

УДК 004.942:656.073.7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЦЕПИ ПОСТАВОК КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Соляник Т.Н., Белоконь Ю.А.

MODELING OF TRANSPORT PROCESSES IN THE CHAIN SUPPLY OF CONFECTIONERY PRODUCTS

Solyanik T., Bilokin Ju.

Данная статья посвящена использованию методов и инструментария имитационного моделирования для анализа транспортных процессов в цепи поставок кондитерских изделий. Разработана концептуальная модель транспортного процесса, которая содержит его основные элементы. Разработана и построена имитационная модель транспортного процесса, описаны ее основные параметры. Сформулированы исходные данные и план для проведения исследования, а также основные результаты, которые должны быть получены в ходе моделирования. В качестве примера использования модели проведено моделирование транспортного процесса в цепи поставок кондитерских изделий фабрики «Бисквит-шоколад» и определен эффективный подвижной состав и необходимое количество транспортных средств. Исследована применимость разработанной модели для других исходных данных.

Ключевые слова: логистика, транспортный процесс, транспортное средство, маршрут, имитационная модель, агентное имитационное моделирование

Введение. Планирование перевозок является важным моментом транспортного процесса. Это объясняется как сокращением длительности циклов коммерческих операций, так и увеличением стоимости хранения, необходимостью реагирования на изменение потребительского спроса. Так, затраты на производство некоторых видов товаров составляют лишь 10 % стоимости товара, в то время, как стоимость доставки может составлять до 50%. Вот почему в условиях конкуренции одним из путей привлечения клиентов является оптимизация проектирования доставки и планирование перевозок.

Оптимизацией проектирования доставки занимается логистика. Задачами логистики является конкретизация и детализация организационных мероприятий, связанных с перевозкой (выбор маршрута и вида транспорта в зависимости от вида груза), с целью снижения транспортных затрат, доставки груза точно в срок, максимального удовлетворения всех требований заказчика перевозки.

Основой планирования перевозок являются расписания и графики перевозок, составленные на основе систематизации заключенных договоров, поданных заявок, изучения грузопотоков. Последнее предполагает анализ грузоперевозок за определенный промежуток времени, как на отдельных маршрутах, так и на всей маршрутной сети. Обследование грузопотоков может быть сплошным и выборочным. Сплошное обследование осуществляется одновременно на всех маршрутах, выборочное – на отдельных маршрутах.

Одним из прогрессивных методов проектирования доставки и планирования перевозок является моделирование соответствующих процессов.

Моделирование состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между ее элементами или другими словами — разработке симулятора исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов.

Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. При этом плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью. Можно имитировать поведение тех объектов, реальные эксперименты с которыми дороги, невозможны или опасны.

Постановка проблемы. В данной работе необходимо исследовать транспортировку кондитерских изделий. Данный груз относится к продовольственным товарам и является скоропортящимся. Это требует соблюдения специфических условий транспортировки данного груза.

Большая часть кондитерской продукции может перевозиться с использованием различной тары. Для перевозки данной продукции формируют грузовую единицу. В основном кондитерские изделия упаковываются в гофрированные ящики и устанавливаются на европаллеты.

Такое формирование грузовой единицы позволяет применять средства механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Выбор типа подвижного состава для того или иного груза сводится в основном к выбору кузова, соответствующего перевозимому грузу, так как узкая специализация кузовов многих типов подвижного состава предопределяет сферу их рационального использования, а также определения необходимой грузоподъемности.

Определяющими при выборе типа кузова будут характеристики перевозимого груза, а именно:

- физико-механические особенности груза;
- упаковка груза;
- скорость доставки;
- размер партии,
- способ погрузки-разгрузки.

После того, как выбран соответствующий тип кузова, можно перейти к выбору подвижного состава конкретной модели. Это обусловлено разными технико-эксплуатационными качествами автомобилей различных моделей, которые могут быть использованы для перевозки одного и того же груза.

Кондитерские грузы обычно перевозят в рефрижераторах, ведь эти товары нуждаются в соблюдении определенного температурного режима. Только так можно сохранить их качество и товарный вид.

При перевозке большинства кондитерских изделий крайне важно соблюдать санитарно-гигиенические требования и температурный режим. Эти грузы относятся к категории скоропортящихся товаров, поэтому транспортировка должна осуществляться в минимальные сроки.

Сроки доставки, то есть время, в течение которого кондитерские изделия находятся в пути, зависят от сроков реализации продукции.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследованию процессов транспортировки посвящено много работ отечественных и зарубежных авторов. Зачастую в них рассматриваются задачи рационального выбора маршрута [1, 2, 4, 6], расчета и оптимизации длительности временных параметров перевозки [3, 7, 8, 9], в том числе с использованием имитационного моделирования [5, 9, 15]. Ряд работ посвящен выбору необходимых транспортных средств [1, 2, 8]. Вместе с тем, задача имитационного моделирования транспортных процессов, с целью улучшения их составляющих, остается по-прежнему актуальной.

Цель статьи. В данной работе проводится имитационное моделирование транспортных процессов в цепи поставок кондитерских изделий для определения эффективного подвижного состава.

Постановка задачи. Для исследования процесса организации транспортировки продукции необходимо разработать соответствующую модель.

Данная модель должна:

1. Отражать все этапы рассматриваемого процесса;

2. Учитывать всех участников рассматриваемого процесса;

3. Моделировать продвижение грузопотока;

4. Учитывать специфику формирования грузовой единицы;

5. Учитывать специфику используемых транспортных средств;

6. Учитывать все ресурсы, необходимые для транспортировки.

Разработанная модель должна позволять варьировать основные параметры, такие как грузопоток, размер грузовой единицы, используемое транспортное средство и его основные параметры, маршрут перевозки.

Также разработанная модель должна позволять проводить моделирование поставок грузов за различный промежуток времени.

В результате моделирования необходимо выбрать эффективный подвижной состав для заданных условий поставок.

Результаты исследований. Для проведения моделирования, отвечающего требованиям адекватности, полноты и избыточности, разработана концептуальная модель транспортного процесса, которая содержит следующие основные элементы:

1. Участники транспортного процесса.

- грузоотправитель;
- грузополучатель;

2. Транспортное средство.

3. Груз.

4. Маршрут.

5. Условия поставки.

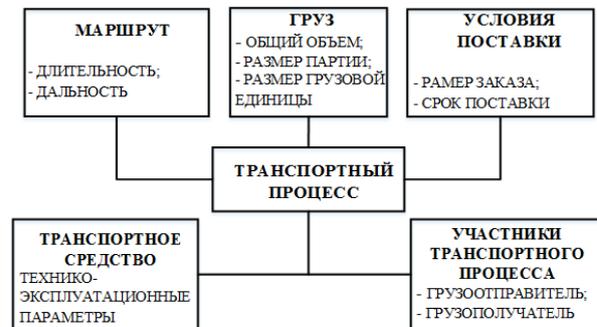


Рис. 1. Концептуальная модель транспортного процесса

Взаимодействие этих элементов образует транспортный процесс и обеспечивает имитацию формирования и продвижения грузопотока.

Рассмотрим более подробно каждый из них.

Грузоотправитель в данной постановке задачи моделирования характеризуется следующими параметрами:

- номенклатура перевозимого груза;
- специальные погрузочные средства необходимой грузоподъемности и функциональности.

Транспортное средство характеризуется технико-эксплуатационными параметрами:

- грузоподъемность;
- грузоместимость;
- скорость передвижения.

Груз в модели имеет два значения:

- общий объем груза, который необходимо перевезти;
- размер грузовой единицы и перевозимой партии.

Общий объем груза отображает грузопоток за определенный период времени (неделя, месяц, квартал, год).

Размер грузовой единицы – это габариты и вес упакованной для погрузки продукции. Грузовая единица характеризуется весом.

Размер перевозимой партии – объем и вес груза, который помещается в транспортное средство и перевозится за одну езду.

Маршрут – это путь следования объекта, учитывающий направление движения относительно географических ориентиров или координат, с указанием начальной и конечной точек, основных пунктов и привязкой ко времени.

Маршрут характеризуется расстоянием от начальной до конечной точки, а так же длительностью. В данной работе рассматривается простой маятниковый маршрут.

Условия поставки – это заранее оговоренные параметры поставки между грузоотправителем и грузополучателем.

К условиям поставки стоит отнести:

- размер заказа;
- срок поставки.

В разработанной модели сделаны следующие допущения:

- считается, что необходимый человеческий ресурс доступен в полном объеме для каждого элемента модели;
- эксплуатация человеческого ресурса соответствует всем технологическим и санитарным требованиям и нормам.

Имитационная модель построена с использованием инструментария AnyLogic [10–16]. В качестве элементов модели применялись переменные различного типа данных и компоненты из библиотеки Enterprise Library (Библиотека моделирования предприятия), Process Modeling Library (Библиотека моделирования процессов), Fluid Library (Библиотека моделирования потоков).

Описание разработанной модели. На рисунке 2 изображена разработанная модель транспортного

процесса в цепи поставок кондитерских изделий для определения эффективного подвижного состава.

Элемент *Грузоотправитель* (Source) генерирует заявку. Заявка имитирует поступление с конвейера кондитерской продукции (печенье), которая уже запакована в гофрированную коробку стандартного образца. Заявки генерируются согласно заданной интенсивности поступления в течение всего моделируемого периода.

После поступления заявки происходит формирование грузовой единицы. Процесс погрузки коробок на паллеты имитируется с помощью элементов *Грузовая единица* (Service) и *Накопление паллет* (Assembler).

Грузовая единица (Service) имитирует укладку коробки на паллету с заданными временными параметрами.

Накопление паллет происходит в соответствии с установленными технико-эксплуатационными показателями паллет и транспортных средств.

При осуществлении загрузки транспортных средств имеется расходный ресурс, а именно паллета. Для имитирования расходования ресурсов при выполнении определенной логистической операции используется элемент *Паллет* (ResourcePool).

В элементе ResourcePool можно задать однородные или неоднородные ресурсы, используемые при выполнении работы, а также их количество. В данной модели используются однородные ресурсы – паллеты определенного количества. Ресурс этого же типа используется при загрузке транспортного средства.

Загрузка транспортного средства имитируется следующими элементами: *Загрузка ТС* (service) и *Отправка машин* (Assembler).

Элемент *Загрузка ТС* (service) имитирует выполнение погрузочных работ по заполнение транспортного средства сформированными грузовыми единицами.

Контроль загрузки (подсчет погруженных единиц) осуществляется с помощью элемента *Отправка машин* (Assembler). Как только происходит погрузка необходимого количества паллет, транспортное средство уходит по маршруту. Регулируя количество погружаемых паллет, можно моделировать загрузку транспортных средств различной грузоподъемности.

Процесс продвижения транспортного средства по маршруту имитируется с помощью элементов *Движение ТС* (Service) и *Движение ТС_обратно* (Service). В соответствующем элементе указывается длительность маршрута. Изменяя эту длительность, можно имитировать различные маршруты доставки.

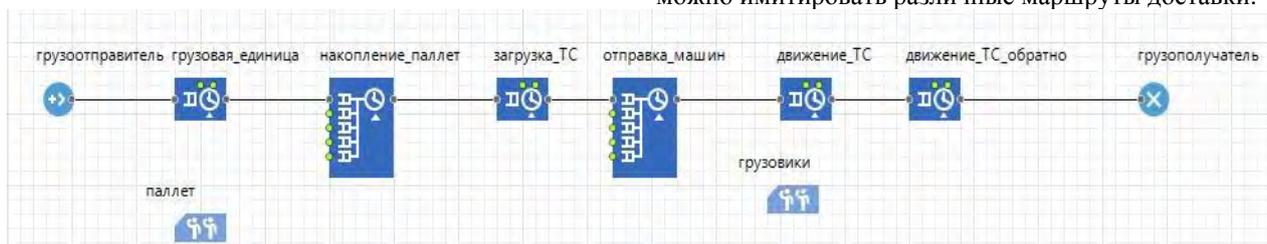


Рис. 2. Имитационная модель транспортного процесса

В качестве ресурса для выполнения данной работы учитываются *Грузовики*.

Ресурс *грузовики* имитируется с помощью ResourcePool. Данный вид ресурса является динамическим, то есть имитируется его перемещение во времени. При этом задается имеющееся количество ресурсов и скорость движения.

Элемент *Грузополучатель* (Sink) имитирует выполнение договорных обязательств перед грузополучателем, с одной стороны, и завершение цикла транспортировки, т.е. возвращение грузовика «на базу» с другой стороны. На этом моделируемый процесс (цикл прогона) заканчивается.

Этот цикл прогона осуществляется в течение заданного модельного времени, т. е. того календарного промежутка времени, который моделируется.

Данное модельное время задается в специальном агенте Main, который представляет собой всю модель и отвечает за общее поведение модели.

Кроме модельного времени задаются единицы измерения времени, в которых выдержаны все временные параметры модели. Задается условие интерпретации системного времени (рассматривать как реальное или виртуальное).

Исходные данные для моделирования. В качестве примера моделируется месячная поставка кондитерских изделий печенье "Сувенирный набор" фабрики «Бисквит-шоколад» из г. Харьков в г. Одесса.

Для проведения моделирования были собраны и получены следующие исходные данные:

1. Длина маршрута составляет 712 км.
2. Параметры грузовой единицы (таблица 1);
3. Объем перевозимого груза (таблица 2);
4. Параметры транспортного средства (Таблица 3).

Таблица 1
Параметры грузовой единицы

Вес, кг	Количество штук в ящике	Вес ящика, кг	Количество ящиков на паллете, шт
0,55	5	2,75	50

Таблица 2

Объем перевозимого груза

№	Наименование	Количество, тонн
1.	Годовой выпуск продукции фабрики	60 000
2.	Доля внутреннего рынка (64%)	38 400
3.	Годовая доля рынка г. Одесса	1560
4.	Месячный объем поставок в г. Одесса	130

Разработанная имитационная модель содержит следующие параметры, варьируемые в ходе исследования:

1. Объем грузопотока (грузоотправитель);
2. Время формирования паллеты;

3. Время загрузки паллеты в транспортное средство;

4. Грузоподъемность транспортного средства;

5. Движение транспортного средства под грузом;

6. Движения транспортного средства на холостом ходу;

7. Количество доступных рефрижераторов.

Таблица 3

Параметры транспортного средства

Параметры	Рефрижератор		
	ЗИЛ 5301	КамАЗ	Scania
Длина, м	5	7	13,6
Ширина, м	2,5	2,5	2,5
Высота, м	2,3	2,5	2,6
Грузоподъемность, т	5т	10т	20т
Объем, м ³	30	45	88
Вместимость кузова, паллеты	12	18	33
Средняя скорость, км/ч	60	50	40
Расход топлива на 100 км, л	15	26	30

Исследование проводилось по следующему плану.

1. Параметры модели: Объем грузопотока, Время формирования паллеты, Время загрузки паллеты в транспортное средство остаются неизменными для всех вариантов исследования модели.

2. Исследование проводится для трех типов рефрижераторов грузоподъемностью 5 т, 10 т и 20 т соответственно.

3. Использование рефрижератора каждого типа моделируется с учетом его грузоподъемности, скорости движения под грузом и на «холостом ходу».

4. Исследование проводится с учетом разного количества доступных рефрижераторов каждого типа.

5. Если процент использования доступных рефрижераторов превышает 70 % , необходимо проводить следующий «прогон» модели с увеличением количества доступных рефрижераторов на единицу. Это необходимо для соблюдения технико-экономических условий эксплуатации подвижного состава.

Для определения эффективного подвижного состава в ходе моделирования необходимо определить значения следующих параметров исследуемого транспортного процесса:

1. Общее количество перевезенной продукции.
2. Количество машин готовых к транспортировке.
3. Количество отправленных машин.
4. Количество доехавших машин.
5. Количество доставленного груза.
6. Количество доступных рефрижераторов.
7. Процент использования рефрижераторов.

Все результаты моделирования приведены в сводной таблице (таблица 4).

Таблица 4

Сводная таблица результатов моделирования

Результаты моделирования	Рефрижераторы								
	ЗИЛ 5301				КамАЗ			Scania	
1. Количество доступных грузовиков, шт	1	2	3	4	1	2	3	1	2
2. Общее количество сформированных паллет, шт.	926	922	929	923	928	922	923	924	926
3. Количество машин, готовых к отправке, шт.	33	64	77	76	28	51	51	23	28
4. Количество отправок, шт	33	64	77	76	28	51	51	23	28
5. Количество машин, доставивших груз, шт	31	62	76	75	26	50	50	22	л27
6. Общее количество кондитерских изделий, коробки.	46346	46131	46508	46183	46414	46141	46174	46216	46350
7. Количество доставленного груза, т	18600	37200	45600	45000	23400	45000	45000	36300	44550
8. Процент использования транспортного средства, %	98	97	80	59	97	94	63	96	61

На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

для заданного транспортного процесса с учетом всех исходных данных наиболее эффективным транспортным средством является рефрижератор типа КамАЗ, грузоподъемностью 10т;

для перевозки заданного количества груза в указанные сроки понадобится не менее трех транспортных средств выбранного типа.

Вывод. Разработанная имитационная модель отвечает требованиям адекватности, полноты и избыточности, и позволяет исследовать транспортный процесс при соблюдении условий формирования исходных данных.

Разработанная модель применима для различных исходных данных.

При изменении категории перевозимого груза изменятся его физико-химические свойства, принцип формирования грузовой единицы и партии соответственно. Эти операции будут обладать своей длительностью и необходимым количеством ресурса. Внесенные изменения повлекут применение другого типа подвижного состава, который будет характеризоваться своим значением параметров, используемых в модели. Набор параметров останется неизменным.

Для задания другого грузоотправителя и грузополучателя достаточно изменить расстояние транспортировки.

Литература

- Майборода, М.Е. Грузовые автомобильные перевозки: уч. пособие / М.Е. Майборода, В.В. Беднарский. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 442 с.
- Логистика автомобильного транспорта: учеб. пособие / В.С. Лукинский, В.И. Бережной, Е.В. Бережная и др. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 368 с.
- Лукинский В.С. Моделирование временных составляющих автомобильных перевозок при реализации технологии «точно в срок» / В.С. Лукинский // Научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2012. ISSN 2070-7428.
- Бауэррокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. Логистика. Интегрированная цепь поставок. Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2001. – 640 с.
- Hartmut Stadler. Supply Chain Management and Advanced Planning. Concept, Models, Software and Case Studies. Third Edition / Hartmut Stadler, Christoph Kilger. – Springer, Germany. – 2012. – 510 p
- Vasco Sanchez Rodrigues. Establishing a transport operation focussed uncertainty model for the supply chain. / Vasco Sanchez Rodrigues, Damian Stantchev, Andrew Potter, Mohamed Naim and Anthony Whiteing. 14th International Annual EuROMA Conference, Ankara, 17-20 June 2007. – 10 p
- Paweł Sitek. Cost optimization of supply chain with multimodal transport / Paweł Sitek, Jarosław Wikarek. Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems. – 2007 pp. 1111–1118 ISBN 978-83-60810-51-4
- Sebastian Kot. Transportation process in global supply chain / Sebastian Kot. – Advanced Logistic Systems, Czestochowa University of Technology. – 15-20 p
- Lauri Koivula. Modeling supply chain costs in the automotive manufacturing industry. The case of Valmet Automotive. Logistics Master's thesis / Lauri Koivula. – Department of Information and Service Economy Aalto University School of Business. – 2015. – 128 p
- AnyLogic. Многоподходное имитационное моделирование. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/new-features>.
- Боев, В.Д. Компьютерное моделирование: пособие для курсового и дипломного проектирования / В.Д.Боев, Д.И. Кирик, Р.П. Сыпченко. – СПб.: ВАС, 2011. – 348с.
- Боев, В.Д. Компьютерное моделирование: пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic7 / В.Д.Боев. – СПб.: ВАС, 2014. – 432 с.
- Ivanov D. Operations and supply chain simulation with AnyLogic 7.2. / D Ivanov. – 2016. – 97 p.
- Григорьев И. Any Logic за 3 дня: практическое пособие по имитационному моделированию / И.Григорьев. – 2016. – 202 p.
- Лычкина Н.Н. Моделирование экономических процессов: пособие для студентов программы eMBI / Н.Н. Лычкина. – М., 2005. – 164 p.
- Маликов, Р.Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6

[Текст]: учеб. пособие/ Р. Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – 296с.

References

1. Majboroda, M.E. Gruzovye avtomobil'nye perevozki: uch. posobie / M.E. Majboroda, V.V. Bednarskij. – Izd. 2-e. – Rostov n/D: Feniks, 2008. – 442 s.
2. Logistika avtomobil'nogo transporta: ucheb. posobie / V.S. Lukinskij, V.I. Bereznoj, E.V. Berezhnaja i dr. – M.: Finansy i statistika, 2004. – 368 s.
3. Lukinskij V.S. Modelirovanie vremennyh sostav-ljajushhih avtomobil'nyh perevozk pri realizacii tehnologii «tochno v srok» / V.S. Lukinskij // Nauch-nij zhurnal «Sovremennye problemy nauki i obra-zovanija». – 2012. ISSN 2070-7428.
4. Baujeroks D.Dzh., Kloss D.Dzh. Logistika. Integrirovannaja cep' postavok. Per. s angl. – M.: ZAO «Olimp-Biznes», 2001. – 640 s.
5. Hartmut Stadler. Supply Chain Management and Advanced Planning. Concept, Models, Software and Case Studies. Third Edition / Hartmut Stadler, Christoph Kilger. – Springer, Germany. – 2012. – 510 p
6. Vasco Sanchez Rodrigues. Establishing a transport operation focussed uncertainty model for the supply chain. / Vasco Sanchez Rodrigues, Damian Stantchev, Andrew Potter, Mohamed Naim and Anthony Whiteing. 14th International Annual EuROMA Conference, Ankara, 17-20 June 2007. – 10 p
7. Paweł Sitek. Cost optimization of supply chain with multimodal transport / Paweł Sitek, Jarosław Wikarek. Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems. –2007 pp. 1111–1118 ISBN 978-83-60810-51-4
8. Sebastian Kot. Transportation process in global supply chain / Sebastian Kot. – Advanced Logistic Systems, Czestochowa University of Technology. – 15-20 p
9. Lauri Koivula. Modeling supply chain costs in the automotive manufacturing industry. The case of Valmet Automotive. Logistics Master's thesis / Lauri Koivula. – Department of Information and Service Economy Aalto University School of Business. – 2015. – 128 p
10. AnyLogic. Mnogopodhodnoe imitacionnoe modelirovanie. Jelektronnyj resurs.– Rezhim dostupa: <http://www.anylogic.ru/new-features>.
11. Boev, V.D. Komp'juternoe modelirovanie: posobie dlja kursovogo i diplomnogo proektirovanija / V.D.Boev, D.I. Kirik, R.P. Sypchenko. – SPb.: VAS, 2011. –348s.
12. Boev, V.D. Komp'juternoe modelirovanie: posobie dlja prakticheskijh zanjatij, kursovogo i diplomnogo proektirovanija v AnyLogic7 / V.D.Boev. – SPb.: VAS, 2014. – 432 s.
13. Ivanov D. Operations and supply chain simulation with AnyLogic 7.2. / D Ivanov. – 2016. – 97 p.
14. Grigor'ev I. Any Logic za 3 dnja: prakticheskoe posobie po imitacionnomu modelirovaniju / I.Grigor'ev. – 2016. – 202 p.
15. Lychkina N.N. Modelirovanie jekonomicheskijh processov: posobie dlja studentov programmy eMBI / N.N. Lychkina. – M., 2005. – 164 p.

16. Malikov, R.F. Praktikum po imitacionnomu modelirovaniju slozhnyh sistem v srede AnyLogic 6 [Tekst]: ucheb. posobie/ R. F. Malikov. – Ufa: Izd-vo BGPU, 2013. – 296s.

Соляник Т.М., Білокінь Ю.А. Моделювання транспортних процесів у ланцюзі поставок кондитерських виробів.

Дана стаття присвячена використанню методів та інструментарію імітаційного моделювання для аналізу транспортних процесів в ланцюзі постачань кондитерських виробів. Розроблено концептуальну модель транспортного процесу, яка містить його основні елементи. Розроблено і побудована імітаційна модель транспортного процесу, описані її основні параметри. Сформульовано вихідні дані і план для проведення дослідження, а також основні результати, які повинні бути отримані в ході моделювання. Як приклад використання моделі проведено моделювання транспортного процесу в ланцюзі постачань кондитерських виробів фабрики «Бісквіт-шоколад» і визначено ефективний рухомий склад і необхідну кількість транспортних засобів. Досліджено можливість застосування розробленої моделі для інших вихідних даних.

Ключові слова: логістика, транспортний процес, транспортний засіб, маршрут, імітаційна модель, Агентне імітаційне моделювання

Solyanik T., Bilokin Ju. Modeling of transport processes in the chain supply of confectionery products.

This article is devoted to the use of methods and tools for simulation modeling for the analysis of transport processes in the chain of confectionery supplies. A conceptual model of the transport process is developed, which contains its main elements. A simulation model of the transport process is developed and constructed, its main parameters are described. The initial data and the plan for conducting the study are formulated, as well as the main results to be obtained during the simulation. As an example of using the model, a simulation of the transport process in the confectionery supply chain of the Biscuit-Chocolate factory was carried out, and an effective rolling stock and the required number of vehicles were determined. The applicability of the developed model for other initial data is investigated.

Keywords: logistics, transport process, vehicle, route, simulation model, agent simulation

Соляник Т.М. – доцент кафедри інформаційних управляючих систем, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: baggirou@gmail.com.

Білокінь Ю.А. – доцент кафедри інформаційних управляючих систем, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», м. Харків, Україна, e-mail: ulia_g1@mail.ru

Рецензент: д.т.н., проф. **Чернецька-Білецька Н.Б.**

Стаття подана 01.04.2017