

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНЗИТНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

З.В. Руновская, А.В. Чадюк

ТОВ «Ер-Джи-Дейта»
3055, Киев-55, проспект Перемоги, 29.
Тел.: 38044 241 9132, факс +380 44 236 3188.
Е-мейл runovska@rgdata.com.ua
anatolyc@rgdata.com.ua

Обосновывается целесообразность применения метода имитационного моделирования в исследовании системы управления смешанными перевозками с целью выбора оптимальных решений в управлении движением материальных потоков во время транзитных перевозок, решения проблемы усовершенствования транспортного процесса, повышения эффективности управления комбинированными грузоперевозками в условиях интеграционных экономических процессов.
Исследование и оптимизация системы управления транзитными перевозками.

Reasonability of an application of the imitating modeling method for mixed transportation control system analysis for the purpose of optimal solution choice for material flows control within transit transportation, as well as for transportation process improvement problem solving, and for combined goods transportation control under integration economic processes is justified.
Analysis and Optimization of the Transportation Control System.

Введение

В настоящее время в Украине нет органа, который бы осуществлял оперативное регулирование перевозок грузов в единой транспортной системе государства. Оперативное управление перевозочным процессом разделено по видам транспорта, участвующего в цепи перевозок [1]. Основным слагаемым единого транспортного комплекса страны является железнодорожный транспорт, на долю которого приходится 60 % общих объемов грузовых перевозок. Его инфраструктура охватывает все стратегически и экономически важные регионы страны и гармонично вписывается в систему международных транспортных коридоров.

Для координации деятельности всех видов транспорта необходимо создание межтранспортной системы [2], [3], основной задачей которой является обеспечение взаимодействия всех участников транспортного процесса при перевозке продукции от производителя до потребителя. Ее деятельность должна строиться на следующих основополагающих принципах:

- изучение рынков производства и сбыта (как в Украине, так и за рубежом) и привлечение грузов на украинскую транспортную систему;
- выстраивание логистической цепочки от производителя до потребителя с участием всех видов транспорта и вспомогательных организаций;
- реализация логистической цепочки – управление процессом транспортировки;
- ответственность за перевозку на всем пути следования груза.

При создании системы управления нельзя не учитывать международный аспект проблемы. Географическое расположение Украины позволяет ей быть связующим звеном в организации перевозок грузов между странами Европы и Азии. Транзитный потенциал Украины определяет особую значимость разработки и проведения эффективной транспортной политики. Ведущую роль в ней должны играть ускоренное развитие транспортной инфраструктуры, создание соответственно международным стандартам национальной сети международных транспортных коридоров, ее интегрирование в транспортные системы Европы и Азии, Балтийского и Черноморского регионов. Особый вес приобретает реализация проектов, которые должны обеспечить Украине участие в формировании международных транспортно-коммуникационных сетей. Сложные и масштабные задачи связаны с модернизацией управления транспортными системами, которые дадут возможность углубить совместимость с системами стран ЕС.

Цель создания системы управления

- Основными целями создания системы управления грузопотоками являются:
- обеспечение беспрепятственного прохождения грузов через стыковые пункты транспортных узлов;
 - оптимизация перевозочного процесса с участием нескольких видов транспорта;
 - ускорение продвижения внешнеторговых грузов;
 - максимальное использование существующих возможностей всех видов транспорта, в том числе создание условий наиболее полного использования возможностей портов Украины;
 - привлечение дополнительных грузопотоков на транспортные коридоры, проходящие по территории Украины.

Достижение данных целей в конечном итоге должно снизить затраты грузовладельцев на перевозку грузов, уменьшить транспортную составляющую в стоимости продукции, повысить доходность и устойчивость функционирования транспортного комплекса Украины, а также будет способствовать развитию экономики страны в целом и увеличению внутреннего валового продукта. Ключевой идеей, лежащей в основе комплексного подхода к организации и управлению экономической деятельностью, является идея интеграции.

Управленческие решения принимаются после анализа текущей ситуации и цепи событий, которые привели к ней. Обязательным элементом анализа является прогнозирование возможных вариантов развития событий в объекте управления с оценкой вероятности реализации того или иного из возможных вариантов.

Система имитационного моделирования производственно-коммерческих и организационно-экономических отношений

На практике использование и прогнозирование поведения сложных систем при тех или иных видах возмущающих и управляющих воздействий заменяется исследованием и прогнозированием поведения их моделей [4, 5].

Сложность исследуемой области и множество проблем, возникающих при управлении в ней, обуславливают выбор направления исследования – использование средств имитационного моделирования для решения оптимизационно – прогнозных задач поиска оптимальных стратегий транспортного процесса. В целях решения вопросов по организации эффективного взаимодействия предприятий различных видов транспорта для удовлетворения спроса на смешанные перевозки разработана система имитационного моделирования производственно-коммерческих и организационно-экономических отношений между различными видами транспорта при взаимодействии в процессе международных и внутренних перевозок.

При разработке имитационной системы использовался модульный принцип моделирования, в основу было положено агрегатное описание моделей и представление моделирующего и оптимизационного алгоритмов в операторной форме. Построение формального понятия сложных систем, представляющих собой некоторые конструкции из агрегатов, требует определения также способов формализации и математического описания взаимодействия между агрегатами.

Разработанная система может использоваться для решения широкого класса задач, связанных с совершенствованием перевозочного процесса при взаимодействии различных видов транспорта. Могут исследоваться задачи выбора оптимальных технологических схем обработки судов и вагонов, поиска путей увеличения перевалки грузов по прямому варианту «судно-вагон» и обратно, маршрутизации погрузки грузов и т.д.

Работа железных дорог и морских портов регламентируется Правилами перевозок грузов в прямом смешанном железнодорожно-водном сообщении, условиями приема и сдачи экспортных и импортных грузов на железнодорожных станциях и в морских портах. Взаимоотношения между конкретными станциями и портами регулируются узловым соглашением. Единая технология работы станций и портов должна предусматривать оптимальные технологические схемы обработки судов и вагонов, например, перевалку грузов по прямому варианту «судно-вагон» и обратно; маршрутизацию погрузки грузов; организацию единых комплексных смен, порядок взаимной информации о подходе судов и вагонов и др.

Взаимная информация о подходе судов, поездов и грузов, а также о ходе выполнения технических, грузовых и коммерческих операций с вагонами и судами необходима для обеспечения четкой и слаженной работы между станцией и портом.

Используя показатели эффективности, система имитационного моделирования позволяет сравнить оценки вариантов при проектировании, при выборе оптимальных параметров системы и режимов функционирования, сравнивать оценки управляющих алгоритмов. При исследовании системы с целью определения ее структуры и такого режима работы, при которых функционирование системы дает наибольший экономический эффект с точки зрения выбранного критерия эффективности, определение оптимального режима функционирования может сводиться к определению оптимальных значений некоторых параметров системы – ее регулируемых параметров. В процессе моделирования производится вычисление определенных неслучайных числовых характеристик системы как функций от ее регулируемых параметров. Такими неслучайными характеристиками системы обычно служат математические ожидания, дисперсии и другие моменты некоторых компонент вероятностных процессов, протекающих в системах. Эти характеристики вычисляются при фиксированных значениях регулируемых параметров системы. Критерий эффективности системы обычно имеет вид функции, аргументами которой являются неслучайные характеристики системы. Использование результатов моделирования дает возможность каждому набору значений регулируемых параметров системы поставить в соответствие определенное значение целевой функции. Выбирая ту совокупность значений регулируемых параметров, при которой критерий эффективности достигает своего экстремального значения, можно оптимизировать режим работы системы. На практике выбор критерия эффективности как функции от неслучайных характеристик системы осуществляется исходя из экономических соображений и потребностей практики, вызвавших необходимость проведения исследования данной системы.

Система имитационного моделирования базируется на комплексе типовых модельных компонент для отражения характеристик транспортного процесса и комплексе конструктивных параметров для отражения нормативно-правовых аспектов производственно-коммерческих и организационно-экономических отношений.

В качестве состояния некоторых типовых агрегатов, отражающих процесс взаимодействия различных видов транспорта при осуществлении перевозок и существенно влияющие на выбор регулируемых параметров системы, а также обеспечивающих наиболее эффективное ее функционирование, выбраны следующие характеристики.

Грузоотправители текущего планового периода; тип грузов; тип подвижного состава с грузом; объемы грузов; направления следования; способ перегрузки; категории объемов; местонахождение грузов; свободные площади на складах порта; промежутки времени до предъявления грузов порту, до их передачи порту, до погрузки на судно, до передачи железнодорожной станции импортного груза.

Количество судов в течение планового периода; направления следования судов; их тип; индикатор предстоящих операций с судами; способ перегрузки груза; тип подвижного состава для погрузки груза; длина очереди к причалам швартовки; номер причала швартовки судна; промежутки времени до прибытия судов с импортными грузами и за экспортными грузами; промежутки времени до швартовки судов.

Помимо названных в системе участвует еще целый ряд характеристик.

Вид операторов перевычисления параметров состояний агрегатов в моменты переходов продемонстрируем на перерасчете длины очереди судов типа j с грузом типа i к причалам швартовки.

В моменты t_e^{4sijp} прибытия судов в порт длина очереди меняется в соответствии со следующим оператором:

$$z_{10}^{32jp} (t_e^{4sijp} + 0) = R^{20jp} (t_e^{4sijp}) \cdot [z_{10}^{32jp} (t_e^{4sijp}) + 1] +$$

$$+ [1 - R^{20jp} (t_e^{4sijp})] \{ R^{21jpu} (t_e^{4sijp}) \cdot z_{10}^{32jp} (t_e^{4sijp}) + [1 - R^{21jpu} (t_e^{4sijp})] \cdot [z_{10}^{32jp} (t_e^{4sijp}) + 1] \}.$$

Смысл оператора таков: если причалы, к которым может быть пришвартовано судно, заняты и уже есть очередь к ним, судно становится в эту очередь (соответственно очередь удлиняется на единицу); если же есть свободные причалы – судно швартуется (очереди нет); если же очереди нет, но причалы все заняты, судно ждет освобождения причала (очередь состоит из этого судна).

В моменты освобождения причалов t_e^{14sjpu} длина очереди уменьшается на единицу, а если очереди не было, то причал остается свободным:

$$z_{10}^{32jp} (t_e^{14sjpu} + 0) = \max \{ 0, z_{10}^{32jp} (t_e^{14sjpu}) - 1 \}.$$

Рассмотрим еще пример – расчет индикатора, показывающего, какие из импортных грузов находятся в порту.

В моменты t_e^{11sijp} швартовки судов происходит перерасчет этого индикатора в зависимости от того, какое судно и грузы каких отправителей прибыли, по следующему закону:

$$z_{k0}^{29sinh} (t_e^{11sijp} + 0) = R_1^{12sik} (t_e^{11sijp}) \cdot 0 + [1 - R_1^{12sik} (t_e^{11sijp})] \{ R_j^{13sik} (t_e^{11sijp}) R^{14sik} (t_e^{11sijp}) +$$

$$+ [1 - R_j^{13sik} (t_e^{11sijp})] + R_j^{13sik} (t_e^{11sijp}) [1 - R^{14sik} (t_e^{11sijp})] \cdot [1 - R^{26hj} (t_e^{11sijp})] \} \cdot 0 +$$

$$+ R_j^{13sik} (t_e^{11sijp}) [1 - R_j^{14sik} (t_e^{11sijp})] R^{26hj} (t_e^{11sijp}) \cdot 1.$$

Для моментов t_e^2 окончания суток, индикатор реагирует на изменения, вызванные дальнейшим продвижением грузов – передачей импортных грузов на станции назначения, и оператор перерасчета имеет вид:

$$z_{k0}^{29sinh} (t_e^2 + 0) = R_k^{27sijn} (t_e^2) \cdot 0 + [1 - R_k^{27sijn} (t_e^2)] \cdot z_{k0}^{29sinh} (t_e^2).$$

Моменты окончания плановых периодов; окончания суток; моменты прибытия грузов на станцию перевалки; моменты предъявления грузов в порту; передачи грузов в порт; моменты прибытия судов в порт; швартовки судов; начала и окончания погрузочно-разгрузочных работ на судах; моменты освобождения причалов; моменты окончаний накопления грузов прямой перевалки; моменты передачи пустых вагонов из порта; подачи в порт вагонов под загрузку; моменты начала и окончания погрузочно-разгрузочных работ на складах являются моментами перехода типовых компонент в новые состояния.

Таким образом, множество моментов времени t перевычисления состояний агрегата или его функций выходов состоит из определенной совокупности N разных типов моментов.

Поэтому перерасчет осуществляется с помощью совокупности $\{\Psi_{m,n}(t)\}$ операторов, каждый из которых обеспечивает перевычисление соответствующей координаты m в узловой момент времени типа n .

Причем характер представления какого-либо из операторов $\Psi_{m,n}(t)$ имеет цепную структуру, количество звеньев которой для данного оператора равно $K_{m,n}$. $K_{m,n}$ – это число возможных законов $\{G_{mj}(t)\}$ ($m = \overline{1, M}$; $n = \overline{1, N}$; $j = \overline{1, K_{mn} + 1}$) функционирования оператора $\Psi_{m,n}(t)$, каждый из которых вступает в действие при истинности соответствующего ему условия из совокупности $\{R_{mj}(t)\}$ ($m = \overline{1, M}$; $n = \overline{1, N}$; $j = \overline{1, K_{mn}}$; $\sum_{j=1}^{K_{mn}} R_{mj}(t) = 1$). Таким образом, закон функционирования операторов $\Psi_{m,n}(t)$ имеет вид:

$$\Psi_{mn}(t) = R_{mn1}(t)G_{mn1}(t) + [1 - R_{mn1}(t)]\{R_{mn2}(t)G_{mn2}(t) + [1 - R_{mn2}(t)]\{R_{mn3}(t)G_{mn3}(t) + \dots + [1 - R_{mnK_{mn}-1}(t)]\{R_{mnK_{mn}}(t)G_{mnK_{mn}}(t) + [1 - R_{mnK_{mn}}(t)]G_{mnK_{mn}+1}(t)\}\dots\}$$

Система имитационного моделирования также содержит целый комплекс конструктивных параметров, совокупность случайных величин, отражающих стохастический характер функционирования системы; а также множество детерминированных параметров, связанных с нормативно-правовой базой исследуемой системы.

В системе предусмотрена возможность изменять и выбирать критерии расчетов с учетом интересов заказчика, учитывать динамику объемов перевозок, их структуру, неравномерность во времени, изменение цен и тарифов, нормативных показателей [6, 7].

Во время решения оптимизационных задач на основе имитационного моделирования, возникает ряд трудностей [8]. Прежде всего, это связано с тем, что задачи оптимизации, рассматриваемые для сложных систем, приводят к значительному или бесконечному количеству допустимых решений, при этом исследуемые с помощью имитационной модели закономерности изменяются при условии изменения решения. Оценка же каждого из допустимых вариантов путем длительной имитации исследуемого процесса приводит к существенным затратам машинного времени. Отсюда возникает необходимость в направленном переборе вариантов, организованном по наиболее перспективным направлениям, а также в поиске путей снижения затрат машинного времени во время оценки каждого допустимого решения. Итерационный процесс строится по информации о поведении случайных показателей, которые наблюдаются при каждом решении в процессе реализации имитационной модели. Организация процесса поиска решений должна обеспечивать независимость поведения используемых показателей для конкретной итерации от предыстории, т. е. от поведения этих показателей на предыдущих итерациях. Во время оптимизации на основе агрегатного моделирования это можно достигнуть путем введения в множество узловых моментов – моментов регенерации исследуемого процесса.

Выводы

Процессы транспортировки характеризуются высокой комплексностью, наличием влияния случайных факторов, а также приводят к созданию достаточно сложных систем. Анализ и оптимизация таких сложных систем с помощью метода статистического моделирования является наиболее результативным по сравнению с другими методами моделирования и аналитическими методами с точки зрения универсальности и возможности решать проблемы исключительной сложности.

Представленный метод имитационного моделирования системы управления позволяет определять и исследовать вопросы усовершенствования транспортного процесса в условиях взаимодействия различных видов транспорта. Такой метод позволяет решать актуальные проблемы усовершенствования перевозочного процесса, оптимального выбора технологической схемы согласования функционирования различных видов транспорта, определения путей повышения эффективности перевалки грузов, маршрутизации перевозок.

Избранный модульный принцип разработки имитационной системы управления позволяет не только наращивать количество классов исследуемых задач, но также производить пополнение каждого из них.

1. Слехов А.А. Основы транспортной логистики. – М.: Транспорт, 1995. – 201 с.
2. Ван Рост Ш. От транспортной логистики к логистическому управлению. – Брюссель: Ин-тут междунар. обучения в области транспорта, 1993. – 55 с.
3. Fortmann, Klaus-Michael: Logistik. – Stuttgart; Berlin; Koeln; Kohlhammer, 2000.
4. Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. – М.: Сов. радио, 1973. – 440 с.
5. "Imitating Modeling of the Logistic System of the Interacting of the Transport Means under the process of international and home transportations, Sbirnik Dopovidej of the III International scientific-practical Conference on the problems of preparing professionals in logistics in the global competitive environment". Kiev; 2005. – P. 219 – 225.
6. Соати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 311 с.
7. Ермольев Ю.М. Методы стохастического программирования. – М.: Наука, 1976. – 240 с.
8. Drechler, Wolfgang: Markteffekte logistischer Systeme. – Goettingen: Vandenhoeck u. Ruprecht, 1988.