

*Н. А. Лебедева,  
к. т. н., доцент кафедри менеджмента,  
Международный гуманитарный университет, г. Одесса*

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛАСТИ ЭФФЕКТИВНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ УЗЛОВ

N. Lebedeva,  
PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Management,  
International Humanities University, Odessa

PERFECTING THE METHOD OF DEFINING THE SET OF VIABLE ALTERNATIVES  
FOR DEVELOPMENT OF MULTIMODAL TRANSPORT HUBS

***В статье рассмотрен процесс совершенствования методики формирования области эффективных альтернатив инвестиционного проекта этапного развития структуры и мощности мультимодальных транспортных узлов с учетом варьирования экономическими показателями.***

***The article reviews the process of perfecting the method of defining the set of viable alternatives for an investment project of stage-by-stage development of the structure and capacity of multimodal transport hubs with regard for varying economic figures.***

*Ключевые слова: мультимодальный транспортный узел, стратегия управления, инвестиционный проект, область эффективных альтернатив, интегральный эффект.*

*Key words: multimodal transport hub, management strategy, investment project, set of viable alternatives, integral effect.*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, несмотря на кризис, бурными темпами развивается мировой рынок мультимодальных перевозок в контейнерном исполнении. В связи с этим существенное развитие получили порты АТР, Европы, Америки. Пропускные способности портов юга Китая достигли десятков миллионов контейнеров в год. В последние годы в Китае около 100 млрд долларов инвестируется в развитие подходов к портам. Совершенствуется подвижной состав и технология работы мультимодальных узлов, что дает существенное снижение тарифов и аккордных ставок и повышает инвестиционную привлекательность транспортного комплекса АТР на мировом рынке транспортных услуг.

В свою очередь, транспортная система Украины, имеющая большие возможности для реализации международного транзита через территорию страны, сухопутные и морские узлы, к сожалению, не заняла лидирующего (в данном регионе) участия, на мировом рынке транспортных услуг и чрезвычайно медленно наращивает свои мощности.

Следует отметить, что особое место в экспортных перевозках Украины занимает продукция агропромышленного комплекса, транспортировка которой также зависит от эффективного развития мультимодальных транспортных узлов.

Для преодоления отмеченных недостатков в реализации транзитных и экспортных перевозок необходи-

мо создание методологического инструментария, позволяющего в режиме реального времени, формировать области эффективных альтернатив (ОЭА) этапного развития мультимодальных транспортных узлов и звеньев с учетом неопределенности информации по объемам перевозок и технико-экономическим показателям. Решение данной проблемы необходимо для поддержки принятия решений по управлению стратегией этапного перспективного развития средств транспорта, узлов и звеньев сети путей сообщения.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Повышение экономической привлекательности инвестиционных проектов является сложной многовариантной проблемой, решать которую приходится в условиях инфляции и кризиса, порождающих неопределенность ценовой и тарифной политики. Для преодоления этих сложностей необходимо иметь методики, позволяющие на всех стадиях и этапах разработки и реализации инвестиционного проекта проверять его экономическую эффективность и на основе вариантных расчетов формировать области эффективных альтернатив (стратегий) этапного создания проекта в пределах принятого горизонта расчета, которые необходимы ЛПР для поддержки принятия решений.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ПУБЛИКАЦИЙ

На протяжении всего времени существования транспортной науки, управление стратегией этапного развития транспортных сетей являлось предметом научных исследований отечественных и зарубежных ученых. Большинство исследований посвящено работе отдельных видов транспорта. Следует отметить, что вопросам управления стратегией развития средств транспорта многовидовой транспортной сети с учетом взаимодействия нескольких видов транспорта уделяется недостаточно внимания. Особый интерес в направлении исследований управления этапным перспективным развитием транспортных систем представляют работы [1—9].

### ВЫДЕЛЕНИЕ НЕ ВЫДЕЛЕННЫХ РАНЕЕ ЧАСТЕЙ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ

Реализацию поставленной задачи удобнее всего показать на примере. В качестве объекта принят мультимодальный транспортный узел (ММТУ). Под ММТУ, в настоящем исследовании следует понимать сложную техническую систему, крупный транспортный узел, в котором взаимодействуют два и более видов транспорта.

### ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Целью статьи является совершенствование методики формирования области эффективных альтернатив (ОЭА) развития структуры и мощности ММТУ [10] на основе создания инструмента, позволяющего в приемлемое время производить вариантные расчеты интегрального эффекта проектируемой системы для повышения ее инвестиционной привлекательности за счет варьирования технико-экономическими показателями (тарифы, аккордные ставки и др.).

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работах [6; 9; 10] для региональных транспортных систем и ММТУ разработана методика формирования области эффективных альтернатив этапного их развития. При этом под альтернативой предложено понимать один из возможных вариантов управления стратегией этапного развития средств транспорта ММТУ в пределах принятого горизонта расчета.

Стратегия этапного развития средств транспорта ММТУ представляет собой увязанную во времени (в пределах горизонта расчета) совокупность мероприятий, направленных на совершенствование структуры системы ММТУ и увеличение ее мощности. В качестве критерия оптимальности был принят интегральный эффект:

$$\mathcal{E}_i = \sum_{t=1}^n \left( \sum_{t=1}^T R_i(t) - C_i(t) \right) a_i x_i \quad (1),$$

где  $\mathcal{E}_i$  — интегральный эффект i-го варианта стратегии;

$R_i(t)$  — результат работы системы i-ой структуре на период времени t;

$C_i(t)$  — затраты на развитие и эксплуатацию системы при i-ой ее структуре;

$x_i$  — параметр управления структурой системы и принимает значение 0 или 1.

Численные прямые расчеты при выборе оптимальной альтернативы изменения структуры и мощности ММТУ по критерию (1) представляют большую сложность. Для снижения большого объема работы при полном переборе вариантов, выбран метод, снижающий трудоемкость решения поставленной задачи, а методика формирования оптимальной стратегии развития структуры и мощности ММТУ базируется на выбранном методе кафедры МИИТа.

Учитывая большую размерность задач связанных с оптимизацией развития транспортных систем, в работах [1—9] предложены различные приемы, методы и методики, позволяющие снижать размерность задачи переходя от универсального (полного) множества альтернатив (вариантов) (УМА) к исходному (ИМА), а затем к допустимому множеству альтернатив (ДМА). Из ДМА для работы лица, принимающего решение, отбирается эффективная их область, удовлетворяющая принятым для сравнения критериям. Как правило, принимались два критерия — технический (t, v, r) и экономический (R, C, Z\*). Формирование ОЭА для такой постановки, с учетом многокритериальности, процесс очень сложный и трудоемкий. Прежде чем перейти к рассмотрению разработанной в [10] методики формирования ОЭА для задачи рассматриваемого класса, уточним данное понятие. В настоящей работе под ОЭА предлагается понимать совокупность оптимальной и субоптимальных стратегий (схем) этапного изменения структуры и мощности ММТУ, по которым результат работы системы превышает суммарные дисконтированные строительно-эксплуатационные расходы в пределах горизонта расчета или его части. Смысл этого определения и его справедливость можно проиллюстрировать на следующем примере. Пусть по методике, приведенной в [10] сформирована оптимальная схема (альтернатива) этапного изменения структуры и мощности исследуемой транспортной системы и намечены субопти-

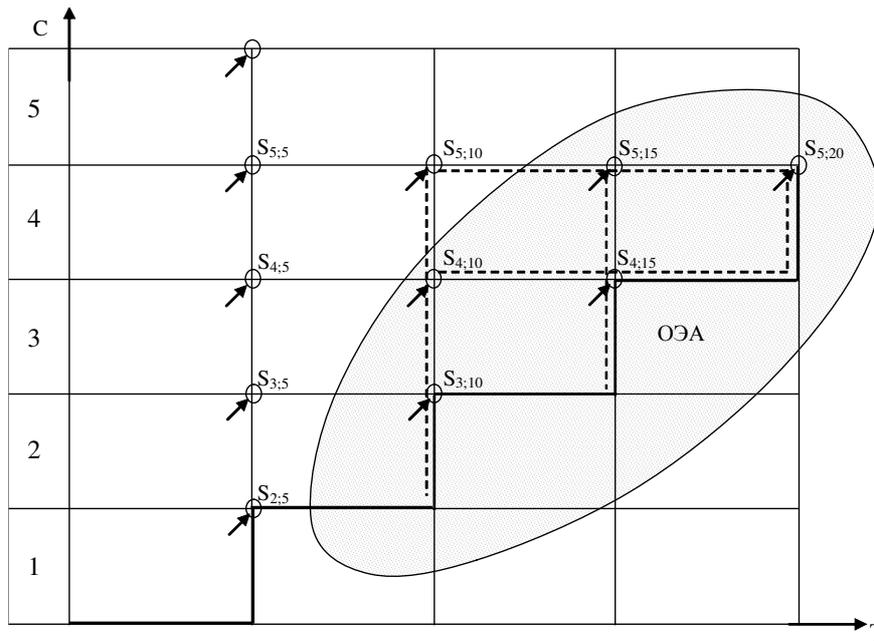


Рис. 1. Пример иллюстрации поиска ОЭА

мальные, имеющие критерий оптимальности несколько хуже оптимального, но представляющие привлекательность по другим соображениям ЛПР (рис. 1).

Сплошной линией показана оптимальная схема (альтернатива, стратегия) имеющая:  $\min Z_i$  — минимум критерия, представляющего собой суммарные дисконтированные строительно-эксплуатационные расходы, а пунктирной линией показаны возможные субоптимальные схемы этапного изменения структуры и мощности ММТУ.

Сопоставим по шагам на  $t=5, 10, 15$  и  $20$  год

горизонта расчета  $T$ , результат работы системы —  $\sum_{t=1}^T R_t a_t$

и критерий оценки узловых точек сетки "состояния —

$$\text{время} S_{j;t} = \sum_{t=1}^T C_s^*(t) a_t$$

1 шаг  $t_1 = 5$  лет;

если  $S_{2;5}; S_{3;5}; S_{4;5}; S_{5;5} > \sum_{t=1}^5 R_t a_t$ , то данные узло-

вые точки не попадают в область эффективного решения для пяти лет.

2 шаг  $t_2 = 10$  лет

$$S_{5;10} > \sum_{t=1}^{10} R_t a_t \rightarrow \text{не входит в ОЭА};$$

$$S_{3;10} \text{ и } S_{4;10} \leq \sum_{t=1}^{10} R_t a_t \rightarrow \text{данные точки попадают в}$$

ОЭА.

3 шаг  $t = 15$  лет

$$S_{4;15} \text{ и } S_{5;15} \leq \sum_{t=1}^{15} R_t a_t \rightarrow \text{падают в ОЭА.}$$

Исходя из приведенного сопоставления результатов и затрат, на рисунке 1 выделена ОЭА как исходная

информационная база для работы ЛПР. В пределах ОЭА любая намеченная стратегия (альтернатива) этапного наращивания мощности ММТУ будет иметь интегральный эффект:

$$\Delta_i = \left( \sum_{t=1}^T R_t a_t - \sum_{t=1}^T C_s^* a_t \right) > 0,$$

что позволяет ЛПР принять любую из них к реализации с учетом экономических и технологических обстоятельств, сложившихся на момент принятия решения.

Приведенный пример позволил сформировать методику поиска области эффективных альтернатив для поддержки принятия решений этапного развития элементов и ММТУ в целом.

При формировании ОЭА математическая постановка задачи позволяет организовать трехэтапную процедуру решения задачи:

1 этап минимизируется критерий:

$$\sum_{t=1}^T C_s^* a_t;$$

2 этап максимизируется критерий:

$$\sum_{t=1}^T R_t a_t;$$

3 этап сопоставляются результаты и затраты, и формируется ОЭА:

$$\sum_{t=1}^T C_s^* a_t << \sum_{t=1}^T R_t a_t.$$

В такой постановке задача может решаться для любого элемента ММТУ (сортировочная станция, припортовая станция, железнодорожное звено, терминалы) и системы в целом. Последовательность рассмотрения элементов должна начинаться с терминалов и далее идти по нарастанию объемов загрузки элементов системы потребными перевозками ( $\Gamma(t)$ ).

Формирование ОЭА в пределах множества возможных расчетных случаев, имеющих разные сценарии развития и, как следствие различные  $G_i(t)$ , позволяет построить такую стратегию этапного изменения структуры и мощности исследуемой системы, которая будет устойчива к изменению потребных объемов работы узла в пределах рассматриваемых прогнозов, что является важным условием при решении проблемы разработки инвестиционного проекта в условиях риска и неопределенности прогнозов.

## ВЫВОДЫ

1. По аналогии с рассмотренным примером можно ставить и решать задачу обоснования максимально возможной величины инвестиций для реализации принятых мероприятий, обеспечивающих изменение структуры и этапное наращивание мощности ММТУ.

2. Модификация разработанной в [10] методики формирования ОЭА позволяет решать задачи обоснования величины экономических показателей (тарифы, аккордная ставка и др.) обеспечивающих конкурентность ММТУ на мировом рынке транспортных услуг, а также влияние на экономическую привлекательность инвестиционного проекта ММТУ.

### Литература:

1. Образцов В.Н. Основы комплексной теории транспорта // Мир транспорта. — М., 2003. — № 1. — С. 130—139.
2. Галахов В.И., Левин Б.А., Морозов В.Н., Шашкин В.В. Мультимодальные транспортные коридоры (системный подход). — М.: Транспорт, 2001. — 71 с.
3. Щербанин Ю.А. Международный обмен и транспорт. — СПб: Лики России, 2003. — 68 с.
4. Лившиц В.Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте. — М.: Транспорт, 1986. — 239 с.
5. Макарошкин А.М. Использование и развитие пропускной способности железных дорог. — М.: Транспорт, 1981. — 287 с.
6. Анисимов В.А. Комплексное развитие РСЖД: методология проектирования / В.А. Анисимов, С.М. Гончарук // Мир тр-та. — М., 2004. — № 2. — С. 80—87.
7. Правдин Н.В., Негрей В.Я., Подкопаев В.А. Взаимодействие различных видов транспорта: (примеры и расчеты) / Под ред. Н.В. Правдина. — М.: Транспорт, 1989. — 208 с.
8. Турбин И.В., Гавриленков А.В., Кантор И.И. Изыскания и проектирование железных дорог. — М.: Транспорт, 1989. — 479 с.
9. Гончарук С.М. Принятие решений при проектировании облика и мощности сети железных дорог (системный подход). Часть 1. Методология формирования альтернатив облика и мощности сети железных дорог с учетом надежности ее функционирования: монография / С.М. Гончарук, А.В. Гавриленков, В.С. Шварцфельд. — Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. — 178 с.
10. Лебедева Н.А., Гончарук С.М., Шварцфельд В.С. Методика формирования области эффективных

альтернатив этапного развития мультимодального транспортного узла // Межвузовский сборник научных трудов "Особенности проектирования и строительства железных дорог в условиях Дальнего Востока" / Под ред. Шварцфельда В.С. — Хабаровск: ДВГУПС. 2009. — С. 80 — 93.

### References:

1. Obrazcov, V.N. (2003), "Fundamentals of the theory of complex transport", Mir transporta, vol. 1, pp. 130—139.
2. Galahov, V.I. Levin, B.A. Morozov, V.N. and Shashkin, V.V. (2001), Mul'timodal'nye transportnye koridory (sistemnyj podhod) [Multimodal transport corridors (systemic approach)], Transport, Moscow, Russia.
3. Shherbanin, Ju.A. (2003), Mezhdunarodnyj obmen i transport [International exchange and transport], Liki Rossii, St.Petersburg, Russia.
4. Livshic, V.N. (1986), Sistemnyj analiz jekonomiceskix processov na transporte [Systems analysis of economic processes in transport], Transport, 1986. — 239 s.
5. Makarochkin, A.M. (1981), Ispol'zovanie i razvitie propusknoj sposobnosti zheleznyh dorog [The use and development of rail capacity], Transport, Moscow, Russia.
6. Anisimov, V.A. and Goncharuk, S.M. (2004), "Complex development RSZHD: methodology of designing", Mir tr-ta, vol. 2, pp. 80—87.
7. Pravdin, N.V. Negrej, V.Ja. and Podkopaev, V.A. (1989), Vzaimodejstvie razlichnyh vidov transporta: (primery i raschety) [The interaction of different types of transport: (examples and calculations)], Transport, Moscow, Russia.
8. Turbin, I.V. Gavrilencov, A.B. and Kantor, I.I. (1989), Izyskaniya i proektirovanie zheleznyh dorog [Studies and designing of railways], Transport, Moscow, Russia.
9. Goncharuk, S.M. Gavrilencov, A.B. and Shvarcfel'd, B.C. (2003), Prinjatje reshenij pri proektirovanii oblika i moshhnosti seti zheleznyh dorog (sistemnyj podhod). Chast' 1. Metodologija formirovanija al'ternativ oblika i moshhnosti seti zheleznyh dorog s uchetom nadezhnosti ee funkcionirovanija [Making decisions when designing and appearance of the power rail network (system approach). Part 1: Methodology of alternatives shape and capacity of the network of railways with the reliability of its operation], Izd-vo DVGUPS, Habarovsk, Russia.
10. Lebedeva, N.A. Goncharuk, S.M. and Shvarcfel'd, V.S. (2009), "Methodology of formation range of effective alternatives to the stages of development of a multimodal transport hub", Mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov "Osobennosti proektirovanija i stroitel'stva zheleznyh dorog v uslovijah Dal'nego Vostoka" [Interuniversity collection of scientific papers "Features of the design and construction of railways in the conditions of the Far East"], DVGUPS, Habarovsk, Russia, pp. 80—93.

Стаття надійшла до редакції 08.10.2014 р.