

неможливість трелювання з'являється коли трелювальна система під час руху потрапляє в зону безпеки.

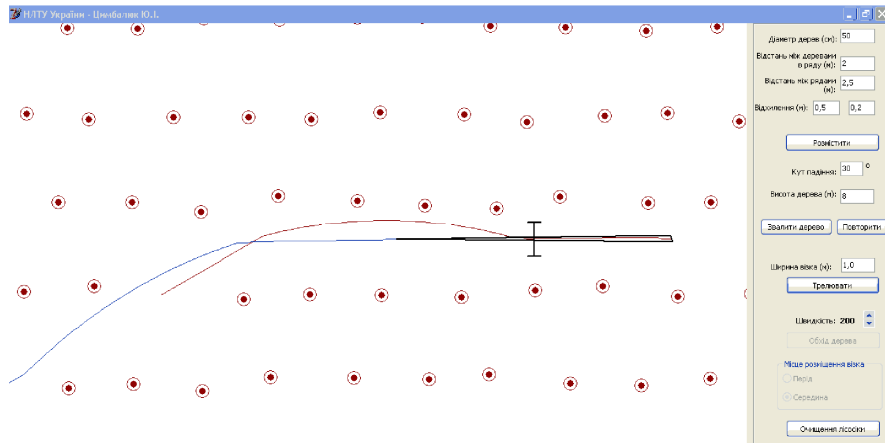


Рис. 5. Імітація руху трелювальної системи під час трелювання лісоматеріалу в напівзбалансованому стані

Щоб змінити схему розміщення дерев та спосіб трелювання лісоматеріалів, необхідно дати команду "очищення лісосяки" і ввести нові вихідні дані.

Висновки:

1. Розроблена імітаційна модель дає змогу прогнозувати параметри малогабаритної трелювальної системи для трелювання лісоматеріалів під наметом штучно створеного лісового насадження з урахуванням уникнення пошкодження ростучих дерев.
2. Дає змогу виконувати експериментальні дослідження пов'язані із трелюванням лісоматеріалів під наметом штучно створеного лісового насадження.
3. Можна використовувати для планування доглядових рубань за широкопарною технологією у штучно створених лісових насадженнях та як демонстраційний матеріал у навчальному процесі.

Література

1. Ширнин Ю.А. Результаты имитационного моделирования движения колесной лесной машины по ленте леса / Ю.А. Ширнин, Е.М. Онушин // Лесной вестник : сб. науч. тр. – 2003. – № 5. – С. 107-114.
2. Савельев А.Г. Разработка технологии рубок ухода на основе исследования доступности деревьев при машинном способе заготовки (на примере лесов I группы Прибалтики) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.21.01 – "Технология и машины лесного хозяйства и лесозаготовок" / А.Г. Савельев. – Минск, 1989. – 25 с.
3. Гусман Б.Л.А. Технологии рубок ухода – как объекты оптимального управления лесосечными работами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.21.01 – "Технология и машины лесного хозяйства и лесозаготовок" / Б.Л.А. Гусман. – Воронеж, 1994. – 23 с.
4. Редькин А.К. Основы моделирования и оптимизации процессов лесозаготовок / А.К. Редькин. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1988. – 256 с.
5. Держком. лісового господарства України. Лісове господарство України / Держком. лісового господарства України. – К. : Вид. дім "ЕКО-інформ", 2010. – 64 с.

Цимбалюк Ю.И., Адамовский Н.Г. Имитационная модель движения малогабаритной трелювальной системы

Разработана расчетная модель искусственно созданного лесного насаждения с учетом основных факторов, которые будут влиять на параметры малогабаритной трелювальной системы. Рассмотрена трелювка лесоматериалов под пологом леса и разработана имитационная модель движения малогабаритной трелювальной системы на базе прицепных трелювочных средств без учета тяговой единицы. Выполнено моделирование движения трелювочной системы для трелювки лесоматериалов в полупогруженном и полубалансированном состояниях. Показан порядок работы и возможности созданной имитационной модели для практического и научного использования.

Ключевые слова: круглый лесоматериал, трелювка, имитационная модель, трелювочная система, рубки ухода.

Tsybalyuk Yu.I., Adamovsky M.G. The Simulation Model of Compact Skidding System Movement

The calculation model for man-made forest plantations is developed; the main factors that affect the parameters of small-sized skidding system are considered. Timber skidding under forest canopy is described and also the simulation model of motion compact skidding system for trailers without traction unit is developed. The simulating skidding system for skidding timber in a semi-loaded and semi-balanced state is executed. The work order and opportunities created by the simulation model for practical and scientific application are shown.

Key words: roundwood, skidding, simulation model, skidding system, intermediate felling.

УДК 656.[078.11+2.078.11]

Ст. препод. Джейхун Расиф оглы Рагимов,
канд. экон. наук – Азербайджанский технический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ КООРДИНАЦИИ РАБОТЫ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Рассмотрено оптимальное распределение перевозок между видами транспорта. На основе проведенного анализа подготовлена экономико-математическая модель в математической и аналитической форме, которая способствует распределению перевозок между видами транспорта. Модель (доставки грузов от поставщиков потребителям) реализуется методами и алгоритмами линейного программирования с последующим выбором наилучшего оптимального варианта. Представленная модель даёт возможность, кроме оптимальной организации перемещения грузов, также прогнозировать развитие транспортных сетей. В модели экономическая эффективность выбранного варианта оценивается коэффициентами прибыльности материально-технических, энергетических, трудовых и финансовых ресурсов, а также рентабельности перевозок.

Ключевые слова: моделирование, координация, распределение, система, рентабельность, оптимальность, экономичность, эффективность, согласованность.

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими задачами. В социально-экономическом отношении современный транспорт представляет собой единую транспортную систему, в состав которой входит мощная сеть железнодорожных, морских, речных, автомобильных, воздушных, трубопроводных и дорожных коммуникаций. Каждая отрасль контролируется определенными органами государственной власти и для каждой существуют нормативно-правовые акты, регулирующие их деятельность. Важнейшим стратегическим фактором транспортной системы страны является ее эффективность. Транспортируя ежегодно миллиарды тонн сырья, топлива, материалов, продукции, а также многие миллионы пассажиров с достаточно высоким уровнем комфорта и скоростью. Современный транспорт обеспечивает развитие всех отраслей производства, глубокое разделение труда, внутреннюю и внешнюю торговлю, способствует развитию культуры и науки.

Транспорт является важнейшей составной частью рыночной инфраструктуры. В условиях перехода к рыночным отношениям роль рационализации транспорта существенно возрастает. С одной стороны, от транспортного фактора зависит эффективность работы предприятий, что в условиях рынка непосредственно связано с его жизнеспособностью, а с другой стороны, сам рынок подразумевает обмен товарами и услугами что без транспорта невозможно, следовательно, невозможен и сам рынок. Транспортная система взаимосвязанная структура, которая должна иметь экономическую и экологическую обоснованность и претерпевает кардинальные изменения после каждого крупного научно-технического открытия, устаревший транспорт замещается новым, как правило, более энергоэффективным.

Критерием экономической оценки при распределении перевозок грузов между видами транспорта является минимум затрат общественного труда на доставку продукции из одного пункта в другой. Денежным выражением этих затрат являются текущие (эксплуатационные) расходы и приравняемые к ним материальные средства, находящиеся в процессе перевозки, а также капитальные расходы. Выбор экономически целесообразного варианта перевозок грузов в конкретных условиях производится сопоставлением приведённых народнохозяйственных расходов, необходимых для выполнения заданного объёма транспортной работы [6, 7].

Эффективность перевозок тесно связана с техническим уровнем используемой техники. Под перевозочным процессом понимается последовательность действий и операций, приводящих к доставке груза до места назначения. Координация грузовой и перевозочной работы нацелена на повышение эффективности применения подвижного состава, уменьшение сроков доставки, себестоимости транспортировки.

Экспертная оценка значимости различных факторов показывает, что при выборе транспорта, в первую очередь, принимают во внимание следующее: надёжность соблюдения графика доставки; время доставки; стоимость перевозки. Распределение грузовых перевозок между отдельными видами транспорта зависит от их особенностей и экономического преимущества. Например:

- железнодорожный транспорт используется при перевозке больших объёмов грузов на большие расстояния. Это связано экономичностью и экологичностью железнодорожного транспорта;
- автомобильный транспорт используется в городах и районах на короткие, а также на более дальние расстояния при перевозках ценных и скоропортящихся грузов. Это самый мобильный и самый удобный транспорт, особенно для небольших перевозок на малые и средние расстояния. В то же время самый дорогой и самый неэкологичный транспорт;
- морской транспорт используется при перевозках массовых грузов в районах, имеющих водные пути. Морской транспорт выполняет в основном внешние, экспортно-импортные перевозки;
- магистральные трубопроводы служат для перекачки газа и сырой нефти с промыслов на перерабатывающие заводы и для транспортирования готовых нефтепродуктов с заводов в районы потребления и терминалы;
- воздушный транспорт используется при перевозке грузов на очень большие расстояния. По своим функциям воздушный транспорт также относится к уз-

коспециализированным: он осуществляет в основном пассажирские перевозки на дальние и средние расстояния, хотя и имеет большое значение в транспортировке ряда ценных, скоропортящихся срочных грузов.

Непрерывный рост перевозочной работы всеми видами транспорта требует значительного улучшения координации их деятельности для обеспечения более полного удовлетворения нужд производства и населения. В последние годы все большее внимание уделяется вопросам координации работы различных видов транспорта с целью повышения эффективности их работы. Проблема взаимодействия подвижного состава различных видов транспорта затрагивает многие стороны их деятельности, в том числе правовые, организационные, планово-экономические, финансовые, идейно-воспитательные, экологические, коммерческие и тарифные, эксплуатационно-технологические и технические, а также социальные.

Оптимизация распределения перевозок между видами транспорта в первую очередь требует математическое моделирование транспортных задач. С этой целью необходимо уточнить информацию, связанную с производственными мощностями видов транспорта и транспортно-экономическими балансами. Критерием экономической оценки при распределении перевозок грузов между видами транспорта является минимум затрат общественного труда на доставку продукции из одного пункта в другой. Денежным выражением этих затрат являются текущие расходы, а также приравняемые к ним материальные средства, находящиеся в процессе перевозки. Выбор экономически целесообразного варианта перевозок грузов в конкретных условиях производится сопоставлением приведённых народнохозяйственных расходов, необходимых для выполнения заданного объёма транспортной работы.

Математическая модель транспортных задач состоит из следующих элементов [5; 2]:

- ограничивающие условия;
- условия неотрицательности (обязательное положительное решение);
- критерий оптимальности (целевая функция).

При этом могут быть разработаны графические, графо-аналитические, аналитические, статистические и матричные модели транспортных задач.

Анализ последних исследований и публикаций в данной сфере и выделение нерешенных задач. В транспортной научной литературе опубликованы различные транспортные математические модели, а также представлены формы логистических систем и их элементов. Так, вопросам математического моделирования управления доставкой грузов посвящены работы А.Э. Александрова [1], Н.В. Гончаровой [4], проблемам взаимодействия разных видов транспорта – С.А. Волковой [3], И.В. Пановой [11], И.Б. Мухаметдинова [10]. Сугубо логистические задачи транспортных потоков и их организации – как на примере разных видов транспорта, так и их специализации – рассматривались в работах В.Н. Ембулаева [8], В.П. Морозова [9] и др.

Однако попытка разработки именно экономико-математической модели распределения перевозок между видами транспорта была сделана только авторами настоящей работы.

Формирование целей работы. В связи с вышеизложенным, целью этого исследования является разработка экономико-математической модели – в матричной и аналитической формах – распределения перевозок между видами транспорта.

Изложение основного материала. В данной работе впервые сделаны попытки разработать математическую модель распределения перевозок между видами транспорта в матричной и аналитической форме. Пусть заданы провозная возможность видов транспорта и объем перевозок различного рода и класса грузов. Заданы и нормативные удельные полные затраты усредненных для всех видов транспорта в виде элементов целевой функции: $\ell_{11}, \ell_{22}, \ell_{23}, \dots, \ell_{nm}$.

Постановка задачи распределения перевозок между видами транспорта в матричной форме имеет следующий вид:

Виды транспорта	Объем перевозок (по классам грузов)					Провозная возможность транспортных средств в тоннах
	$\sum \Gamma_1$	$\sum \Gamma_2$	$\sum \Gamma_3$	$\sum \Gamma_4$	$\sum \Gamma_5$	
Железнодорожный	$X_{11} \ell_{11}$	$X_{21} \ell_{21}$	$X_{31} \ell_{31}$	$X_{41} \ell_{41}$	$X_{51} \ell_{51}$	Π_1 (Ж)
Автомобильный	$X_{12} \ell_{12}$	$X_{22} \ell_{22}$	$X_{32} \ell_{32}$	$X_{42} \ell_{42}$	$X_{52} \ell_{52}$	Π_2 (А)
Водный	$X_{13} \ell_{13}$	$X_{23} \ell_{23}$	$X_{33} \ell_{33}$	$X_{43} \ell_{43}$	$X_{53} \ell_{53}$	Π_3 (Вд)
Воздушный	$X_{14} \ell_{14}$	$X_{24} \ell_{24}$	$X_{34} \ell_{34}$	$X_{44} \ell_{44}$	$X_{54} \ell_{54}$	Π_4 (Вз)
Трубопроводный	$X_{15} \ell_{15}$	$X_{25} \ell_{25}$	$X_{35} \ell_{35}$	$X_{45} \ell_{45}$	$X_{55} \ell_{55}$	Π_5 (ТП)
Объем перевозок в тоннах	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	$\sum \Pi_{ij}$ $\sum e_{ij}$

В аналитической форме вышеуказанная модель может быть выражена следующим образом:

1. Ограничивающие условия:

а) равенство провозных способностей видов транспорта:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} + X_{51} &= \Pi_1, \\ X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} + X_{52} &= \Pi_2, \\ X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} + X_{53} &= \Pi_3, \\ X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} + X_{54} &= \Pi_4, \\ X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} + X_{55} &= \Pi_5. \end{aligned}$$

б) равенство объемов по классам перевозимых грузов:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} &= e_1, \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} &= e_2, \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} &= e_3, \\ X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} &= e_4, \\ X_{51} + X_{52} + X_{53} + X_{54} + X_{55} &= e_5. \end{aligned}$$

2. Условия не отрицательности:

$$\sum X_{ij} \geq 0$$

3. Критерий оптимальности – минимизация полных годовых приведенных транспортных расходов, которая выражается в виде целевой функции:

$$\begin{aligned} F(y) = & X_{11} \cdot \ell_{11} + X_{12} \cdot \ell_{12} + X_{13} \cdot \ell_{13} + X_{14} \cdot \ell_{14} + X_{15} \cdot \ell_{15} + \\ & + X_{21} \cdot \ell_{21} + X_{22} \cdot \ell_{22} + X_{23} \cdot \ell_{23} + X_{24} \cdot \ell_{24} + X_{25} \cdot \ell_{25} + \\ & + X_{31} \cdot \ell_{31} + X_{32} \cdot \ell_{32} + X_{33} \cdot \ell_{33} + X_{34} \cdot \ell_{34} + X_{35} \cdot \ell_{35} + \\ & + X_{41} \cdot \ell_{41} + X_{42} \cdot \ell_{42} + X_{43} \cdot \ell_{43} + X_{44} \cdot \ell_{44} + X_{45} \cdot \ell_{45} + \\ & + X_{51} \cdot \ell_{51} + X_{52} \cdot \ell_{52} + X_{53} \cdot \ell_{53} + X_{54} \cdot \ell_{54} + X_{55} \cdot \ell_{55} \rightarrow \min \end{aligned}$$

где: $\sum \Gamma_1, \sum \Gamma_2, \sum \Gamma_3, \sum \Gamma_4$ и $\sum \Gamma_5$ – объем по классам (различают 5 классов грузов по степени использования грузоподъемности транспортных средств) перевозимых грузов; q_1, q_2, q_3, q_4 и q_5 – объем единовременной перевозки по соответствующим классам грузов, в тоннах.

Виды транспорта: ЖД – железнодорожный, Ав. – автомобильный, Вод. – водный (морской), Воз. – воздушный, Тр. – трубопроводный; $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ и Π_5 – провозная возможность соответствующих видов транспорта, в тоннах; $\ell_{11}, \ell_{12}, \ell_{13}, \ell_{14}, \ell_{15}, \ell_{21}, \ell_{22}, \ell_{23}, \ell_{24}, \ell_{25}, \ell_{31}, \ell_{32}, \ell_{33}, \ell_{34}, \ell_{35}, \ell_{41}, \ell_{42}, \ell_{43}, \ell_{44}, \ell_{45}, \ell_{51}, \ell_{52}, \ell_{53}, \ell_{54}, \ell_{55}$ – элементы целевой функции – удельных полных транспортных расходов; $X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{31}, X_{32}, X_{33}, X_{34}, X_{35}, X_{41}, X_{42}, X_{43}, X_{44}, X_{45}, X_{51}, X_{52}, X_{53}, X_{54}, X_{55}$ – объем отправлений перевозок по классам грузов отдельными видами транспорта.

При этом объем перевозок принимается равным провозной возможности видов транспорта:

$$\sum \Pi_{ij} = \sum q_{ij}$$

Вышеуказанная модель может быть реализована математическими методами линейного программирования, как транспортная задача оптимального программирования. Поэтому разрабатывается алгоритм применяемого метода с последующей реализацией компьютерной технологией. Существующие методы линейного программирования дают возможность находить оптимальные варианты в транспортных и экономических процессах. Возможна разработка различных математических моделей распределения перевозок между видами транспорта при разных критериях оптимальности.

После реализации математических моделей распределения перевозок между видами транспорта, обычно разрабатывается математическая модель перевозок грузов с использованием каждого вида транспорта в отдельности. Постановка математической модели доставки грузов от поставщиков (отправителей) к потребителям (получателям) в текущем планировании может быть описана по нижеизложенному:

Имеются поставщики $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ с соответствующими объемами производства (или отправления) $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$. Необходимо доставить потребителям $B_1, B_2, B_3, \dots, B_m$ с объемами потребления $b_1, b_2, b_3, \dots, b_m$. При критерии минимума транспортных расходов:

$$F(u) = X_{11} \cdot \ell_{11} + X_{12} \cdot \ell_{12} + \dots + X_{nm} \cdot \ell_{nm} \rightarrow \min$$

Объем поставки принимается равным объему потребления:

$$\sum a_{ij} = \sum b_{ij}$$

Потребители и их адреса	Поставщики грузов (продукции) и их адреса					Объем потребления, в тоннах
	A ₁	A ₂	A ₃	...	A _n	
B ₁	X ₁₁ ℓ ₁₁	X ₂₁ ℓ ₂₁	X ₃₁ ℓ ₃₁	...	X _{n1} ℓ _{n1}	b ₁
B ₂	X ₁₂ ℓ ₁₂	X ₂₂ ℓ ₂₂	X ₃₂ ℓ ₃₂	...	X _{n2} ℓ _{n2}	b ₂
B ₃	X ₁₃ ℓ ₁₃	X ₂₃ ℓ ₂₃	X ₃₃ ℓ ₃₃	...	X _{n3} ℓ _{n3}	b ₃
...
B _m	X _{1m} ℓ _{1m}	X _{2m} ℓ _{2m}	X _{3m} ℓ _{3m}	...	X _{nm} ℓ _{nm}	b _m
Объем поставки, в тоннах	a ₁	a ₂	a ₃	...	a _n	$\sum b_{ij}$ $\sum a_{ij}$

где: $\ell_{11}, \ell_{12}, \ell_{13}, \dots, \ell_{nm}$ – элементы целевой функции – удельных эксплуатационных расходов отдельных видов транспорта; $X_{11}, X_{12}, X_{13}, \dots, X_{nm}$ – объем поставки потребителям.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Вышеуказанная модель (доставки грузов от поставщиков потребителям) реализуется методами и алгоритмами линейного программирования с последующим выбором наилучшего оптимального варианта. Экономическая эффективность выбранного оптимального варианта оценивается коэффициентами доходности, прибыльности (рентабельности) материально-технических, энергетических, трудовых и финансовых ресурсов, а также рентабельности перевозок (прибыль, полученная от каждого маната расхода).

Указанная в данном исследовании модель, помимо оптимизации логистических систем и увеличения эффективности их работы, также в перспективе даёт возможность прогнозирования развития транспортных сетей. Это представляет большой интерес для последующих разработок в данной сфере на основе представленной модели.

Литература

1. Александров А.Э. Математическая модель в автоматизированной системе управления согласованной доставкой грузов / А.Э. Александров // Транспорт: наука, техника, управление : сб. науч. тр. – 2006. – № 11. – С. 37-39.
2. Беляев В.М. Грузовые перевозки / В.М. Беляев. – М. : Изд. центр "Академия", 2011. – 176 с.
3. Волкова С.А. Координация взаимодействия российских железных дорог с морским транспортом на основе логистических технологий / С.А. Волкова // Транспорт: наука, техника, управление : сб. науч. тр. – 2013. – № 11. – С. 59-61.
4. Гончарова Н.В. Экономико-математическая модель определения оптимальной логистической схемы доставки груза с учетом качественных критериев / Н.В. Гончарова // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2012. – № 2. – С. 7-10.

5. Джумшудов С.Г. Проблемы развития автомобильного транспорта в единой транспортной системе Азербайджана / С.Г. Джумшудов, Дж. Р. Рагимов // Технично-экономические проблемы высоких технологий в Азербайджанской Республике : матер. респуб. науч. конф. – Баку : Университет АзГУ, 2013. – С. 320-322.

6. Джумшудов С.Г. Свойства и социально-экономическая сущность координации работы видов транспорта / С.Г. Джумшудов, Дж. Р. Рагимов // Известия Национальной академии наук Азербайджана. – Сер.: Экономическая. – 2012. – № 3. – С. 82-86.

7. Джумшудов С.Г. Теоретико-методологические основы совершенствования управления транспортной системой / С.Г. Джумшудов, Дж. Р. Рагимов // Научно-технический прогресс и современная авиация : тр. Междунар. конф., посвященной 75-летию акад. А.М. Пашаева. – Баку, 2009. – С. 223-226.

8. Ембулаев В.Н. Описание задачи координации в управлении транспортной системой города / В.Н. Ембулаев // Известия Российской академии наук. – Сер.: Теория и системы управления. – 2005. – № 6. – С. 159-162.

9. Морозов В.П. Разработка модели выбора схемы доставки грузов через транспортно-логистические центры / В.П. Морозов // Вестник ИНЖЭКОНа. – Сер.: Экономика. – Т. 29. – 2009. – № 2. – С. 269-272.

10. Мухаметдинов И.Б. Координация взаимодействия предприятий различных видов транспорта / И.Б. Мухаметдинов // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта : сб. науч. тр. – 2007. – № 21. – С. 33-35.

11. Панова И.В. Формирование системы логистического управления транспортными грузопотоками во взаимодействии железнодорожного и водного транспорта / И.В. Панова // Власть и управление на Востоке России : сб. науч. тр. – 2011. – № 4. – С. 46-51.

Рагимов Джейхун Расиф огли. Моделирование координации работы видов транспорта

Розглянуто оптимальний розподіл перевезень між видами транспорту. На основі проведеного аналізу підготовлено економіко-математичну модель у математичній та аналітичній формах, яка сприяє розподілу перевезень між видами транспорту. Модель (доставки вантажів від постачальників споживачам) реалізується методами й алгоритмами лінійного програмування з подальшим вибором найкращого оптимального варіанта. Представлена модель дає змогу, крім оптимальної організації переміщення вантажів, також прогнозувати розвиток транспортних мереж. У моделі економічна ефективність обраного варіанта оцінюється коефіцієнтами прибутковості матеріально-технічних, енергетичних, трудових і фінансових ресурсів, а також рентабельності перевезень.

Ключові слова: моделювання, координація, розподіл, система, рентабельність, оптимальність, економічність, ефективність, узгодженість.

Rahimov Jeyhoon Rasif. The Modelling of Coordination of Transport Types Operations

The optimal distribution of the transportations between the types of transport was considered. Based upon the conducted analysis the economic mathematical model in the mathematic and analytical forms that promotes to distribution between the types of transport was prepared. The model (delivery of the cargos from the suppliers to the consumers) is realized by the methods and algorithms of the linear programming with the further choice of the best optimal variant. Except for the optimal organization of transportation of the cargos, the represented model also gives possibility to predict the development of the transport networks. In the model the economic effectiveness of the chosen variant is evaluation by the coefficients of profitability of the material-technical, energetic, labour and financial resources, and efficacy of the transportations.

Key words: modelling, coordination, distribution, system, profitability, optimality, economy, efficiency, consistency.