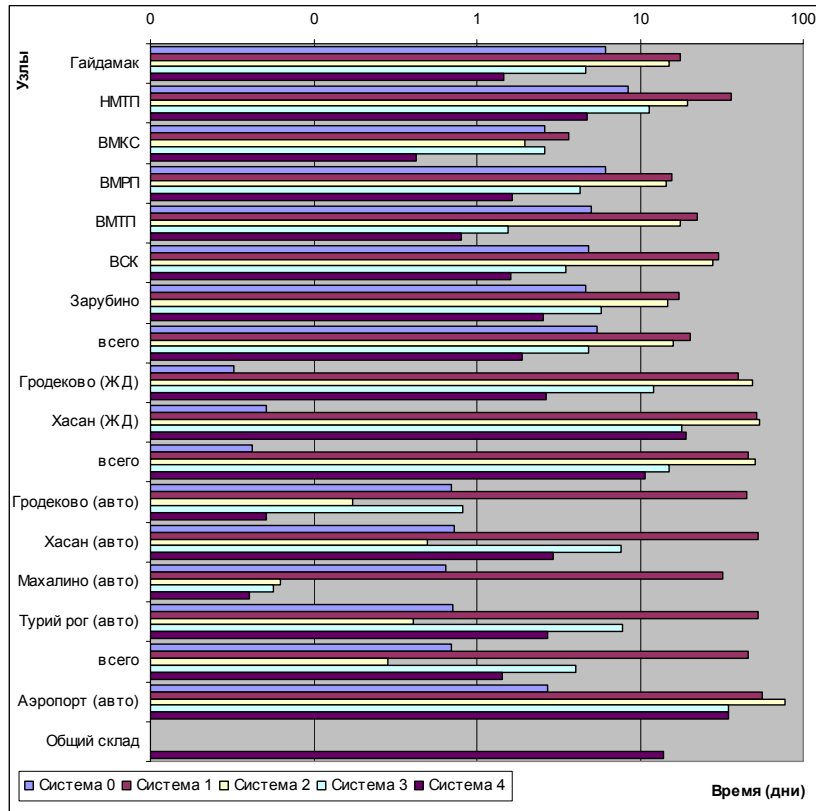


Рис. 10. Средняя продолжительность обработки одного контейнера в узле, дни

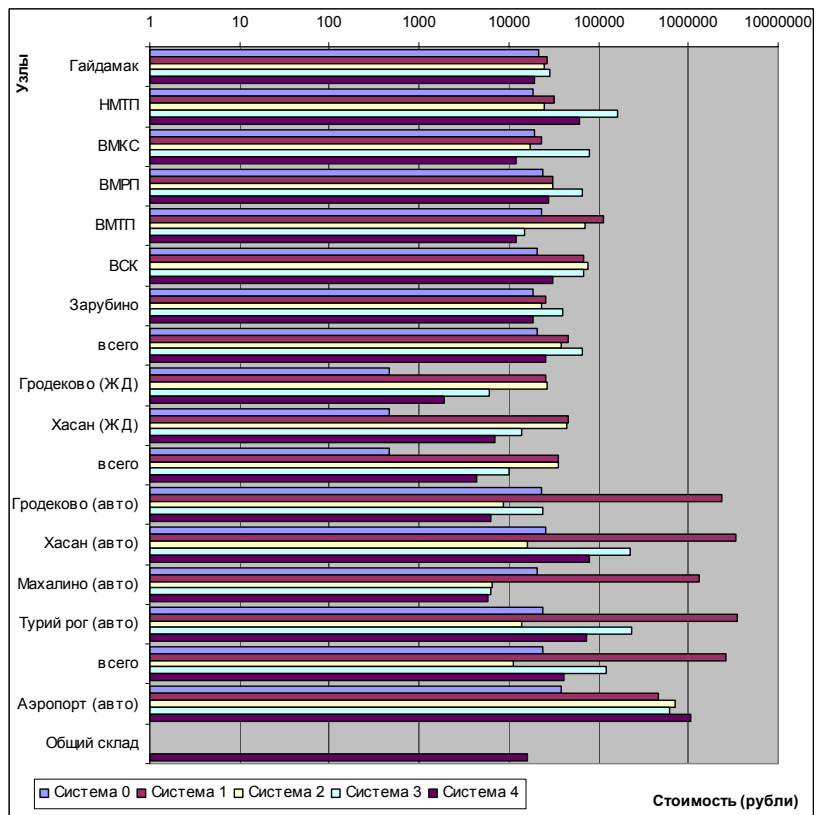


Рис. 11. Средняя стоимость обработки одного контейнера в узле, дни

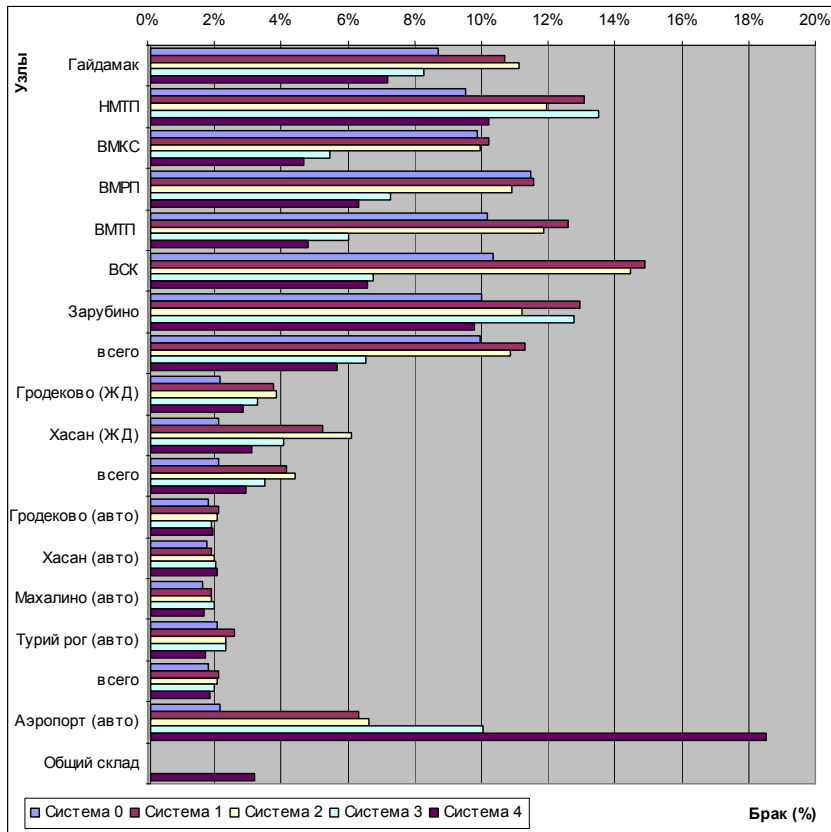


Рис. 12. Доля брака контейнеров в узлах, % от обработанных

На рис. 8 и 12 представлены сравнительные диаграммы результатов моделирования.

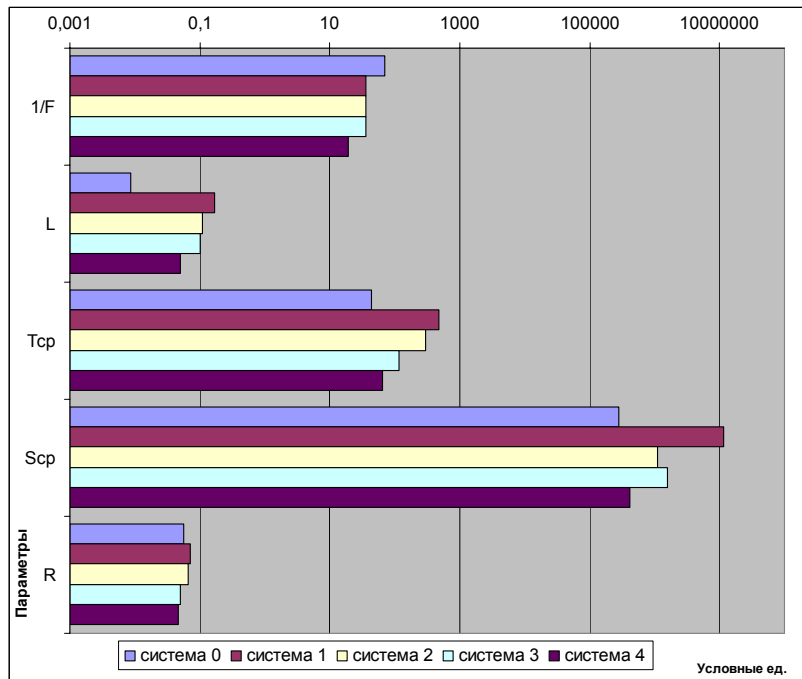


Рис. 13. Сравнение параметров систем

Проанализируем работу всей системы в целом. Для удобства сравнения результатов моделирования введем коэффициенты, характеризующие параметры работы системы: F – производительность работы всей системы; $1/F$ – коэффициент обратной производительности, $1/F = 1/F \times 100$; L – коэффициент,

характеризующий долю необработанных контейнеров всей системы; $T_{ср}$ – коэффициент среднего времени обработки контейнера в системе; $S_{ср}$ – коэффициент средней стоимости обработки контейнера в системе; R – коэффициент отбраковки контейнеров в системе – характеризует долю отбракованных контейнеров от поступивших в систему.

Результаты сравнения систем представлены на рис. 13.

Как видно из представленных схем, система 3 (с единым координационным центром) наиболее эффективна с точки зрения затрат на ее создание, т. к. не требует крупных финансовых вложения в техническую модернизацию, однако требует создания единого координационного центра работы всего транспорта Приморья и, по сути, позиционирования Приморья как единой системы, в чем заинтересована Администрация Приморского края. Тем не менее эта система не в состоянии переработать 1 млн ДФЭ в год только за счет организационных изменений. Параметры системы 4 наиболее близки к параметрам системы 0, а по параметрам $1/F$ и R даже превосходят ее, следовательно, система 4 является наилучшей из предложенных. Однако необходимо отметить, что система 4 требует наибольших финансовых затрат для своего формирования.

Общие выводы

1. Проанализированы современные тенденции развития контейнерных перевозок в мире, России. Установлено место Приморского края в транспортной сети АТР.
2. Выделены составляющие элементы транспортной сети как системы, и проведен анализ процессов ее функционирования.
3. Сформированы программные алгоритмы системного подхода к моделированию транспортной сети. На основе анализа существующих методов моделирования осуществлен выбор адекватного метода моделирования – имитационного моделирования.
4. Разработана методология построения имитационной целостной модели транспортной системы, включающей комплекс взаимосвязанных узлов.
5. Собрана, проанализирована и формализована информация по работе транспортной сети юга Приморского края (морской, железнодорожный, автомобильный, авиационный транспорт) в формате, необходимом для построения имитационной модели транспортной сети юга Приморского края.
6. На основе разработанной методологии реализована на ЭВМ программа имитационной модели транспортной сети юга Приморского края применительно к импорту контейнеров через порты юга Приморья разными видами транспорта.
7. Разработаны альтернативные схемы функционирования транспортной сети юга Приморья, и проведен их сравнительный анализ по времени, стоимости и надежности.

8. Проанализированы результаты моделирования различных транспортных схем, разработаны рекомендации, позволяющие преобразовать существующую транспортную сеть Приморского края в транспортную систему.

Проведенные исследования показали, что применение предложенной методологии построения модели и использование уже разработанной модели позволят значительно расширить возможности транспортной сети Приморского края и повысить эффективность функционирования всей экономики контейнерных перевозок региона, что в конечном итоге приведет к увеличению привлекательности транспортной инфраструктуры края и будет способствовать становлению юга Приморского края как крупной транспортной системы.

Основные положения проведенного исследования нашли отражение в следующих публикациях автора

Публикации в изданиях перечня ВАК

1. Алексеев, И. В. Некоторые результаты моделирования транспортной системы [Текст] / И. В. Алексеев // Транспортное дело России. Специализированный вып., ч. IV. – М.: ИПК «Московская правда», 2006. – С. 26 – 29. 0,3 п. л.

Статьи в сборниках научных трудов

2. Алексеев, И. В. Транспортный ХАБ как современный элемент транспортной системы [Текст] / И. В. Алексеев // Проблемы транспорта Дальнего Востока: Мат-лы шестой междунар. научно-практич. конф. – Владивосток: Изд-во ДВО Российской Академии транспорта, 2005. – С. 227 – 229. 0,2 п. л.
3. Алексеев, И. В. Особенности имитационного моделирования транспортных процессов [Текст] / И. В. Алексеев // Сб. мат-лов четвертой научно-практич. конф. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2006. – С. 3 – 7. 0,3 п. л.
4. Алексеев, И. В. Привлекательность и конкурентоспособность южных портов Приморья [Текст] / И. В. Алексеев // Сб. мат-лов четвертой научно-практич. конф. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2006. – С. 7 – 18. 0,8 п. л.
5. Алексеев, И. В. Моделирование транспортной системы [Текст] / И. В. Алексеев // Молодежь – наука – инновации. Мат-лы 54-ой региональной научно-техн. конф. творческой молодежи Дальнего Востока. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2006. – С. 656 – 659. 0,3 п. л.
6. Алексеев, И. В. Построение имитационной модели транспортной системы / И. В. Алексеев // Журнал «Современные технологии автоматизации». http://www.cta.ru/online_progr-model.htm. – Загл. с экрана. 0,6 п. л.
7. Алексеев, И. В. Об основных характеристиках бимодальной системы перевозок грузов в специальных транспортных средствах [Текст] / А. Д. Москаленко, И. В. Алексеев // Проблемы транспорта Дальнего Востока: Мат-лы седьмой международной научно-практич. конф. – Владивосток: Изд-во ДВО Российской Академии транспорта, 2007. – С. 38 – 39. 0,1 п. л.

Алексеев Иван Владимирович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА В ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛАХ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,0
Тираж 100 экз.

Формат 60×84 1/16
Заказ №

Отпечатано в типографии ИПК МГУ им. адм. Г. И. Невельского
690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50