

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

*На правах рукописи*

УДК 519.688

ДРОЗДОВСКАЯ  
Виктория Игоревна

**ЗАДАЧА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ТРАНСПОРТНОЙ  
ЛОГИСТИКЕ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание степени магистра экономических наук

по специальности 1-25 80 08 «Математические и инструментальные  
методы экономики»

Минск 2016

Работа выполнена на кафедре экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель:

**Алехина Алина Энодиевна,**

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент:

**Гулякина Наталья Анатольевна,**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

Защита диссертации состоится «22» ноября 2016 г. года в 14<sup>00</sup> часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. Платонова, 39, 5 уч. корп., ауд. 712, тел.: 293-89-92, e-mail: [kafei@bsuir.by](mailto:kafei@bsuir.by).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## ВВЕДЕНИЕ

Моделирование является неотъемлемой частью исследований и разработок. Только при разработке имитационной модели логистических процессов можно повысить эффективность работы компании.

Становится очевидным то, что изменение одной из характеристик системы может легко привести к изменениям или создать потребность в изменениях в других частях системы. Знание принципов и возможностей имитационного моделирования, умение создавать, исследовать и применять модели на практике становятся необходимыми требованиями современного менеджмента.

Моделирование – самое эффективное средство поддержки принятия решений. В науке, наряду с наблюдением, измерением, экспериментом и сравнением, эта процедура выступает как один из общенаучных методов. Однако моделирование можно рассматривать как особый интегрирующий метод. Его эффективность и универсальность возрастают по мере развития информационных технологий.

Анализ характеристик процессов функционирования сложных систем с помощью только аналитических методов наталкивается на значительные трудности, приводящие к необходимости существенного упрощения моделей и получению недостоверных результатов. Поэтому чаще всего для исследования транспортных систем используют имитационные модели. Применение имитационного моделирования в области логистических процессов транспортировки товаров, анализ статистических данных модели и внесение соответствующих корректив позволят эффективнее управлять перевозками.

Моделирование в логистике успешно производится при помощи ПО *AnyLogic*. *AnyLogic* предоставляет более широкие возможности в области анализа и оптимизации бизнес-процессов систем массового обслуживания по сравнению с традиционными аналитическими методами. Учитывая непрерывное ужесточение рынка, многоподходность позволяет аналитику выбирать архитектурные решения, соответствующие целям моделирования и имеющейся статистике.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы исследования**

Логистическая система является собой очень сложный и четко работающий организм, собранный из отдельных «органов» (элементов). Бесперебойная работа такой системы в значительной степени определяется выверенной работой каждого ее элемента, залогом чего, в свою очередь, служит совершенство применяемых технологий. Необходимы свежие современные методы анализа. Имитационное моделирование является одним из самых популярных методов в бизнес среде. Имитационное моделирование логистических процессов призвано повысить точность и надежность принимаемых

управленческих решений. Однако не все методы имитационного моделирования являются многоподходными. Многоподходное имитационное моделирование – единственный инструмент, который объединяет системную динамику, агентное и дискретно-событийное моделирование. Поэтому *Anylogic* – уникальный продукт. Он позволяет оптимизировать процессы и вывести использование ресурсов на недостижимый для большинства конкурентов уровень. Существенными плюсами системы являются возможность использования оптимизатора и интеграция с геоинформационными системами.

Одной из задач, успешно решаемых пользователями средствами имитационного моделирования, является управление процессом транспортировки сетями. Транспортные сети объединяют в себя все ресурсы и процессы, необходимые для хранения и доставки грузов: транспортные средства, маршруты доставки, склады и терминалы, фронты погрузки/разгрузки, информационные системы для управления транспортом. Таким образом, возможность учитывать особенности всех узлов системы в их взаимосвязи позволяет снизить затраты и уменьшить вероятность возникновения рисков на этапе принятия управленческих решений и потенциальных рисков финансовых потерь.

Моделирование позволяет рассматривать процессы, происходящие в системе, на любом уровне детализации. При этом с помощью модели можно реализовать практически любой алгоритм управленческой деятельности или поведения системы.

Имитационное моделирование позволяет определить влияние отдельных параметров на работу полной модели.

Необходимость разработки модели логистического процесса транспортировки товаров, учитывающей различные факторы, делает представленную тему диссертации актуальной.

### **Степень разработанности проблемы**

Исследованиями в области логистики занимались отечественные ученые В. В. Дыбская, Е. И. Зайцев, В. И. Сергеев, С. Уваров, А. Н. Стерлигова и др., а также известные зарубежные ученые Г. Павеллек, Д. Бауэрсокс, Д. Клосс, М. Кристофер, Дж. Сток, Д. Ламберт, М. Купер и многие другие.

В XX веке математические методы моделирования в экономике применялись широко и эффективно во многих странах мира (Д. Хикс, Р. Солоц, Д. Неш, В. Леонтьев, П. Самуэльсон, Л. Канторович, А. Гранберг, Н. Моисеев, В. Крючков, К. Гофман, Ю. Овсиенко, А. Андрейчиков, Р. Косенков, М. Красс и другие).

Метод имитационного моделирования развивался в работах Р. Шеннона, А. Лоу, В. Кельтона, Т. Дж. Шрайбера, Б. Советова, В. Боева, В. Томашевского, А. Борщева, Ю. Карпова.

Вопросам применения технологий имитационного моделирования для решения задач совершенствования управления промышленными, транспортными и торговыми предприятиями посвящены работы Б. Гнеденко, А. Емельянова, С. Кокса, Б. Шмидта, С. Конюха, В. Девяткова, В. Марлея, И. Поспелова, Ю. Толуева и многих других.

Появление в 90-е годы прошлого века совершенно новых объектно-ориентированных, визуальных технологий имитационного моделирования, резкое повышение параметров ПК, существенно расширило возможности методов имитационного моделирования.

#### **Цель и задачи исследования**

Целью работы является повышение надежности и точности принятия управленческих решений в транспортной логистике, на основе применения имитационного моделирования.

Для выполнения поставленной цели были сформулированы **следующие задачи:**

- провести исследование задач транспортной логистики;
- провести анализ подходов и методов решения задачи выбора оптимального пути;
- разработать имитационную модель транспортировки товаров на основе многоподходного инструмента моделирования *AnyLogic*;
- провести анализ полученных результатов эксперимента работы модели.

**Объектом** исследования является организация поставок товара в сети магазинов «5 Элемент».

**Предметом** работы выступают математические модели и методы решения задач транспортной логистики.

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач работы использовались математические методы решения задач в транспортной логистике и методы имитационного сложных систем с использованием программного средства *AnyLogic*.

**Область исследования.** Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-25 80 08 «Математические и инструментальные методы экономики».

#### **Теоретическая и методологическая основа исследования**

В основу диссертации легли результаты исследований отечественных и зарубежных экономистов в области математического и компьютерного моделирования.

Имитационные расчеты по теоретической модели осуществлены в пакете *AnyLogic*. Обработка статистических данных так же проводилась с использованием *AnyLogic*.

**Информационная база** исследования для моделирования логистических процессов транспортировки товаров в системе *AnyLogic* сформирована на основе реальных данных.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в разработке имитационной модели для автоматизации и визуализации процесса транспортировок товаров с возможностью сбора статистических данных.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Результат сравнительного анализа теоретических подходов в области имитационного моделирования логистических процессов, позво-

лившая выявить наиболее полный набор ключевых факторов, касающихся транспортировки товаров.

2. Обзор методов решения задачи выбора оптимального маршрута в транспортной логистике

3. Имитационная модель и программная реализация задачи выбора оптимального решения в транспортной логистике.

4. Анализ результатов работы модели, на основе статистической информации, полученной в среде AnyLogic, позволившей наблюдать решение модели.

**Теоретическая значимость** диссертации заключается в подходе к анализу процесса транспортировки товаров, технологии логистических процессов на основе имитационного моделирования, позволяющий детально исследовать процесс поставки товара. Представлена имитационная модель, демонстрирующая поведение реальной системы транспортировки товаров.

**Практическая значимость** диссертации состоит в возможности применения модели для решения задачи выбора оптимального маршрута при транспортировке товара, а также использование результатов работы модели для повышения эффективности доставки товаров в сети магазинов «5 Элемент».

#### **Апробация и внедрение результатов исследования**

Результаты исследования представлены на научной конференции «Актуальные научные исследования в современном мире». Украина, 2016 г., а также в научном журнале «Современные научные исследования и инновации». Москва, 2016 г.

#### **Публикации**

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в двух опубликованных работах общим объемом 10,0 п.л. (авторский объем 10,0 п.л.).

**Структура и объем работы.** Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, трёх глав, заключения и библиографического списка. Общий объем диссертации – 72 страница. Работа содержит 2 таблицы, 28 рисунков, 1 приложение.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во **введении** дается краткая характеристика применения имитационного моделирования, рассмотрено область его применения, определяется средство для моделирования, выделяется актуальность темы исследований.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации, наличие публикаций, а так-

же, структура и объем диссертации.

В **первой главе** были введены понятия логистики и логистических процессов, транспортной логистики.

Логистика — наука, предмет которой заключается в организации рационального процесса движения товаров и услуг от поставщиков сырья к потребителям, функционирования сферы обращения продукции, товаров, услуг, управления товарными запасами и провиантом, создания инфраструктуры товародвижения.

Логистический процесс — определенным образом организованная во времени последовательность выполнения логистических операций/функций, позволяющая достигнуть заданные на плановый период цели логистической системы или ее сетевых (функциональных) подразделений.

Транспортная логистика – раздел логистики, занимающийся вопросами организации доставки, то есть перемещения каких-либо материальных объектов (продукция, вещества) из одного пункта в другой по оптимальному маршруту.

Рассмотрены задачи транспортной логистики:

- обеспечение технического соответствия участников транспортного процесса (техническое соответствие означает согласованность как внутри отдельных видов, так и в межвидовом разрезе, которая позволяет работать с контейнерами, пакетами);

- технологическая сопряженность – подразумевает применение единой технологии транспортировки, прямые перегрузки, бесперегрузочное сообщение;

- экономическая сопряженность – это общая методология исследования конъюнктуры рынка и построения тарифной системы, означающие согласование экономических интересов участников транспортного процесса;

- использование единых систем планирования (разработка и применение различных планов графиков для различных видов транспорта);

- создание транспортных коридоров;

- выбор вида транспорта;

- выбор маршрута транспортировки грузов;

- составление расписаний

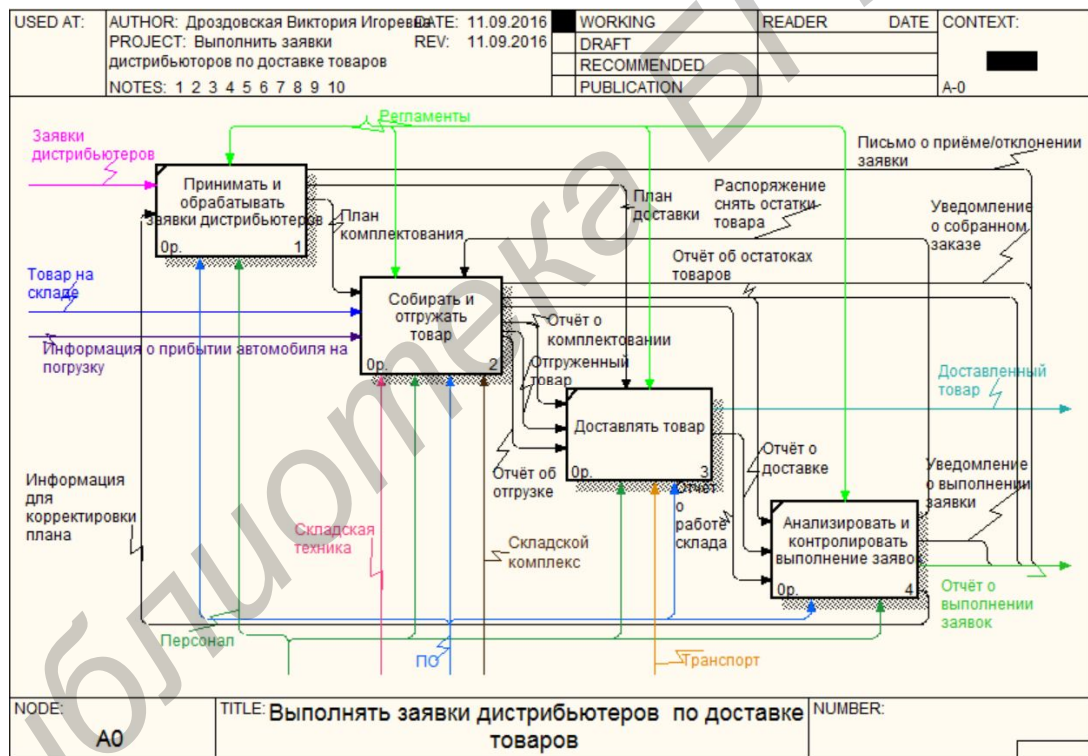
Формулируется задача выбора оптимального маршрута для транспортировки товаров. В данной работе рассматривается следующая постановка задачи: имеется множество объектов, в которые должны быть доставлены товары грузовиком (доставка и разгрузка заказанного количества товаров), имеется ограниченный набор грузовиков и задается спрос на товары из каждого объекта обслуживания. Расстояния между пунктами известны. Требуется построить оптимальную маршрутную сеть для обслуживания всех объектов при минимизации затрат на перевозки. Процесс перевозки товаров связан с затратами на транспортировку и на обслуживание транспорта.

Во **второй главе** приводится обзор методов решения задачи выбора оптимального маршрута. Задача коммивояжера заключается в отыскании само-

го выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. Поскольку коммивояжер в каждом из городов встает перед выбором следующего города из тех, что он еще не посетил, всего существует  $(n - 1)!$  маршрутов. Таким образом, размер пространства поиска зависит экспоненциально от количества городов. Задача коммивояжера NP-эквивалентна. Для решения задачи коммивояжера были исследованы следующие алгоритмы: генетический, Прима-Эйлера, Литтла (метод ветвей и границ), «иди в ближний».

Перед созданием имитационно модели была построена функциональная модель. Функциональная модель – описание системы с помощью *IDEF0*. Данная модель предназначена для описания существующих бизнес-процессов, в которой используются как естественный, так и графический языки.

Декомпозиция основного процесса состоит из четырех подпроцессов. Декомпозиция основного процесса на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Декомпозиция процесса выполнения заявки**

«Принимать и обрабатывать заявки» — данный процесс подразумевает обработку заявок от дистрибьютеров. Помимо самих заявок на вход так же поступает информация о корректировке планов, полученная в результате анализа выполненных заявок.

«Собрать и отгрузить товар» — процесс включает в себя такие моменты, как планирование работы склада, комплектование заявки, проверка остатков, проверка комплектации, отгрузка товаров, отчетность о работе склада. Данный процесс является одним из ключевых.



«Доставлять товар». Данный блок приводит нас к одному из важных выходов из главного процесса — «Доставленный товар».

«Анализировать и контролировать выполнение заявок» — процесс анализа работы склада производства. Данный процесс несет важную роль в главном процессе, так как именно в этапе его выполнения формируются данные для оптимизации. Помимо информации для корректировки плана на выходе из процесса находятся «Уведомление о выполнении заявки» и «Отчет о выполнении заявки».

Представлено решение задачи выбора оптимального маршрута методом ветвей и границ (рисунок 2).

Путь коммивояжера		
№	Наименование	Путь, км
1	Минский р-н, Папернянский с/с, 45/2 С	8
2	д. Боровая 7а	4
3	пр. Независимости, 117/4	4
4	ул. Кульман, 14	6
6	ул. Харьковская 76	4
9	ул. Одинцова, 20	3
10	ул. Владислава Голубка, 2	6
8	ул. Горецкого, 2	2
7	пр. Дзержинского, 104	6
5	ул. Маяковского, 146	8
11	ул. Нестерова, 49	16
1	Минский р-н, Папернянский с/с, 45/2 С	0
	Общая длина пути	67

Рисунок 2 – Путь коммивояжера

Решением задачи коммивояжера является оптимальный путь: склад, д. Боровая 7а, пр. Независимости 117/4, ул. Кульман 14, ул. Харьковская 76, ул. Одинцова 20, ул. Владислава Голубка 2, ул. Горецкого 2, пр. Дзержинского 104, ул. Маяковского 146, ул. Нестерова 49, склад, равный 67 км.

В третьей главе дается определение моделирования — исследование объектов на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя. Выделены основные подходы моделирования:

– информационное (концептуальное) моделирование – процесс описания информации об объекте, с помощью формализованных, неформализованных языков, образно-иллюстративных материалов и фиксированные в реальном материале эти представления и факты;

– эстетическое моделирование – процесс описания информации и объектов и явлений через ощущения и восприятия человека посредством живописи, декоративно-прикладного искусства и музыки;

– физическое моделирование – процесс разработки, конструирование натуральных, физических, аналоговых или масштабных моделей объектов и ис-

следование свойств и картины поведения объекта и реальных явлений на этих моделях;

- математическое (аналитическое и имитационное) моделирование;
- компьютерное моделирование.

Особое внимание уделено имитационному моделированию. Имитационное моделирование (ситуационное моделирование) — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией (имитация — это постижение сути явления, не прибегая к экспериментам на реальном объекте).

Рассматривая имитационное моделирование можно выделить три основных подхода:

- системная динамика;
- дискретно-событийное моделирование (процессно-ориентированное);
- агентное моделирование.

Были рассмотрены основные принципы построения и применения имитационных моделей.

В главе было описано программное обеспечение для имитационного моделирования *AnyLogic*.

Преимущества *AnyLogic*:

- Графическая среда разработки моделей *AnyLogic* значительно ускоряет процесс создания моделей.
- Создание библиотек позволяет разработчику многократно использовать уже написанные модули.
- Объектно-ориентированный подход поднимает процесс разработки моделей на новый уровень.
- Интуитивный графический интерфейс упрощает переход с других инструментов имитационного моделирования на *AnyLogic*.

Была построена имитационная модель модели движения товаров от склада к магазинам-дистрибьюторам «5 Элемент». При ее разработке использовались все три подхода имитационного моделирования.

Для моделирования пополнения складов товарами использовался метод системной динамики.

Процесс обработки заказов представлен с помощью дискретно-событийного моделирования.

Для моделирования поведения грузовика используется процессный подход и строится диаграмма состояний.

Каждый объект модели представляет из себя агента и влияет на общий результат моделирования.

На рисунке 3 представлена анимация выполнения построенной имитационной модели.

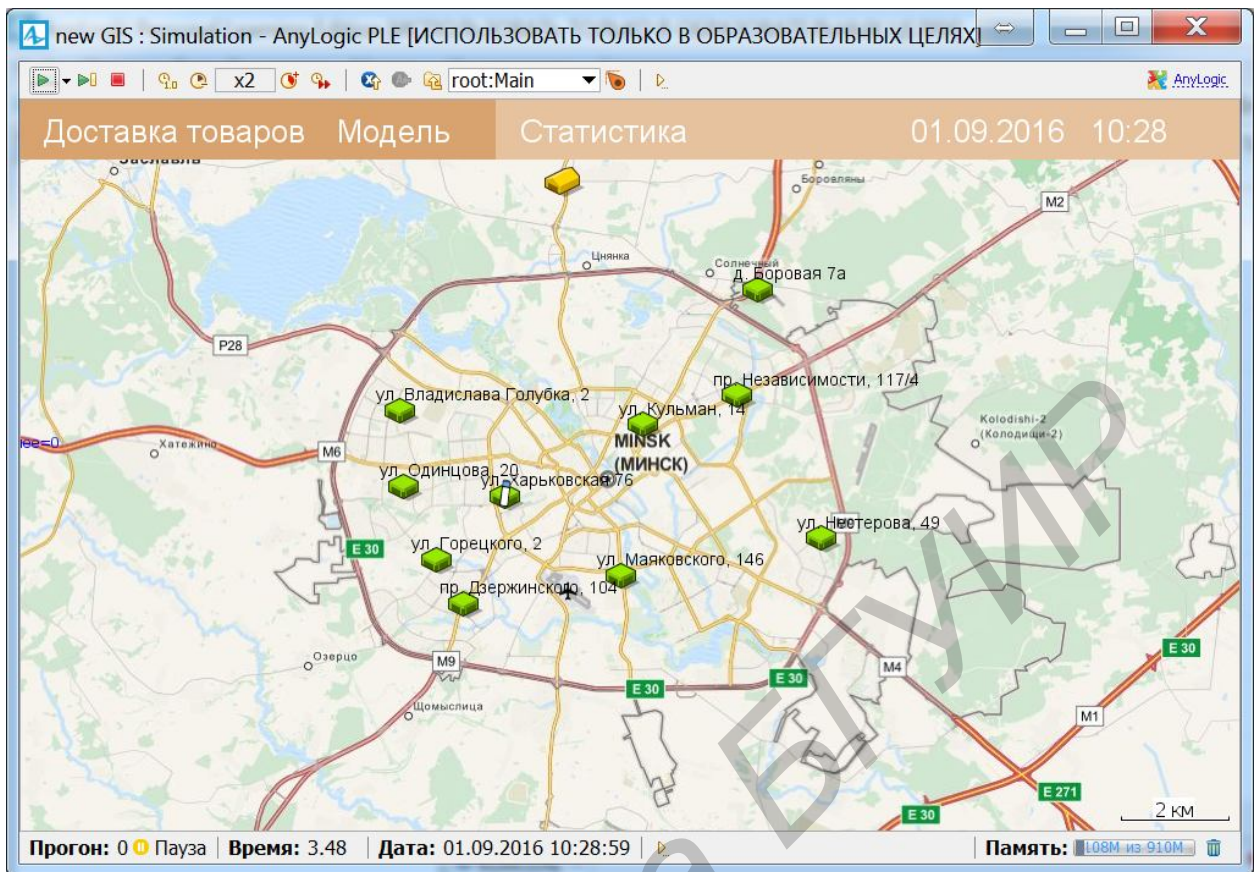


Рисунок 3 – Анимация выполнение имитационной модели

Во время работы модели среда *AnyLogic* позволяет собирать интересные статистические данные, такие как: загруженность склада, время ожидания доставки товара магазинами-дистрибьютерами, использование автопарка, затраты на доставку, объем поставок, общее время остановок на светофорах, общее время доставки товаров.

Таким образом, среда *AnyLogic* позволяет наглядно демонстрировать результаты работы модели с высоким уровнем визуализации и собирать статистическую информацию для последующего анализа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имитационное моделирование выбрано потому как мировая практика научных исследований свидетельствует о том, что методы имитационного моделирования занимают около 70% в общем объеме исследовательского инструментария. В настоящее время в имитационном моделировании выделяют три подхода: системной динамики, дискретно-событийный и агентный.

Профессиональный инструмент имитационного моделирования *AnyLogic* нового поколения, который разработан на основе современных концепций в области информационных технологий и результатов исследований в теории гибридных систем и объектно-ориентированного моделирования. Построенная на их основе инструментальная система *AnyLogic* не ограничивает пользователя одной единственной парадигмой моделирования, что является характерным для существующих на рынке инструментов моделирования.

В рамках данной работы была достигнута поставленная цель, а именно была создана имитационная модель поставки товаров от производителя дистрибьюторам, по средствам которой могут быть приняты более точные и надежные управленческие решения. В ходе моделирования использовались все подходы: агентное, дискретно-событийное и системной динамики.

В процессе написания были досконально исследована предметная область. Система моделирования *AnyLogic* превосходно подходит для построения логистической модели любой сложности. Рассмотренная модель процесса транспортировки товаров может применяться для любой локации в любой точке мира. Она легко масштабируема, добавление точек производства и дистрибьютеров не составляет особого труда.

Интерфейс приложения наглядно показывает картину происходящего, интуитивно понятен, удобен в использовании.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- было проведено исследование задач транспортной логистики;
- проанализированы подходы и методы решения задачи выбора оптимального пути;
- разработана имитационную модель транспортировки товаров на основе многоподходного инструмента моделирования *AnyLogic*;
- проведен анализ полученных результатов эксперимента работы модели.

Построение имитационных моделей логистических процессов позволяет сэкономить финансовые и временные ресурсы для компаний.

Таким образом на основе решения поставленных задач были получены следующие результаты:

1. Результат сравнительного анализа теоретических подходов в области имитационного моделирования логистических процессов, позволившая выявить наиболее полный набор ключевых факторов, касающихся транспортировки товаров.

2. Обзор методов решения задачи выбора оптимального маршрута в транспортной логистике

3. Имитационная модель и программная реализация задачи выбора оптимального решения в транспортной логистике.

4. Анализ результатов работы модели, на основе статистической информации, полученной в среде AnyLogic, позволившей наблюдать решение модели.

Имитационное моделирование – важный шаг в создании успешного производства. Построение модели помогает сократить издержки на проведение реального эксперимента, позволяет предугадать внедрения изменений в систему. Так же оно позволяет экономить временные при принятии управленческих решений.

Библиотека БГУИР

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Дроздовская, В.И. / Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ при помощи имитационного моделирования/ В.И. Дроздовская // Актуальные научные исследования в современном мире: материалы XVIII-ой международной науч.-практ. конф. – Украина: Айсаенс, 2016. – в печати.

2-А. Дроздовская, В.И. / Решение задачи коммивояжера с помощью имитационного моделирования / В.И. Дроздовская // журнал «Современные научные исследования и инновации». – Москва: Снаука, 2016. – в печати.

Библиотека БГУМР

## РЕЗЮМЕ

Дроздовская Виктория Игоревна

### **Задача выбора оптимальных решений в транспортной логистике на основе имитационного моделирования**

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, логистические процессы, методы имитационного моделирования, задачи транспортной логистики, задача выбора оптимального маршрута, AnyLogic.

**Цель работы:** повышение надежности и точности принятия управленческих решений в транспортной логистике, на основе применения имитационного моделирования.

**Полученные результаты и их новизна:**

1. Результат сравнительного анализа теоретических подходов в области имитационного моделирования логистических процессов, позволившая выявить наиболее полный набор ключевых факторов, касающихся транспортировки товаров.

2. Обзор методов решения задачи выбора оптимального маршрута в транспортной логистике

3. Имитационная модель и программная реализация задачи выбора оптимального решения в транспортной логистике.

4. Анализ результатов работы модели, на основе статистической информации, полученной в среде AnyLogic, позволившей наблюдать решение модели.

**Область применения:** транспортная логистика, работа складов.

## РЭЗІЮМЭ

Драздоўская Вікторыя Ігараўна

### Задача выбару аптымальных рашэнняў у транспартнай лагістыцы на аснове імітацыйнага мадэлявання

**Ключавыя словы:** імітацыйнае мадэляванне, лагістычныя працэсы, метады імітацыйнага мадэлявання, задачы транспартнай лагістыкі, задача выбару аптымальнага маршруту, AnyLogic.

**Мэта работы:** павышэнне надзейнасці і дакладнасці прыняцця кіраўніцкіх рашэнняў у транспартнай лагістыцы, на аснове прымянення імітацыйнага мадэлявання.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:**

1. Вынік параўнальнага аналізу тэарэтычных падыходаў у галіне імітацыйнага мадэлявання лагістычных працэсаў, якая дазволіла выявіць найбольш поўны набор ключавых фактараў, якія тычацца транспарціроўкі тавараў.

2. Агляд метадаў рашэння задачы выбару аптымальнага маршруту ў транспартнай лагістыцы.

3. Імітацыйная мадэль і праграмная рэалізацыя задачы выбару аптымальнага рашэння ў транспартнай лагістыцы.

4. Аналіз вынікаў работы мадэлі, на аснове статыстычнай інфармацыі, атрыманай у асяроддзі AnyLogic, якая дазволіла назіраць рашэнне мадэлі.

**Вобласць ужывання:** транспартная лагістыка, праца складоў.



## SUMMARY

**Drozdovskaya Viktoria Igorevna**

### **The problem of choice of optimal solutions in transport logistics based on simulation**

**Keywords:**simulation, logistics processes, methods, simulation, transportation logistics problems, the problem of choosing the optimal route, AnyLogic.

**Objective:**to increase the reliability and accuracy of management decision-making in transport logistics, on the basis of simulation.

**The results and novelty:**

1. The result of the comparative analysis of theoretical approaches in the field of simulation of logistics processes, will reveal the most comprehensive set of key factors relating to the transportation of goods.
2. Review of the methods of solving optimal routing problems in transport logistics.
3. The simulation model and software implementation of the task of choosing the optimal solutions in transport logistics.
4. Analysis of the results of the model, based on the statistical information provided in an environment of AnyLogic, allowing you to observe the decision model.

**Sphere of Applications:** transport logistics, warehouse work.