

# Проблемы развития системы поддержки принятия решений в минерально-сырьевой логистике

В. П. Семенов

Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)  
vps290446@mail.ru

М. М. Хайкин<sup>1</sup>, А. А. Лапинкас<sup>2</sup>

Санкт-Петербургский горный университет  
<sup>1</sup>marcmix.spb@gmail.com, <sup>2</sup>larunas@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается особая область логистического менеджмента: минерально-сырьевая логистика. Авторами определены и рассмотрены основы методологии минерально-сырьевой логистики в системе поддержки принятия логистических решений на основе вычислений: применения определенных экономико-математических методов.

**Ключевые слова:** минерально-сырьевая логистика, логистический менеджмент, горнодобывающие отрасли экономики, количественные оценки, система поддержки принятия логистических решений

## I. ВВЕДЕНИЕ

Термин «логистика» происходит от др. греч. λογιστική (logiste) – «искусство счета». Логистика определяет поведение предпринимателя от закупок необходимых ресурсов и до реализации результатов своей деятельности, при этом следует четко просчитывать каждую операцию. В этом проявляется важный принцип логистики как искусства счета [1]. Инструментарий логистики носит универсальный характер, а потому применим во всех сферах хозяйственной деятельности. Логистика стала дифференцироваться на различных направлениях – основополагающим является деление логистики на функциональные и предметные (отраслевые). Функциональные логистики: предпринимательская; коммерческая; снабженческо-сбытовая; транспортно-складская; распределительная (дистрибутивная) и др. Предметные (отраслевые) логистики: отраслей промышленности; сельского хозяйства (аграрная); строительная; фармацевтическая; социально-культурной сферы и другие [2].

Примечательно, что предметные логистики представляют собой синтез общей теории логистики и экономики соответствующей отрасли народного хозяйства. К предметным (отраслевым) логистикам относится минерально-сырьевая логистика.

## II. СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ

В логистике основной считается формула для определения потребности в материальных ресурсах.

Потребность в материальных ресурсах для производственных нужд определяется на всю номенклатуру потребляемых материальных ресурсов, на все виды деятельности предприятий строго по нормам расхода, методом прямого счёта по формуле (1).

$$M_i = \sum_{j=1}^n H_{ij} Q_j \quad (1)$$

где  $M_i$  – потребность в материальных ресурсах  $i$ -ого наименования;  $H_{ij}$  – норма расхода  $i$ -ого материального ресурса на единицу  $j$ -ой продукции;  $Q_j$  – производственная программа выпуска продукции  $j$ -ого наименования;  $1, 2, \dots, i, \dots, m$  – номенклатура потребляемых ресурсов;  $1, 2, \dots, j, \dots, n$  – ассортимент производимых товаров и услуг.

Определение потребности в материальных ресурсах предусматривается одним из модулей логистической концепции *MRP*. Точное и достоверное определение потребности является важнейшим фактором оптимизации закупок, поскольку служит основой для расчета денежных сумм для закупки необходимых ресурсов.

Можно полагать, что указанная формула в минерально-сырьевой логистике будет иметь свое толкование и область применения.

Как уже отмечалось, логистика является основным инструментом достижения конкурентоспособности, равно как и средством ресурсосбережения. А для этого следует установить сущность, направления и эффективность ресурсосбережения минерально-сырьевого комплекса. Кроме того, логистика рекомендует разработать бенчмаркинг – эталон конкурентоспособности и ресурсосбережения путем изучения передового мирового опыта. Такой эталон используется в качестве ориентира для всей производственно-коммерческой деятельности минерально-сырьевого комплекса.

Общеизвестно, что логистический менеджмент, или логистическая система управления, предусматривает выполнение следующих функций: планирование, регулирование, учет, контроль и анализ. В минерально-сырьевой логистике они приобретают свое содержание, обусловленное спецификой управляемой системы – минерально-сырьевыми потоками в экономическом пространстве. Кроме того, перечислен-

ные функции управления находятся под воздействием адекватных видов обеспечения: научного, информационного, технического, организационного, трудового, правового [3].

Тот факт, что плановые работы предшествуют реальному логистическому процессу движения потока, позволяют интерпретировать функцию «Планирование» как проект всего процесса управления.

Значение минерально-сырьевой логистики обусловлено тем, что изучаемые ею процессы являются источником всех материальных потоков и служит импульсом для интенсификации процессов товародвижения в экономическом пространстве.

В силу своей сущности минерально-сырьевая логистика призвана взаимодействовать с международными организациями, созданными для координации добывающей деятельности и международной торговли сырьем. Такими организациями являются:

- ОПЕК – Организация стран-экспортеров нефти;
- СИПЕК – Межправительственный Совет стран-экспортеров меди;
- ИБА – Международная ассоциация бокситодобывающих стран;
- АИЭК – Ассоциация стран-экспортеров железной руды;
- ОТЕК – Организация стран-экспортеров вольфрама и др.

Подобные организации выполняют важнейшую логистическую функцию – определяют основные параметры международных процессов товародвижения или глобальные минерально-сырьевые и материальные потоки.

Таким образом, актуальной проблемой становится разработка теории и методологии минерально-сырьевой логистики, включая формулировку её постулатов и практических императивов [4].

В компетенцию минерально-сырьевой логистики входят отслеживание и оценка интенсивности поступления материальных сырьевых ресурсов в промышленно-коммерческий оборот. Под контролем логистики находится абсолютный исходный пункт всех материальных потоков в экономике: как на макро-, так и на микроуровнях [5].

В логистической цепи начальная точка движения минерально-сырьевых ресурсов дислоцирована в звене «добыча». Это означает, что материальная субстанция любого изделия имеет корни в данном звене.

Следует отметить, что любое минеральное вещество становится ресурсом только тогда, когда в нем возникает потребность. У человека в процессе его развития возникала необходимость в различных минеральных веществах – человек нашел их источники, разработал способы их использования и тем самым превратил их в минеральные ресурсы [6].

Одной из особенностей минерально-сырьевых ресурсов является многофункциональность их применения: один и тот же вид может использоваться в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, быту. Указанная особенность прямо учитывается минерально-сырьевой логистикой. Так, в частности, в части ресурсосбережения логистика предусматривает комплексную переработку исходного сырья, уровень которой измеряется коэффициентом выхода готового продукта (2).

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{G} \rightarrow 1 \quad (2)$$

где  $m_i$  – масса готового продукта;  $G$  – масса исходного сырья; 1, 2, ...  $i$  ...  $n$  – наименование видов готовых продуктов, получаемых из данного исходного сырья.

Большую роль в комплексном использовании сырья играют безотходные технологии.

В историческом аспекте добыча и использование полезных ископаемых характеризуется расширением и номенклатуры и увеличением объемов получаемых материальных ресурсов.

Периодизация использования основных материальных ресурсов в зависимости от развития производительных сил такова. До промышленной революции основными материальными ресурсами, вовлеченными в хозяйственный оборот, были: медь, железо, камень, золото, серебро, керамика, олово. С середины 19 века в результате промышленной революции самыми востребованными стали: уголь, нефть, газ, сталь, олово, цинк, свинец, хром, никель, марганец, резина. С середины 20 века в результате научно-технической революции резко повысилась потребность в стали, нефти, газе, алюминии, вольфраме, кобальте, пластмассе, бериллии, галлии, германии, уране, плутонии, литии, никеле, хrome, свинце, марганце, золоте, серебре, стекловолкне, сверхпрочных и антикоррозионных сплавах, синтетических материалах с запрограммированными свойствами, дейтерии, тритии, светодиодах.

Дублирование некоторых видов материальных ресурсов объясняется появлением новых направлений их использования. Процесс расширения номенклатуры материальных ресурсов минерально-сырьевого происхождения продолжается и в настоящее время.

Объективная-природная ограниченность минеральных ресурсов служит регулятором соответствующих материальных потоков. В общем случае выявляется закономерность, которая описывается логистической функцией.

Логистическая функция или логистическая кривая – самая общая сигмоидальная или S-образная кривая. Она моделирует кривую роста некоторых величин, характеризующих определенный логистический процесс по мере изменения управляющих параметров.

Изменение величины  $P$ , соответствующей логистической функции, состоит из трех стадий: на начальной стадии рост приблизительно происходит замедленно в течение

ние длительного периода времени. Вторая стадия – это стадия насыщения, т.е. интенсивного роста в течение относительно короткого периода времени. Далее рост замедляется и соответствует линейному закону.

Простейшая логистическая функция выражается формулой (3).

$$P(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}} \quad (3)$$

где:  $P$  – величина, отображающая тот или иной процесс;  $t$  – время, т.е. длительность процесса.

Область допустимых значений  $t$  находится от минус до плюс бесконечности:  $-\infty < t < +\infty$ .



Рис. 1. График логистической функции

Для моделирования реальных процессов производственно-коммерческой деятельности логистическая функция определяется на множестве положительных чисел.

Несомненный интерес представляет происхождение логистической функции. Скорость изменения величины  $P$  выражается с помощью нелинейного дифференциального уравнения (4).

$$\frac{dP}{dt} = P(1 - P) \quad (4)$$

где:  $P$  – переменная, зависящая от времени  $t$  и с граничным условием  $P(0) = 1/2$ . Точным решением данного уравнения является выражение (5).

$$P(t) = \frac{e^t}{1 + e^t} \quad (5)$$

Логистическая функция может быть выражена и в более общем виде (6).

$$P(t) = \frac{1}{a_0 + a_1 e^t} \quad (6)$$

где параметры  $a_0$  и  $a_1$  представляют собой регрессионные величины, которые изменяют конфигурацию логистиче-

ской кривой соответственно фактическим данным согласно «методу наименьших квадратов».

Наиболее адекватным образом с помощью логистической функции моделируются запасы незавершенного производства для изделий (объектов) с длительным циклом изготовления: в гражданском и промышленном строительстве, судостроении, крупном машиностроении и т.п.

Первый период – период до промышленной революции – соответствует и первой стадии роста потребления сырьевых ресурсов. Период промышленной революции – эта стадия насыщения, т.е. резкого возрастания потребности и потребления указанных ресурсов. Современный этап характеризуется замедленным ростом при весьма широкой номенклатуре потребляемых материальных ресурсов. Под воздействием экологических требований и государственного регулирования определилась тенденция снижения материалоемкости, энергоемкости, фондоемкости.

За счет проведения природоохранных мероприятий снижается также загрязнение окружающей среды.

В настоящее время осваиваются новые источники ресурсов: шельф Мирового океана, территории Арктики, отдаленные и бедные месторождения: внедряются новые технологии производства сырья и материалов.

В соответствии с потоковой концепцией в состав минерально-сырьевой логистики входит управление такого своеобразного потока, как кругооборот материальных ресурсов то, что называется «рециклинг».

Перечень логистических укрупненных показателей минерально-сырьевой отрасли включает: объем добычи (млн. т.), содержание вещества (%), комплексное использование сырья (выход готового продукта, %), производство металлов, энергоносителей, нерудных материалов (млн. т.), себестоимость концентрата (руб./т.), цена концентрата (руб./т.), обеспеченность по видам сырья (лет), потребность и покрытие (%), экспорт-импорт сырья (по видам сырья, %), минерально-сырьевой комплекс в ВВП (%), материалоемкость (коп/руб.), запасоемость (коп/руб.), энергоемкость (коп/руб.). Эти показатели выполняют роль индикаторов, вполне адекватным образом иллюстрирующих состояние минерально-сырьевого комплекса как управляемой системы. При этом указанные показатели дифференцируются, прежде всего, по видам сырья и получаемых из него материальных ресурсов.

Особое место в системе занимают показатели материалоемкости, запасоемости и энергоемкости производимой продукции, которые исчисляются в руб. материальных и энергетических затрат, а также величины запаса, отнесенных на единицу готового продукта минерально-сырьевого комплекса также в стоимостном выражении.

Процесс принятия управленческих решений должен ориентироваться на совокупность показателей, которые оценивают те или иные стороны управляемого процесса и деятельности предприятия в целом.

С точки зрения теории оптимизации, совокупность показателей эффективности  $E$  есть не что иное, как целевая функция, относительно которой происходит отбор управ-

ленческих вариантов в рамках ограничений  $L$  с целью получения наилучшего при имеющейся информации  $I$  об управляемом процессе.

Теория и практика позволяет сформулировать следующее утверждение: чем больше количество учитываемых показателей, тем выше уровень эффективности принимаемых управленческих решений в системе логистического менеджмента.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В начале 90-х годов американские ученые Роберт Каплан и Дэвид Нортон (Robert Kaplan & David Norton) разработали новый подход к стратегическому управлению, который они назвали системой сбалансированных показателей – Balanced Scorecard (BSC) [7]. Согласно указанному подходу, традиционные финансовые показатели давали неполную и искаженную картину результатов данной хозяйственной деятельности. Такие показатели в основном выполняли учетную функцию. Отсюда возникает необходимость дополнить совокупность показателей для осуществления процесса управления и повышения его эффективности.

В новой трактовке система сбалансированных показателей есть система управления, которая позволяет организации четко сформулировать планы и воплотить их в реальные действия. Такая система обеспечивает обратную связь между внутренними процессами и внешними показателями, необходимую для повышения стратегической эффективности и достижения требуемых результатов.

Название системы носит явно условный характер, поскольку в ней нет каких-либо особых сбалансированных показателей. Более того, термин «Balanced Scorecard» может быть переведен как «сбалансированный показатель». Таким образом, на микроэкономическом уровне в производственно-коммерческой деятельности практически нет особых «сбалансированных» и «несбалансированных» показателей, поскольку все показатели являются сбалансированными. Однако, согласно BSC, чем шире круг используемых показателей, тем выше их сбалансированность.

Сбалансированность показателей в рамках данного предприятия обусловлена тем, что они непосредственно или опосредованно корреспондируют между собой. Хозяйственные действия, связанные с выполнением заказа, фик-

сируются бухгалтерским учетом, и этим изначально создается основа для сбалансированности всех показателей производственно-коммерческой деятельности.

Наряду с вышеотмеченным, все показатели образуют свою систему, как множество взаимосвязанных элементов, что также определяет их сбалансированность.

«Система сбалансированных показателей», как технология управления, носит универсальный характер. Она должна быть адаптирована к конкретным условиям – отраслям экономики и отдельных предприятий.

В логистике изначально управление было ориентировано на определенную совокупность показателей (множество  $E$ ). Однако на практике использовался относительно небольшой круг показателей, зачастую не связанный с параметрами предприятия как логистической системы.

Материальная субстанция минерального сырья оказывает существенное влияние практически на все составляющие логистического менеджмента: на базисные логистические процессы и на функции управления, формирует и свои виды обеспечения и ограничения. А это означает, что в перспективе неизбежно произойдет дифференциация общей минерально-сырьевой логистики на ряд частных логистических дисциплин по видовому признаку.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Афанасенко И.Д., Борисова В.В. Коммерческая логистика. СПб.: Питер, 2012. 352 с.
- [2] Корпоративная логистика / Под общ. ред. В.И. Сергеева. М.: ИНФРА-М, 2010. 976 с.
- [3] Плоткин Б.К., Гогин Ю.Д. Основы предпринимательской логистики. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. 114 с.
- [4] Плоткин Б.К., Хайкин М.М. Формирование и развитие теории минерально-сырьевой логистики // Записки Горного института 2017. Т. 223. С. 139–146.
- [5] Хайкин М.М. Минерально-сырьевая логистика как научное направление и область практической деятельности // Труды международной научно-практической конференции «Инновационная экономика и про-мышленная политика региона (ЭКОПРОМ - 2016)» / под ред. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. С. 198–207.
- [6] Лапинская А.А. Типы и особенности функционирования экономических систем. СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2001. 380 с.
- [7] Нортон Д., Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию: Пер. с англ. М.: Олимп-пресса, 2010. 320 с.