

# **К развитию теории формирования моделей, методов и алгоритмов планирования и управления материальными потоками в многоуровневых территориально распределенных транспортно-производственных системах**

**А. В. Воронин**

Петрозаводский государственный университет

В последние годы в России активно происходят интеграционные процессы, связанные с укрупнением промышленного производства и созданием групп взаимосвязанных и взаимозависимых предприятий [1], [2], [3]. Одной из наиболее выраженных тенденций в добывающих и перерабатывающих отраслях является создание территориально-распределенных многоуровневых структур, осуществляющих полный цикл производства от заготовки сырья с его комплексным использованием, производством и расширением видов выпускаемой продукции до транспортировки его потребителям [3], [7], [8].

Интересны примеры интеграции промышленных предприятий в лесопромышленном, нефтегазовом, металлургическом, горнодобывающем и машиностроительном комплексах. Основные направления интеграции структур в этих отраслях – увязывание предприятий, входящих в единую технологическую систему, углубление переработки сырья и переделов, создание новых видов продукции и завоевание новых сегментов рынка, интеграция по сходству товарных позиций. Современные интегрированные структуры представляет собой сложные организационно-экономические, технические и технологические комплексы, предприятия которых могут быть удалены друг от друга на сотни и тысячи километров, а численность персонала варьироваться от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч человек. В условиях территориальной удаленности предприятий значительно возрастает необходимость согласованных действий и оперативного принятия решений, повышения эффективности планирования и управления на уровне всего комплекса и отдельных предприятий.

Современные интегрированные структуры представляет собой сложные организационно-экономические, технические и технологические комплексы, предприятия которых могут быть удалены друг от друга на сотни и тысячи километров, а численность персонала варьироваться от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч человек. В условиях территориальной удаленности предприятий значительно возрастает необходимость согласованных действий и оперативного принятия решений, повышения эффективности планирования и управления на уровне всего комплекса и отдельных предприятий [4], [5], [6].

Исследования показывают, что одно из центральных мест в управлении многоуровневых интегрированных структур занимают задачи планирования и управления материально-транспортными потоками. Являясь очень важными и, в то же время, одними из наиболее сложных для решения, эти задачи способны обеспечить высокий экономический эффект, выявить "узкие" места и состояние производственной инфраструктуры, а также перспективы ее развития. Для их решения можно эффективно использовать математическое моделирование и методы оптимизации с применением информационных технологий. Поэтому разработка научных основ формализации и решения комплекса взаимосвязанных задач планирования и управления материальными потоками в многоуровневых территориально-распределенных транспортно-производственных системах является весьма актуальной проблемой.

Следует отметить, что появление многоуровневых интегрированных структур в России привело к возникновению принципиально новой ситуации в решении задач планирования и управления работой предприятий. Распад централизованной плановой экономики и затем 10-летний период децентрализованного хозяйствования многих предприятий в условиях рынка привели к тому, что ранее разработанные математические модели и методы в новых условиях не могут быть

использованы для решения задач планирования и управления крупными региональными и межрегиональными многоуровневыми интегрированными структурами. Кроме этого, модернизация производства и использование современных технологий на промышленных предприятиях приводит к необходимости разработки новых математических моделей, а развитие вычислительной техники и программного обеспечения – делает возможным их реализацию. Указанные обстоятельства требуют разработки новых моделей и методов планирования и управления многоуровневыми интегрированными структурами.

Вышеизложенное определило постановку исследований в области экономико-математического моделирования процессов управления и планирования работы вертикально-интегрированных структур, при которых были решены следующие основные задачи [3], [4], [5]:

- обоснования необходимости решения комплекса взаимосвязанных задач планирования и управления материальными потоками в многоуровневых транспортно-производственных системах;
- описания типовой структуры материальных потоков в многоуровневых интегрированных структурах;
- формирования и исследования класса математических моделей для решения задач планирования и управления материальными потоками, названного классом многоэтапных транспортно-производственных задач (МТПЗ);
- разработки МТПЗ для задачи планирования группы основных производств, соответствующей системе управления производственным процессом верхнего уровня и включающей основные фазы производства – от получения сырья, получения переделов и изготовления различных видов конечной продукции до ее доставки потребителю;
- разработки математических моделей для планирования и управления материальными потоками для основных и вспомогательных производств на различных уровнях иерархии, включая задачи выбора технологий, транспортировки и переработки, развития производственной базы и инфраструктуры, распределения ресурсов и управления основными производствами, планирования и управления сбытом продукции, материального обеспечения, планирования и управления ремонтно-восстановительными потоками;
- разработки рекомендаций по использованию предложенных моделей в организации планирования и управления многоуровневыми интегрированными структурами, созданию систем поддержки принятия решений на их основе.

Теоретической и методологической основой исследования многоуровневых территориально-распределенных транспортно-производственных систем, материально-транспортных потоков являются методы теории организационных структур, системного анализа, современные стандарты и методы управления производственными процессами и системами.

Исследование производственных процессов, построение математических моделей управления производством и разработка алгоритмов решения соответствующих оптимизационных задач проводятся с использованием методов математического программирования, оптимизации и исследования операций, теории алгоритмов и структур данных.

Для построения автоматизированных систем управления производством и систем поддержки принятия решений использовались современные технологии проектирования информационных систем, методы структурного и объектно-ориентированного программирования, проектирования структур баз данных.

На основании выполненных исследований [4], [5] и др.:

- проведен системный анализ предметной области и выполнено формальное описание проблемы комплексного планирования и управления транспортно-производственных систем, обоснована необходимость решения комплекса взаимосвязанных задач планирования и управления материальными потоками в многоуровневых системах;
- сформулирована постановка многоэтапной транспортно-производственной задачи для решения задач планирования и управления материальными потоками;
- установлены условия существования решения МТПЗ, выявлены особенности математической модели, разработан точный метод решения линейного варианта МТПЗ,

основанный на блочной структуре связей между ограничениями с использованием схем двойственной декомпозиции;

- предложен алгоритм поиска субоптимального решения для решения МТПЗ большой размерности, исследован вопрос сходимости алгоритма, установлены оценки точности полученного приближенного решения и критерия завершения работы алгоритма;
- выполнена постановка МТПЗ для задачи планирования группы основных производств, соответствующей системе управления производственным процессом верхнего уровня и включающей основные фазы производства многоуровневых интегрированных структур.
- разработаны математические модели для планирования и управления материальными потоками для основных и вспомогательных производств на различных уровнях иерархии многоуровневых интегрированных структур.

Возможными направлениями дальнейших исследований по разработке и использованию МТПЗ с целью повышения эффективности планирования и управления в многоуровневых интегрированных структурах являются:

#### 1. Теоретические исследования в направлении моделирования и решения МТПЗ:

- разработка моделей для задачи оптимального расходования ресурсов многоуровневых интегрированных структур для важнейших типов ресурсов, включая пар, тепловую и электрическую энергию, транспорт и некоторые переделы;
- разработка моделей, которые обеспечивают учет факторов случайности и неопределенности;
- создание новых методов оценки точности приближенного решения задач, прежде всего — задач дискретной оптимизации;
- разработка более эффективных математических методов точного и приближенного решения дискретных задач условной оптимизации, соответствующих производственным и транспортным модулям МТПЗ.

#### 2. Совершенствование программного обеспечения систем поддержки планирования и управления на основе МТПЗ:

- разработка стандартных библиотек для различных типовых модулей производственных подзадач (распределения ресурсов, раскроев, балансовых оптимизационных моделей и пр.), использование которых упрощает проектирование, разработку и внедрение МТПЗ;
- создание гибкой программной среды (оболочки), которое позволит унифицировать методы решения МТПЗ для различных наборов модулей производственных и транспортных задач.

#### 3. Разработка и реализация организационно-методических мероприятий по подготовке к внедрению систем планирования и управления в многоуровневых интегрированных структурах на основе, комплексов математических моделей, алгоритмов и программ, новых информационных технологий:

- создание отраслевых методик разработки, внедрения и эксплуатации подсистем управления многоуровневых интегрированных структур на основе МТПЗ;
- подготовка предприятий многоуровневых интегрированных структур к использованию сложных комплексов моделей, прежде всего, с точки зрения разработки интегрированной информационной системы многоуровневых интегрированных структур и его предприятий;
- повышение квалификации инженерно-технических кадров и управленческого персонала предприятий и управляющих компаний в области использования математических методов и программных систем для повышения эффективности управления предприятиями.

### Список литературы

1. Булатов А. Ф. Трансформации корпоративных структур / А. Ф. Булатов, И. Р. Шегельман. – Архангельск: Изд. Дом «Юпитер». – 208 с.
2. Воронин А. В. Интегрированные структуры в лесной промышленности / Воронин А. В., Шегельман И. Р. – СПб.: СПбГЛТА, 2003. – 160 с.
3. Воронин А. В. Лесопромышленная интеграция: теория и практика / Воронин А. В., Шегельман И. Р. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2009. – 464 с.

4. Воронин А. В. Модели, методы и алгоритмы комплексного планирования и управления материальными потоками в многоуровневых территориально распределенных транспортно-производственных системах: Дис. ... док. техн. наук. 05.13.01. — СПб, 2005. — 313 с.
5. Воронин А. В. Опыт формирования моделей, методов и алгоритмов комплексного планирования и управления материальными потоками в многоуровневых территориально распределенных транспортно-производственных системах / А. В. Воронин // Инженерный вестник Дона [Электронный журнал]. — 2012. — № 2. URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/818/>
6. Теория и практика принятия оптимальных решений для предприятий лесопромышленного комплекса/ А. В. Воронин, В. А. Кузнецов, И. Р. Шегельман, Л. В. Щеголева. — Петрозаводск: ПетрГУ, 2008. — 180.
7. Шегельман И. Р. Особенности процессов отраслевой интеграции в системе лесной промышленности регионов России/ Регионализация и глобализация: общественные процессы в России и на Европейском Севере России в XX-XXI веках / И. Р. Шегельман, М. Н. Рудаков, А. М. Корниенко. — Архангельск: Поморский гос. ун-т, 2007. — С. 285-299 с.
8. Шегельман И. Р. Формирование лесопромышленных корпораций в эпоху глобализации экономики / И. Р. Шегельман, М. Н. Рудаков, Корниенко А. М. // Вестник Поморского университета (серия «Гуманитарные и социальные науки»). — 2006. — № 5. — С. 380-384.