



Александр Цевелев,  
к.э.н., доцент кафедры «Менеджмент  
на транспорте», Сибирский государственный  
университет путей сообщения

# КИБЕРНЕТИКА БИЗНЕС-ТЕХНОЛОГИЙ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

## Часть II

**Аннотация.** В статье рассматриваются ключевые вопросы кибернетики материально-технического обеспечения железнодорожного транспорта.

**Ключевые слова.** Железнодорожный транспорт, кибернетика бизнес-технологий, система МТО.

**Annotation.** The article discusses key issues of Cybernetics, logistics of railway transport.

**Key words.** Railway transport, Cybernetics business technologies, logistic system.

### 4. Интеллектуальные системы управления МТО

Разработка и внедрение на сети железных дорог комплекса информационных технологий на базе единой интеллектуальной системы управления (ИСУ) и автоматизации производственных процессов является важнейшим направлением в развитии железнодорожной отрасли.

Концепция ИСУ включает следующие базовые принципы:

- активная роль системы в процессе управления;
- реальный масштаб времени;
- комплексная технология и реализация сквозного производственного процесса;
- создание комплексных полнофункциональных автоматизированных рабочих мест (АРМ);
- адаптивное планирование на основе мультиагентных технологий и других методов искусственного интеллекта [12].

Для разработки ИСУ МТО требуется соблюдение следующих технических решений:

- единая технологическая платформа;

- программная платформа общего назначения;
- язык программирования платформы;
- отраслевой язык программирования;
- динамическая объектная модель предметной области;
- интерфейсные элементы и т.п.

Выделим ключевые особенности полигона исследования по внедрению кибернетики бизнес-технологий в МТО.

1. Применение мультиагентного подхода к планированию и управлению МТО считается перспективным, но малоисследованным и недостаточно апробированным. Сложность использования подхода заключается в том, что для большинства известных мультиагентных моделей особенностью является однородность множества агентов, а для задач управления МТО характерно присутствие агентов различных типов. Для слабоструктурированных задач многоагентные решения часто уступают по качеству решениям, полученным традиционными методами. В модуле адаптивного планирования потребности каждой заяв-

ке в МТО сопоставляются агенты, по которым выбирается решение в рамках конкурсных закупок. Главная задача адаптивного планирования заключается в максимально возможном сохранении изначально утвержденного плана МТО структурного подразделения железнодорожного транспорта (СПЖТ) при перепланировании из-за поступления новых фактов, вносящих возмущения в систему. Для оценки качества найденного решения модуль планирования на каждом шаге рассчитывает КПЭ (ключевой показатель эффективности), являющийся значением сложной функции, зависящей от ряда параметров.

2. Экономическое и логистическое моделирование и прогноз поведения показателей объекта в рамках выделенных ресурсов осуществляются на основе характеристик взаимосвязей между различными показателями материальных потоков, финансовыми показателями объекта и изменений этих взаимосвязей во времени. Такие

## Интеллектуальные модели технического зрения

Модели с ранним прогнозированием ошибок	Модели жизненного цикла МТР, модели жизненного цикла услуги МТО, модель ожиданий и др.
Гибридные модели «белого ящика»	Модели надежности системы МТО на базе времени и структуры управления
Гибридные модели «черного ящика»	Модели надежности системы МТО на базе входных и выходных данных
Модели передачи данных	Функционально-ориентированные модели

Рисунок. 1. Модель-образ технического зрения системы МТО

Источник: разработано автором

характеристики могут задаваться в виде аналитических кривых, номограмм, уравнений и пр., а также рассчитываться и уточняться с помощью методов статистического анализа данных по мере наращивания информационной базы.

Результатом моделирования, проведенного в рамках системы (АСУ МТО ОАО «РЖД»), стал набор сценариев развития процессов МТО в планируемом периоде. Сценарий включает стратегию МТО отдельных структурных подразделений, ДЗО и филиалов ОАО «РЖД» в плане номенклатуры, объемов и временного упорядочения поставок МТР с учетом наложенных ресурсных ограничений; расчет значений показателей МТО, достижимых при выбранной стратегии, и их влияния на обеспечение плановых финансово-экономических показателей ОАО «РЖД». По результатам моделирования определяется качество рассмотренных сценариев и выбирается такой, в котором реализуется наиболее удачное сочетание показателей с точки зрения намеченной программы развития ОАО «РЖД». Для выбора наиболее подходящего сценария в системе должен быть предусмотрен инструмент для анализа и сравнения сгенерированных сценариев, позволяющий выделить множество вариантов, удовлетворяющих заданному набору целевых показателей. Принятие управленческого решения должно происходить после проработки каждого из вариантов [13–15]. Модель позволяет в короткий срок рассмотреть значительно большее число вариантов, чем это мо-

жет сделать человек в условиях дефицита времени.

3. Процессный подход к проектированию информационно-управляющих систем на железнодорожном транспорте подразумевает формирование комплексной процессной модели производственной деятельности компании «Росжелдорснаб» (РЖДС) как методологической основы для проектирования, реализации и внедрения систем управления МТО на железнодорожном транспорте.

Технология работы по проектированию системы управления заключается в совместном построении экспертами и аналитиками моделей (статическое описание) и процессов (динамическое описание). Модели содержат описание внешних информационных систем, взаимодействующих с системой МТО, информационного обмена при реализации процессов снабжения в организационной структуре ОАО «РЖД» и макеты форм визуального интерфейса АРМ (панели индикаторов) пользователей с привязкой к функциям процессов [16]. В качестве инструмента для разработки моделей может использоваться программное обеспечение ARIS.

4. Имитационное моделирование позволяет:
  - повысить эффективность создаваемой ИСУ МТО, в рамках которой будет реализована имитационная ресурсная модель формирования потребности в МТР, плановых объемов закупок МТР, объемов необходимых видов производственных запасов каждого назначения по СПЖТ;

- сопоставлять и анализировать потребности МТР с имеющимися с учетом текущей эксплуатационной ситуации;
- моделировать мероприятия по обеспечению выполнения плановых заданий.

5. Система оперативного маневрирования МТР (СОМ МТР) – комплекс научных методов и средств, обеспечивающих оперативное управление наличными материальными ресурсами, производственными мощностями и резервными запасами в режиме реального времени с учетом текущего изменения спроса и состояния ресурсов в системе МТО [17].

Новые схемы взаимодействия поставщиков – производителей МТР и потребителей – железнодорожных предприятий требуют создания новых механизмов управления, кооперации и координации действий с целью консолидации материальных, финансовых и информационных ресурсов. Исходные предпосылки создания СОМ МТР связываются с наличием излишков запасов материальных ценностей у одних предприятий при острой нехватке этих же ресурсов у других. Ставится задача создания такой системы, в которой осуществляется увязка спроса на ресурсы и их остатков в динамике их возникновения. Главное требование динамической модели СОМ МТР в рамках отдельной железной дороги – в режиме реального времени сформировать из доступного множества вариантов и моделей бизнес-процессов МТО, оптимизационных алгоритмов и источников информа-

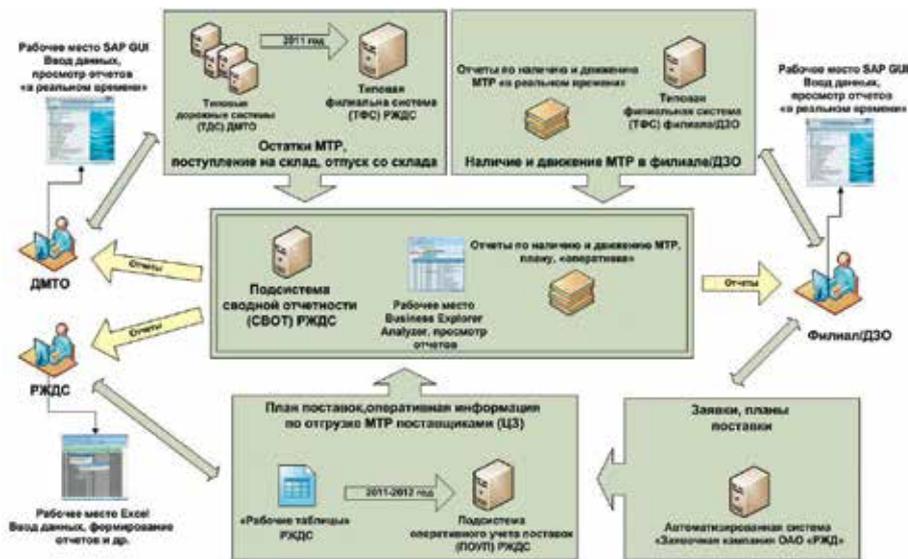


Рисунок 2. Информационное взаимодействие структурных подразделений РЖДС с филиалами ОАО «РЖД» и ДЗО

Источник: А.Е. Никитин. Доклад на сетевом совещании РЖДС, июль 2012 г.

ции наилучшую для выполнения определенной задачи конфигурацию процесса или логистическую цепочку обеспечения поставок МТР.

Специфические особенности работы железнодорожного транспорта приводят к тому, что дирекции МТО на железнодорожном транспорте в условиях интенсивной динамики конъюнктуры рынка сталкиваются с высокой степенью неопределенности при организации закупок материалов, комплектующих изделий и запасных частей. В соответствии со стратегией развития железнодорожного транспорта требуется новый подход к разработке эффективных систем реального времени, систем быстрого реагирования и оперативного управления.

6. Система технического зрения для обеспечения оперативного мониторинга и определения текущего состояния объектов инфраструктуры железной дороги в разрезе их обеспечения МТР.

Первоочередные задачи на пути решения проблемы мониторинга в системе МТО железнодорожного транспорта заключаются в разработке методик:

- вычисления параметров в логистической модели оценивания условных вероятностей возникновения дефицита МТР

при реализации различных комбинаций факторов;

- мониторинга и анализа зависимости факторов;
- принятия решений на основе критерия в виде условной вероятности происшествия при появлении различных факторов.

Получение оптимального решения проблемы мониторинга в системе МТО затруднено многочисленными регламентными ограничениями, нормативными актами и приказами по ОАО «РЖД», устанавливающими, к примеру, периодичность технического обслуживания и технического осмотра подвижного состава и рельсовых путей. Для решения этих проблем необходима разработка имитационной модели-образа описания объекта или процесса, в той или иной форме представляющей свойства и поведение объекта с полнотой и точностью, обусловленной характером решаемой практической задачи оценки уровня опасности возникновения дефицита МТР (рис. 1).

7. Построение интеллектуальной информационной среды в системе МТО железнодорожного транспорта. В данном процессе можно выделить несколько стадий. Первая – развитие информационного сопровождения произ-

водственных процессов системы МТО, т.е. построение автоматизированных справочных систем. Вторая – развитие интеллектуального сопровождения производственных бизнес-процессов, т.е. создание систем поддержки принятия управленческих решений [18]. В условиях структурного и технологического усложнения производственных процессов МТО на железнодорожном транспорте все более очевидной становится необходимость перехода ко второй стадии [19].

Далее необходимо обратить внимание на новые инновационные разработки в плане кибернетического подхода к управлению системой МТО ОАО «РЖД».

Третья стадия предполагает развитие единого информационного пространства на основе кибернетики бизнес-технологий (СОМ МТР, панель индикаторов и др.). Четвертая стадия – разработка и внедрение интеллектуальной системы управления кибернетическим контролем над влиянием человеческого фактора на решение управленческих задач в рамках логистического менеджмента системы МТО (методы искусственного интеллекта, приложения, умеющие вести диалог).

В общем виде интеллектуализация представляет собой магистральное направление развития современных технологий на железнодорожном транспорте. Основной целью интеллектуализации на транспорте является создание новых классов информационно-управляющих систем, не уступающих по уровню интеллектуальных возможностей человеку, обладающих высоким уровнем самостоятельности при выработке решений, способных корректировать свои цели и формировать новые, накапливать опыт, добывать знания и на их основе модифицировать свое поведение [20].

Наиболее перспективным направлением интеллектуализации для железнодорожного транспорта считается разработка специализированных интеллектуальных систем поддержки принятия решений для оперативного управления и контроля над технологическими процессами обеспечения МТР структурных подразделений железнодорожного транспорта в режиме реального времени.

В задачах научного обеспечения реализации Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года говорится о необходимости «создания имитационных

систем, разработки динамических моделей транспортных потоков... математическую поддержку принятия решений по регулированию функционирования и управлению развитием транспортно-го комплекса» [21].

Интеллектуальные модели нужны для поддержки принятия решений в начале пути кибернетического развития в двух сферах: при развитии транспортной инфраструктуры и при оперативном управлении потоками и процессами МТО предприятий железнодорожного транспорта.

В первом случае это имитационные модели, в которых необходимо учесть множество трудно формализуемых факторов: разветвленную структуру и сложную технологию процесса железнодорожных перевозок, случайные процессы и диспетчерское управление. Во втором – это оптимизационные модели совершенствования оперативной деятельности системы МТО.

Для создания имитационных моделей на железнодорожном транспорте требуются развитые имитационные системы с подсистемами автоматизированного построения и интеллектуальной обработки результатов.

Для создания оптимизационных моделей в системе МТО существует целый класс динамических потоковых задач строгой оптимизации, которые имеют различное содержательное наполнение и компьютерную реализацию. К примеру, модель по методу динамического согласования должна выстраивать оптимальные ритмы поставок МТР при заданных ритмах потребления МТР.

Архитектура решения информационного взаимодействия структурных подразделений РЖДС с филиалами ОАО «РЖД» и ДЗО, а также вся сложность решения вопроса комплексной автоматизации процессов МТО показана на рис. 2.

Кибернетика в системе МТО может обеспечить:

- А. Положительные факторы развития:
- научить программы понимать тексты для того, чтобы они извлекали из них информацию, аккумулировали и обобщали ее;
  - уметь находить наиболее вероятные решения, анализируя фрагменты задачи и огромные объемы заложенной в памяти информации;
  - выявлять неучтенные факторы или ошибки времени;
  - чем выше уровень интеллекта и знаний человека, тем полезнее для него умный помощник.

Б. Отрицательные факторы развития:

- программам свойственно содержать ошибки, т.е. программное обеспечение может дать сбой через любой промежуток времени;
- реальная проблема состоит не в том, что компьютер научится обходиться без людей, а в том, что люди захотят обходиться без себя при решении проблем.

Предлагаемые решения в рамках кибернетического подхода, конечно, не охватывают весь круг вопросов МТО железнодорожного транспорта, но позволяют апробировать методы и подходы реализации проекта создания единой интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карапетян К. Т., Степин П. А. Системный подход и кибернетика в управлении // Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения: материалы конф. 30 июня 2016 г. М.: НИМГСУ, 2016. – С. 114–117.
2. Федосюк Я. В. Закономерности и принципы кибернетики как теоретико-методологическая основа формирования управленческих команд // Научный результат. Сер. Социология и управление. – 2015. – Т. 1, № 3(5). – С. 89–92. Электронный ресурс: URL: 10.18413/2408-9338-2015-1-3-89-92
3. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология научного исследования. – М.: Либроком, 2010. – 280 с.
4. Foerster H. The Cybernetics of Cybernetics. – 2nd ed. – Minneapolis: Future Systems, 1995. – 228 p.
5. Maturana H., Varela F. The Tree of Knowledge. – Boston: Shambhala Publications, 1987. – 231 p.
6. Новиков Д. А. Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития. – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 160 с.
7. Козлов В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений. – М.: Проспект, 2010. – 176 с.
8. Рувинов И. Р. Анализ применения аутсорсинга в материально-техническом обеспечении // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 6. – С. 130–133.
9. Цветков В. Я. Цифровые карты и цифровые модели // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – № 2. – С. 147–155.

10. Поспелов Д. А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, главная редакция физико-математической литературы, 1986.
11. Цветков В. Я., Маркелов В. М. Интеллектуализация логистики с применением геоинформатики // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 6. – С. 111–112.
12. Кузнецов И. А. Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Электронный ресурс: URL: <http://avtprom.ru/news/2014/01/29/intellektualnye-sistemy>
13. Цевелев А. В. Логистическое моделирование бизнес-процессов МТО // РИСК. – 2013. – № 4. – С. 13–19.
14. Цевелев А. В., Цевелев В. В. Экономическое моделирование бизнес-процессов МТО // Экономика железных дорог. – 2014. – № 1. – С. 50–59.
15. Цевелев А. В. Алгоритм моделирования бизнес-процессов МТО // Экономика железных дорог. – 2014. – № 2. – С. 15–20.
16. Цевелев А. В. Панель индикаторов системы МТО ОАО «РЖД» // РИСК. – 2011. – № 1. – С. 113–117.
17. Цевелев А. В. Система оперативного маневрирования материально-техническими ресурсами железнодорожного транспорта // РИСК. – 2015. – № 2. – С. 29–35.
18. Цевелев А. В. Логистический анализ информационных технологий системы МТО железнодорожного транспорта // РИСК. – 2014. – № 1. – С. 23–27.
19. Козлов П. А., Осокин О. В., Тушин Н. А. Интеллектуальная информационная среда – основа для создания современных технологий // Транспорт: наука, техника, управление. – 2011. – № 11. – С. 11–14.
20. Вагин В. Н., Еремеев А. П. Некоторые базовые принципы построения интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2001. – № 6. – С. 114–123.
21. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года // Собр. законодательства РФ. – 29.12.2008. – № 52 (ч. 2).