



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е. О. Мороз, аспирант

e-mail: justrick@bk.ru

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Транспортно-логистические системы (ТЛС) – это комплексные социально значимые системы, которые являются неотъемлемой частью современной цивилизации. ТЛС могут соединять множество компаний, проходить через различные географические точки и по различным транспортным каналам, включать в себя тысячи соединительных элементов и влиять на сотни тысяч перевозок по всему миру. Важность транспортно-логистических систем трудно переоценить, и поэтому даже самые небольшие их улучшения могут привести к значительной экономии денежных и временных ресурсов, а также принести выгоду всему обществу, что объясняет непрерывный интерес к совершенствованию процесса проектирования ТЛС. В статье рассмотрен вариант по увеличению эффективности проектирования транспортно-логистических систем, в основе которого находится использование имитационного, а также математического моделирования.

***Ключевые слова:** транспортно-логистические системы, логистика, имитационное моделирование, математическое моделирование*

ВВЕДЕНИЕ

В современной экономике логистические услуги применяются в разнообразных сферах деятельности – от промышленного сектора до торговой и транспортной инфраструктуры. Как следствие этого рынок транспортно-логистических услуг входит в число самых динамично развивающихся в нашей стране и во всем мире в целом. Сегодня значительные перемены в экономике РФ являются результатом интенсивного развития и распространения информационных технологий. Процессы цифровой трансформации требуют обязательной реакции стратегически значимых отраслей, в том числе промышленного производства, что влечет за собой неизбежность цифровизации современной транспортно-логистической инфраструктуры.

Фокусируясь на процессах функционирования логистических систем и цепей поставок промышленных предприятий, важно отметить, что вследствие обстоятельств развития и распространения информационных технологий открываются новые возможности обмена информацией между отдельными производственными, логистическими и вспомогательными системами и их элементами, а также производимой и обслуживаемой в рамках последних продукцией и внешней средой, что в общем итоге позволит формировать внушительные массивы данных. Данные обстоятельства обусловили актуальность проведения исследования, одной из целей которого стало решение проблемы недостаточной степени проработанности вопроса определения характеристик процессов в рамках задач организационного проектирования логистических систем и дальнейшей их цифровизации.

Транспорт как инфраструктурный элемент формирует базовые условия жизнедеятельности и является одной из составляющих развития для государства и общества. Системообразующая роль транспорта в последнее время увеличилась в разы, а также повысился уровень взаимосвязи задач его развития с приоритетами социально-экономических преобра-

зований. Ключевыми участниками перевозок являются: фирмы, производящие товары; потребители, имеющие спрос на товары; все прочие фирмы, вовлеченные в процесс перевозки или хранения товаров. Одна из основных задач транспортной логистики – согласование действий всех участников транспортного процесса, обеспечение сбалансированности работы технических средств, технологических комплексов, информационных потоков и т.д. [1]. Транспортная система Российской Федерации не отвечает в полной мере текущим потребностям и перспективам развития государства, даже несмотря на неплохие показатели в работе отдельных видов транспорта [2]. Некоторые виды транспорта не используют системы интегрированной логистики, совершенствование технологий интермодальных и мультимодальных перевозок протекает очень медленно, значительно уменьшилась скорость развития портов и смежной транспортной инфраструктуры. Использование актуальных логистических информационных систем носит разрозненный характер.

В результате действия перечисленных негативных факторов в дополнение к объективным пространственным особенностям российской экономики доля транспортно-логистических издержек в конечной стоимости российской продукции составляет в среднем 15-20 против 7-8% в странах с развитой экономикой [2].

Расширение и укрепление внешнеэкономических позиций России, закрепление и увеличение ее мировых конкурентных преимуществ требуют значительного повышения конкурентоспособности российской транспортно-логистической системы на международном рынке. Несоответствие логистической инфраструктуры потребностям внешней торговли просматривается, в частности, в низких технических характеристиках международного транспортного коридора на территории России, недостаточной пропускной способности российских портов и подходов к ним. Все также остаются проблемы при осуществлении перевозок через наземные пограничные пункты пропуска. Возможности увеличения валового национального продукта за счет экспорта логистических услуг реализуются не в полной мере.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является процесс проектирования транспортно-логистических систем.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В большинстве публикаций, посвященных транспортно-логистическим системам, рассматриваются оптимальные модели, и лишь в малой их части – имитационные модели ТЛС. Оптимальные модели обычно отвечают на вопросы вида: «Где мы должны производить?», «Где у нас должны располагаться склады?», «Сколько груза, какие части должны храниться на каждом складе?», «Как часто должны производиться отгрузки, каковы должны быть точка отправления и пункт назначения для поставки, чтобы удовлетворить требования наших клиентов при минимальных ожидаемых расходах на логистику?». Оптимальные модели являются «нормативными» в том смысле, что в них подразумевается, что все переменные известны, и, таким образом, эти модели дают «лучший» ответ на вышеперечисленные вопросы с учетом этих переменных. Напротив, имитационные модели предполагают, что ответы на вопросы известны, но признают неопределенности, связанные с некоторыми переменными, и пытаются создать более реалистичную картину того, какими будут результаты на самом деле. Цель данной статьи – определить эффективность подхода имитационного моделирования при проектировании ТЛС.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной в статье цели были применены системный анализ, методы имитационного и математического моделирования, а также методы визуализации данных с помощью схем.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью имитационного моделирования является воспроизведение поведения исследуемой системы на основе полученных в ходе анализа наиболее существенных взаимосвязей между элементами системы результатов. Другими словами, целью является разработка симулятора исследуемой предметной области для того, чтобы проводить различные эксперименты [3].

Особенности разработки имитационной модели проектирования ТЛС определяются традиционными факторами затрат на логистику, такими как приобретение материалов, транспортировка и складирование. Контекст разработки также определяется такими факторами, как [1]:

- информация о транспортных условиях договора купли-продажи и других условиях поставки, условиях и порядке финансирования;
- информация о физико-химических и транспортных характеристиках груза, упаковке и маркировке, условиях складирования, хранения, перевалки и транспортировки;
- правовые нормы, таможенные правила, требования международных конвенций и национальных нормативных документов в части обеспечения безопасности транспортировки и сохранности грузов, охраны окружающей среды;
- информация о возможных маршрутах транспортировки, рынке транспортных услуг и видах транспорта, тарифах на перевозку, условиях транзита, возможных рисках при перевозке грузов;
- информация о технико-технологических, коммерческих и организационных условиях в пунктах отгрузки, перевалки, перевозки, выгрузки в пунктах назначения;
- информация о рисках – поддержание работы ТЛС на приемлемом уровне требует ранней идентификации потенциальных рисков и разработки соответствующих стратегий по снижению этих рисков.

В этой статье мы сфокусируемся на процессе проектирования ТЛС с помощью имитационного моделирования для того, чтобы рассмотреть возможности сокращения затрат на решение вышепоставленных проблем.

На самом высоком уровне любое предприятие может быть представлено одним функциональным блоком, как показано на рис. 1.

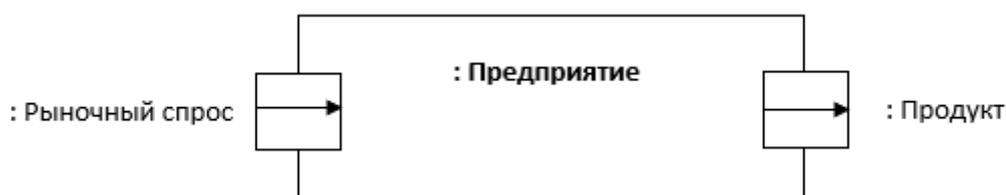


Рисунок 1 – Упрощенная схема «Предприятие»

С точки зрения движения материальных потоков функция «Предприятие» может быть разработана так, как показано на рис. 2. Это, разумеется, очень упрощенное представление основных функций, показывающее лишь несколько примеров их взаимодействия.

Традиционно ТЛС затрагивают функции «Поставщик», «Транспортировка / Складирование», «Производство» и «Доставка». Чтобы проиллюстрировать функциональную разработку более детально, рассмотрим функцию поставки, которая может быть спроектирована так, как показано на рис. 3.

На рис. 3 блок «Поставки» представляет «базу» для поиска, т.е. физические аспекты поиска. Контроль для выбора источника снабжения имеет две подфункции: «Выбор поставщика» – это периодическое действие, ежегодно или ежеквартально, в то время как «Контроль поставки» является непрерывной функцией. Для непосредственного выбора поставщика необходимо проанализировать ряд входящей информации и на основании проведенного анализа выбрать наиболее эффективный вариант. В данном примере перечень входящей ин-

формации упрощен, но имитационная модель может включать в себя перечень намного длиннее, а на выходе точнее отражать результат.

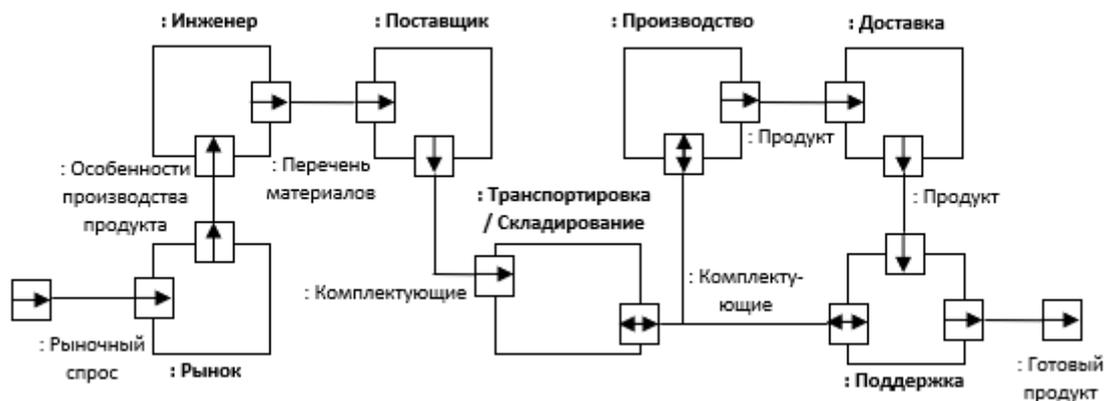


Рисунок 2 – Детализированная схема «Предприятие»

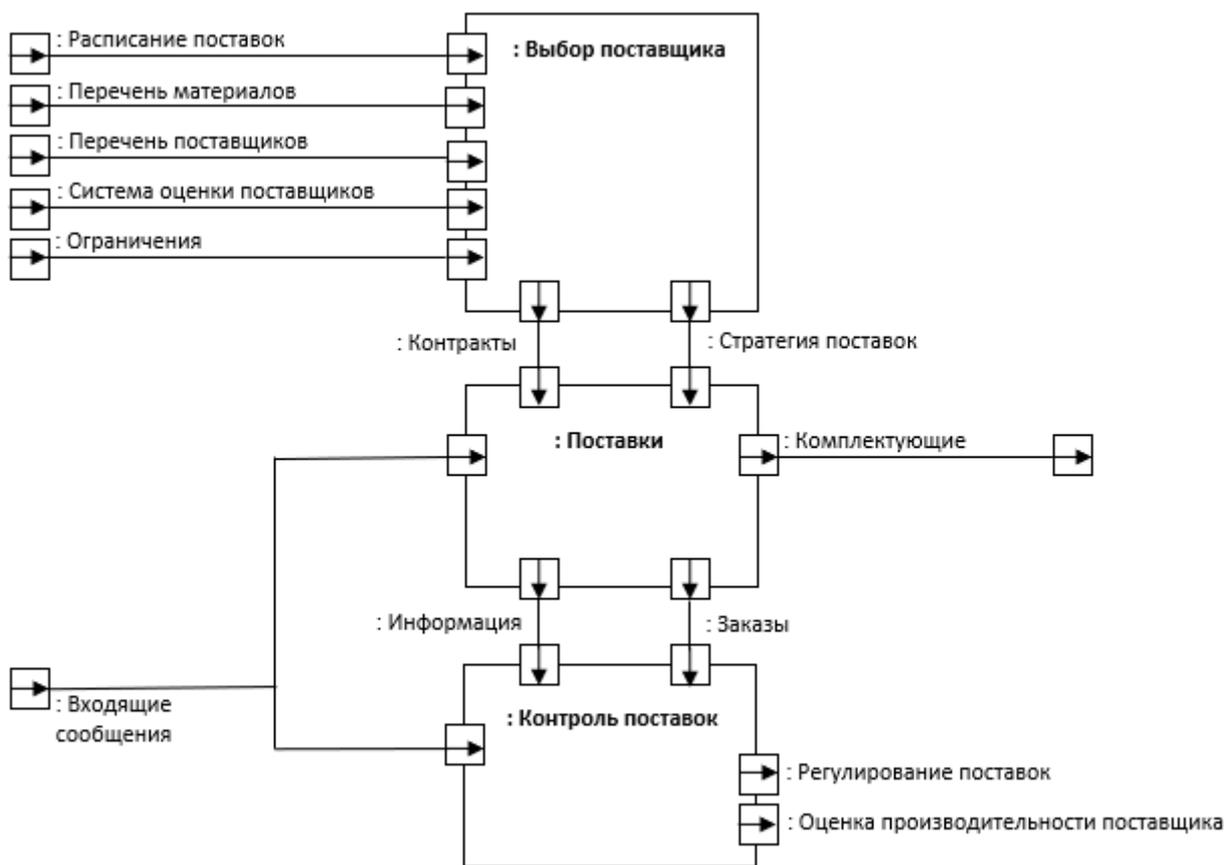


Рисунок 3 – Схема «Поставщик»

Имитационные модели являются эффективным средством отображения структуры, входных и выходных данных для организационных функций. В какой-то момент процесса проектирования можно увидеть, как функция на самом деле преобразует свои входные данные в выходные данные. Рассмотрим возможную имитационную модель блока «Выбор поставщика» (рис. 4).

Планирование предполагает выборы, и заинтересованные стороны делают эти выборы с помощью анализа входящей информации. Имитационная модель помогает принять входящую информацию, проанализировать ее и рассчитать самый оптимальный результат – для

этого в имитационной модели может быть использована математическая модель. Математическая модель – приближенное описание объекта моделирования, выраженное с помощью математической символики. Процесс математического моделирования состоит из следующих этапов [4]:

- 1) перевод предложенной задачи на язык математических терминов, т.е. построение математической модели задачи (формализация);
- 2) решение задачи (решение внутри модели);
- 3) перевод полученного результата (математического решения) на язык, на котором была сформулирована исходная задача (интерпретация полученного решения).

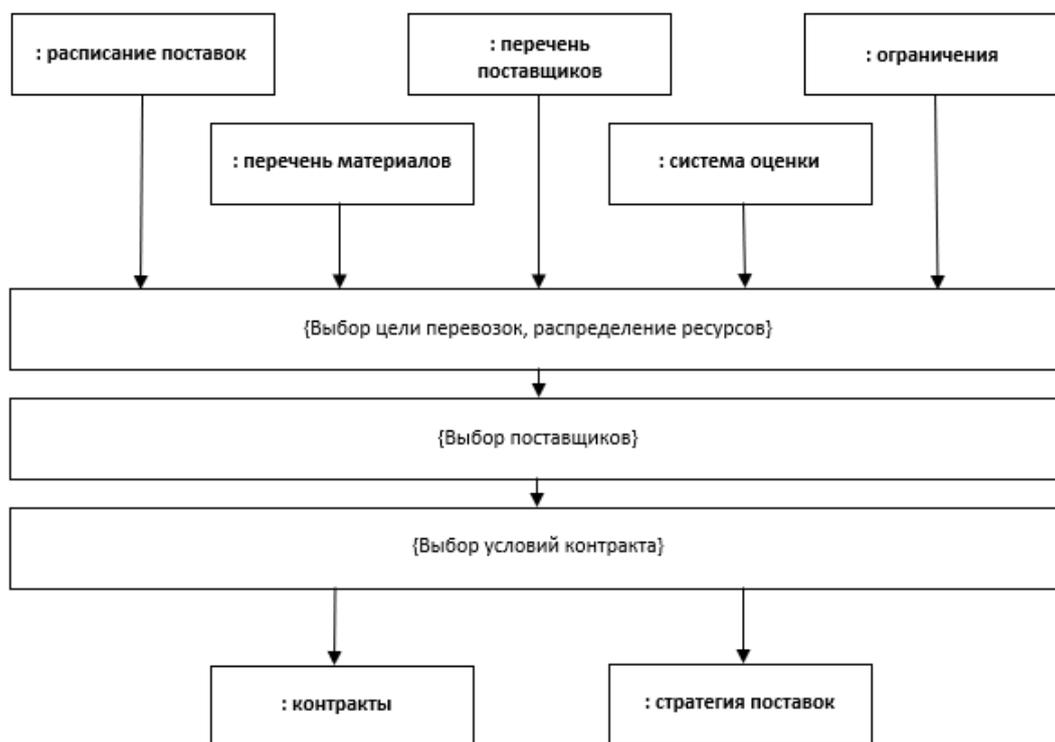


Рисунок 4 – Схема имитационной модели для функции «Поставщик»

Имитационная модель может включать в себя несколько математических моделей, но тем не менее результат на выходе не может быть максимально точным, так как помимо постоянных процессов на входе в модель могут быть случайные или непостоянные процессы.

Использование имитационных моделей для описания контекста ТЛС имеет ряд преимуществ по сравнению с типовыми подходами. Разработка и использование имитационной модели позволяют экспериментатору видеть и «разыгрывать» на модели реальные процессы и ситуации. Это, в свою очередь, должно в значительной мере помочь ему понять и прочувствовать проблему, что стимулирует процесс поиска ее решения. Непосредственное экспериментирование на реальной системе устраняет много затруднений, если необходимо обеспечить соответствие между моделью и реальными условиями [5].

Рассмотрим следующий процесс, связанный с логистикой – транспортировка и складирование. Функция «Транспортировка / складирование» из контекста ТЛС на рис. 2 представлена более подробно на рис. 5.

Как и прежде, имитационная модель может показать реализацию блока «Транспортировка / складирование». На рис. 6 приведен один из способов реализации функции планирования.

На рис. 6, исходя из имеющихся входящих данных, имитационная модель рассчитывает наиболее подходящий план транспортировки груза. На данной схеме видно, как входящие потоки могут использоваться для расчета различных процессов.

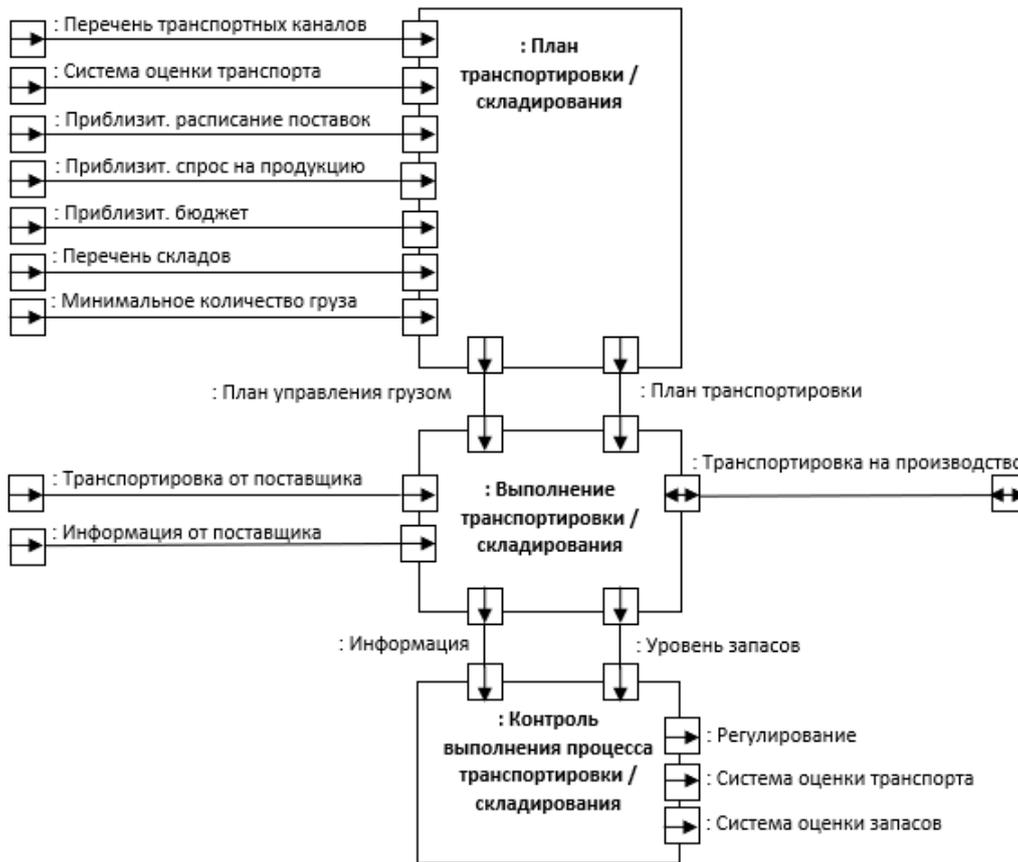


Рисунок 5 – Схема «Транспортировка / Складирование»

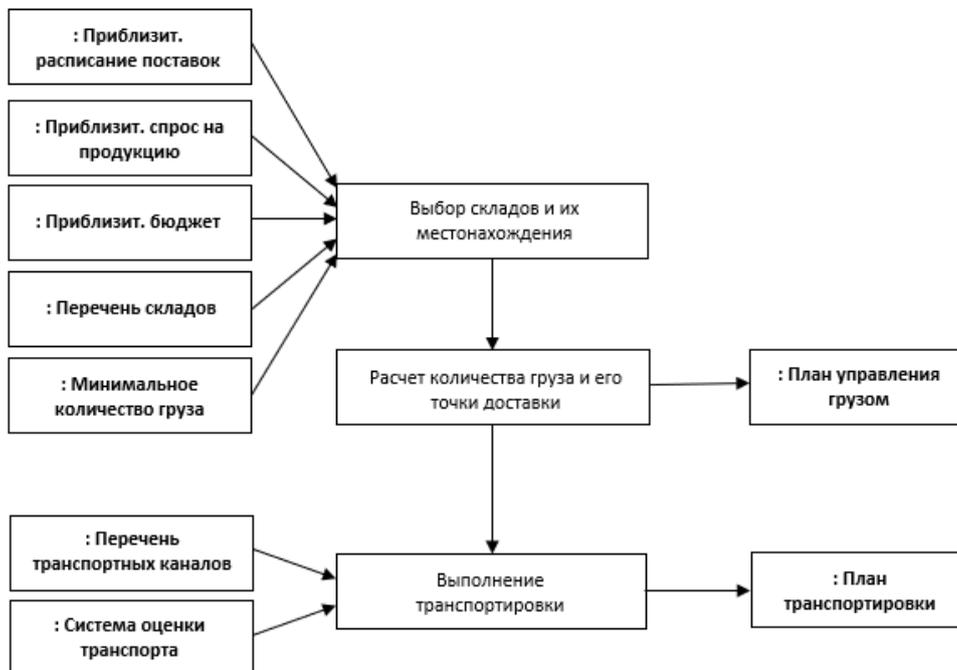


Рисунок 6 – Схема имитационной модели функции «Транспортировка / Складирование»

Таким образом, имитационная модель позволяет более детально рассмотреть все входящие потоки и помогает принять наиболее эффективные решения в процессе проектирования ТЛС. В результате, приняв на входе перечень управляемых и неуправляемых переменных, влияющих на процесс доставки, на выходе имитационная модель предоставит наиболее

подходящий маршрут, транспортное средство (возможно несколько видов), технологии перевозки груза для каждого блока в логистической цепочке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассматривается применение имитационного моделирования для проектирования транспортно-логистических систем, представлена обобщенная структура имитационной модели функционирования логистической системы предприятия.

Предлагаемая имитационная модель позволит выбрать наиболее эффективный вариант транспортировки груза и построить транспортно-логистическую систему, учитывая множество управляемых и неуправляемых факторов. Использование имитационной модели даст возможность минимизировать транспортные издержки, а также рассчитать наиболее эффективный маршрут для доставки груза в сохранности и в установленный срок. Применение имитационного моделирования является перспективным для повышения качества конечных результатов деятельности и может быть использовано для широкого круга предприятий для проектирования транспортно-логистических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мойсеенко, С. С. Методология проектирования транспортных процессов и систем: моногр. / С. С. Мойсеенко, Л. Е. Мейлер. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2014. – С. 53-54.
2. Клименко, В. В. Тенденции формирования логистической инфраструктуры транспортных узлов / В. В. Клименко // Логистика и управление цепями поставок: электронный научный журнал. – 2012. – № 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lscm.ru/index.php/ru/po-godam/item/799> (дата обращения: 05.04.2020).
3. Мицель, А. А., Математическое и имитационное моделирование: учеб. пособие / А. А. Мицель. – Юрга: Изд-во ЮТИ (филиал) ТПУ, 2016. – 108 с.
4. Крымская, Ю. А. Построение математических моделей в прикладных задачах / Ю. А. Крымская, Е. И. Титова, С. Н. Ячинова // Молодой ученый. – 2013. – №12. – С. 3-6.
5. Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие / Н. Н. Лычкина. – Москва: ИНФРА-М, 2011. – 254 с.

IMPROVEMENT OF DESIGN OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEMS ON THE BASIS OF SIMULATION MODELING

E. O. Moroz, postgraduate student
e-mail: justrick@bk.ru
Baltic Fishing Fleet State Academy,
Kaliningrad State Technical University

Transport and logistics systems (TLS) are complex socially significant systems that are an integral part of modern civilization. TLS can connect many companies, go through different geographical points and through various transport channels, include thousands of connecting elements and influence hundreds of thousands of shipments around the world. The importance of TLS is difficult to overestimate, and therefore even the smallest improvements in the design of TLS can lead to significant savings in money and time resources, as well as benefit the whole society. This explains the continuing interest in improving the design process of TLS. The article discusses an option to increase the design efficiency of transport and logistics systems, which is based on the use of simulation as well as mathematical modeling.

Key words: *transport and logistics systems, logistics, simulation modeling, mathematical modeling*