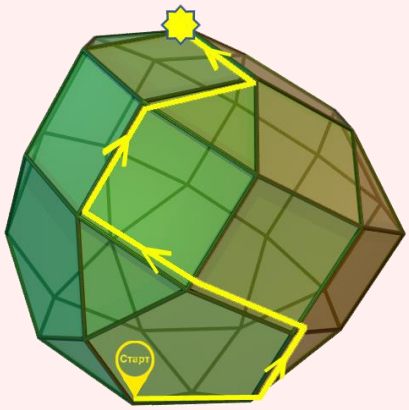


СОЛОДОВНИКОВ В.В.

Тактическое планирование цепей поставок промышленных предприятий (на примере угольного холдинга)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

СОЛОДОВНИКОВ В.В.

Тактическое планирование цепей поставок промышленных предприятий (на примере угольного холдинга)

Москва
2018

УДК 656/658.5/338.2
ББК 65.4
С60

Рецензенты:

СЕРГЕЕВ В.И., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление цепями поставок» Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

УВАРОВ С.А., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Торговое дело и товароведение» Санкт-Петербургского государственного экономического университета.

Солодовников В.В.
С60 Тактическое планирование цепей поставок промышленных предприятий (на примере угольного холдинга). – М.: ОАО «ИТКОР», 2018. – 196с.

ISBN 978-5-00082-050-6

Аннотация

В монографии исследуются теоретические и практические аспекты тактического планирования цепей поставок промышленных предприятий и предлагаются направления развития соответствующего методологического обеспечения. Подробно рассмотрен опыт реализации тактического планирования в угольном холдинге, включая вопросы проектирования и внедрения информационной поддержки.

Монография предназначена как для научных работников, преподавателей, студентов, слушателей магистратуры, так и для специалистов по логистике и управлению цепями поставок, маркетингу, менеджменту, производству, продажам.

УДК 656/658.5/338.2
ББК 65.4

ISBN 978-5-00082-050-6

© ОАО «ИТКОР», 2018

© НИУ «Высшая школа экономики»,
Солодовников В.В., 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ..... 5

ВВЕДЕНИЕ……..7

ГЛАВА I. ПРОЦЕСС ТАКТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК 12

1.1. Современное состояние и проблемы методологии планирования цепей поставок 12

1.2. Обзор процесса тактического планирования цепи поставок..... 18

1.3. Совершенствование процессной модели тактического планирования цепи поставок..... 23

ГЛАВА II. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ТАКТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ..... 31

2.1. Обзор методов и совершенствование тактического моделирования цепи поставок 31

2.2. Метод и критерии определения уровня детализации объектов и материалов модели цепи поставок 43

2.3. Постановка общей задачи тактического планирования цепи поставок угольного холдинга..... 45

2.4. Метод определения точки безубыточности в условиях трансфертного ценообразования 53

2.5. Алгоритм оптимизации смешения продукции..... 55

ГЛАВА III. РЕАЛИЗАЦИЯ ТАКТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЦЕПИ ПОСТАВОК УГОЛЬНОГО ХОЛДИНГА..... 58

3.1. Методика реализации тактической модели цепи поставок угольного холдинга 58

3.2. Цели и задачи проекта внедрения системы тактического планирования в угольном холдинге 77

3.3. Функциональные и технические рамки проекта..... 78

3.4. Распределение задач по этапам проекта 82

ГЛАВА IV. СОЗДАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ТАКТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УГОЛЬНОГО ХОЛДИНГА 89

4.1. Определение целей и ожидаемых результатов моделирования..... 89

4.2. Структура и материальные потоки цепи поставок угольного холдинга 91

4.3. Финансовые потоки цепи поставок угольного холдинга..... 123

4.4. Оценка экономической эффективности..... 135

ГЛАВА V. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ИНТЕГРИРОВАННОГО ТАКТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ..... 137

5.1. Описание инструмента информационной поддержки 137

5.2. Структура автоматизированной системы тактического планирования 144

5.3. Интеграция АСП ЦП со смежными системами 146

5.4. Техническая архитектура решения 151
5.5. Примеры реализации усовершенствованного процесса тактического планирования цепей поставок в другой отрасли 158
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 183
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 185

Книга посвящается
любимой супруге Наталье,
которая всегда была рядом
и поддерживала в самые
сложные моменты жизни

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга основана на синтезе фундаментальных разработок отечественных и зарубежных ученых в области логистики и управления цепями поставок с практическим опытом внедрения решений по тактическому планированию цепей поставок в ряде российских и зарубежных промышленных предприятий. В книге подробно рассмотрен опыт реализации тактического планирования в угольном холдинге, включая вопросы проектирования и внедрения информационной поддержки.

Автор хотел бы выразить признательность за помощь и поддержку коллегам, с которыми работает или работал в компаниях LOGIS, i2, GMCS, CEO Consulting, Gloria Jeans. Особую роль в появлении этой книги сыграли Александр Анатольевич Гомонов и Леонид Игоревич Макаровский из GMCS. Также автор хотел бы поблагодарить коллег из компаний-заказчиков проектов по УЦП, которые согласились поделиться своим опытом и знаниями: Алексея Владимировича Дмитроченкова из СУЭК, Андрея Анатольевича Еремина и Владимира Константиновича Рузанкина из ММК, Олега Евгеньевича Осминкина из ОМК, Вильяма Брайана из TimkenSteel и многих других.

Отдельно автор хотел бы поблагодарить своих научных консультантов и рецензентов: доктора экономических наук, ординарного профессора Виктора Ивановича Сергеева, который сыграл огромную роль в продолжении научной и преподавательской деятельности автора, а также в появлении настоящей работы. Автор благодарит за помощь и поддержку доктора экономических наук, кандидата физико-математических наук, профессора Александра Владимировича Мищенко; доктора экономических наук, ординарного профессора Валентину Владимировну Дыбскую; доктора экономических наук,

профессора Сергея Алексеевича Уварова. Автор признателен своим наставникам по кандидатской и магистерской диссертациям Валерию Петровичу Свечкареву и Валентине Николаевне Глуходедовой, которые направили его на научную стезю.

В заключение автор хотел бы выразить свою глубокую признательность родителям, которые всегда поддерживали и поощряли его научную деятельность.

ВВЕДЕНИЕ

На фоне мировых процессов глобализации в последние десятилетия хорошо прослеживается тренд к консолидации географически распределенных компаний в цепи поставок. В связи с этим особенно актуальной становится задача эффективного интегрированного планирования вновь созданных объединений. Особая роль в этом отводится процессу тактического планирования, который является необходимым связующим звеном между стратегическим и оперативным планированием.

Тактическое интегрированное планирование цепи поставок промышленного предприятия с географически распределенными активами и широкой номенклатурой взаимозаменяемой продукции позволяет получить такие показатели эффективности функционирования компании как объемы сбыта, транспортировки, производства и закупки продукции, величину доходов, прибыль и уровень рентабельности.

Критерии оптимизации процесса управления цепью поставок, включающие планируемые объемы сбыта, транспортировки, производства и закупки продукции, величину доходов, прибыль, записывающиеся в виде целевой функции, позволяют определить среднесрочную стратегию развития цепи с учетом ограничений финансового, сбытового, транспортного, производственного и закупочного характера.

Задачам оптимального планирования отдельных аспектов финансовой, сбытовой, транспортной, производственной и закупочной деятельности промышленных предприятий посвящено большое количество исследований. Имеются успешные решения локальных задач по планированию с использованием методов математического программирования, имитационного моделирования, эвристики.

Вопросы УЦП и интегрированного планирования подробно рассмотрены в трудах В.В. Дыбской, Д.А. Иванова, И.А. Пузановой, В.И. Сергеева, Д.М. Ламберта, Х. Стадтлера, К. Килгера, Дж. Стока, Т. Уолласа, Дж. Шапиро и других.

Исследователи Е.В. Бережная, В.И. Бережной, А.А. Бочкарев, Г.Л. Бродецкий, Е.С. Вентцель, Т. Воллман, Д. Данциг, Н.С. Камбо, Л.В. Канторович, Ю.Г. Карпов, В. Кельтон, Н.Б. Кобелев, А.В. Мищенко, Дж. Наден, А.Д. Плотников, Г.И. Просветов, Х. Таха, П.Д. Шимко, В.Л. Уинстон внесли весомый вклад в анализ и решение проблем моделирования сложных экономических систем.

Вопросы информационной поддержки интегрированного планирования наиболее полно отражены в работах Д.А. Гаврилова, С. Гамильтона, Х.О. Гюнтера, Дж.Т. Дикербаха, Р.Р. Загидуллина, Л.К. Иверт, А.М. Карминского, К. Килгера, Х. Стадтлера, Е.Б. Фролова, Х.А. Хволби.

Однако в случае применения традиционных методов к особенностям предприятия, характеризующегося наличием географически распределенных активов с широким ассортиментом взаимозаменяемой продукции, вариативных маршрутов транспортировки, сложных контрактных обязательств сбыта продукции, а также финансовых ограничений, возникает необходимость в создании интегрированной модели цепи поставок промышленного предприятия, которая позволит эффективно адаптироваться к меняющимся внутренним и внешним условиям деятельности.

В связи с этим все более актуальной является разработка новых методов и алгоритмов и экономико-математических моделей на их основе, делающих возможным получение эффективных решений в вопросе повышения качества тактического планирования деятельности предприятий рассматриваемого класса.

Цель настоящего исследования состоит в повышении качества тактического планирования цепи поставок промышленных предприятий с географически распределенными активами и широкой номенклатурой взаимозаменяемой продукции (на примере угольного холдинга).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научные задачи:

1. Провести исследование современного состояния и перспектив развития теории и методологии логистики и УЦП с целью развития тактического планирования цепей поставок промышленных предприятий.

2. Расширить и доработать методологическое обеспечение тактического планирования в части методов, процессных и математических моделей, алгоритмов, процедур и информационной поддержки.

3. Предложить практическую методику реализации тактического планирования цепей поставок промышленных предприятий.

4. Проанализировать цепь поставок угольного холдинга с целью создания ее математической модели.

5. Рассмотреть вопросы информационной поддержки и разработать техническую архитектуру решения по тактическому планированию на примере угольного холдинга.

Научные исследования основаны на методах системного анализа, экономико-математического моделирования и экспертных оценок, при широком использовании программно-математического инструментария.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Обоснована необходимость систематизации и развития методологии интегрированного планирования цепей поставок в части тактического планирования, определяющаяся потребностью ее применения для обеспечения конкурентоспособности современных промышленных предприятий.

2. Предложены усовершенствованные методы, процессные и математические модели, алгоритмы тактического планирования цепей поставок промышленных предприятий на примере угольного холдинга:

- обобщен и уточнен процесс тактического планирования цепи поставок на основе интегрированной модели;
- предложен метод и критерии определения уровня детализации объектов модели цепи поставок, позволяющие повысить качество интегрированного планирования и сократить время планирования;

- предложен метод определения точки безубыточности производственных подразделений в цепи поставок предприятия в условиях трансфертного ценообразования;
- предложен алгоритм оптимизации смешения продукции в цепи поставок предприятия с широкой номенклатурой взаимозаменяемой продукции;
- формализована в виде математической модели общая задача тактического планирования цепи поставок угольного холдинга.

3. Разработана практическая методика реализации тактического планирования цепей поставок промышленных предприятий.

4. Создана модель цепи поставок угольного холдинга, отличающаяся возможностью интегрированного планирования финансовой, сбытовой, транспортной, производственной и закупочной деятельности промышленного предприятия с географически распределенными активами и широкой номенклатурой взаимозаменяемой продукции, и осуществляющая динамическую адаптацию к изменениям внутренних и внешних условий деятельности.

5. Разработана техническая архитектура решения по тактическому планированию на примере угольного холдинга.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается применением системного подхода, корректным использованием современного математического аппарата, проверкой на основе практических исследований.

Практическая ценность работы: создана модель на основе методов математического программирования с использованием программно-математического инструментария, позволившая автоматизировать процесс тактического планирования, сократить время обработки данных, повысить качество планирования.

С использованием разработанной модели построены тактические планы цепи поставок угольного холдинга. Результаты исследования нашли свое

применение при определении среднесрочной стратегии работы компании, оформлены в виде технической документации и переданы вместе с созданной моделью для использования в соответствующие подразделения компании. Предложенная методика использовалась при создании тактических интегрированных моделей цепей поставок на таких предприятиях как ОАО «Магнитогорский Металлургический Комбинат», ЗАО «Объединенная Металлургическая Компания».

ГЛАВА I. ПРОЦЕСС ТАКТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК

1.1. Современное состояние и проблемы методологии планирования цепей поставок

Основные этапы эволюции планирования (рисунок 1) совпадают с формированием пяти концепций, оказавших существенное влияние на развитие инструментария планирования предпринимательской деятельности и его роли в обеспечении эффективности функционирования предприятия [49]. Этими концепциями являются: концепция массового производства, концепция маркетинга, концепция стратегического планирования, концепция контроллинга и концепция логистики (управления цепями поставок).

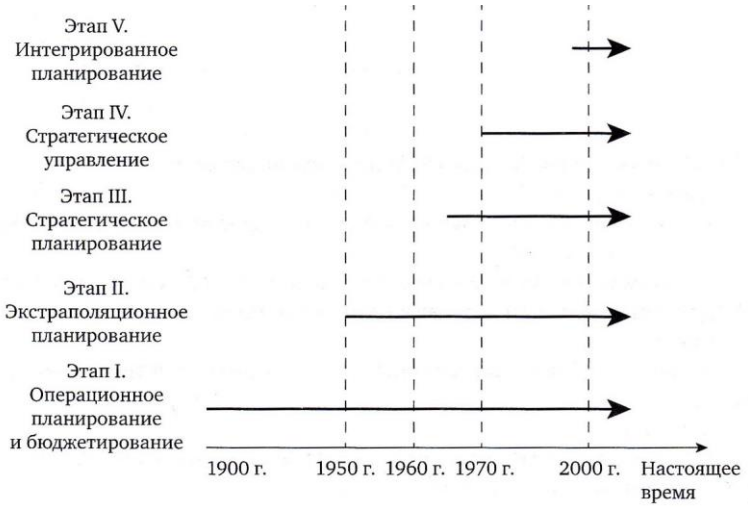


Рис. 1. – Эволюция планирования предпринимательской деятельности

Теория и практика логистики представлена в России трудами следующих выдающихся ученых: Н.А. Адамов, А.У. Альбеков [1], Б.А. Аникин [3,2], А.Г. Белоусов [5], В.В. Борисов, А.Н. Брынцев [12], А.М. Гаджинский, М.П. Гордон [17], В.В. Дыбская, Д.А. Иванов, М.Е. Залманова [22], К.В. Инютина, Д.Д. Костоглодов [30], Л.Б. Миротин [34], Ю.М. Неруш [41], О.А Новиков [43], Б.К. Плоткин [47], А.И. Семененко [55], В.И. Сергеев, А.А. Смехов [65], В.Н. Стаханов [76], Д.В. Стаханов, А.Н. Тяпухин, С.Н. Тамбовцев, С.А. Уваров [79], Р.В. Шеховцов [75],

В.В. Щербаков [86] и другие. Среди зарубежных ученых следует отметить труды Д. Бауэрсокса, Дж. Клосса, Дж. Гатторны, Д.Дж. Клосса, Д. Уотерса, Дж. Стока, М. Кристофера, Дж. Менцера, К. Оливера, М. Вебера, Д.М. Ламберта и многих других.

Интегрированное планирование, как часть методологии управления цепями поставок, начало активно развиваться относительно недавно – в конце 1980-х [64,23,66,50]. Именно к этому времени относится очередной этап переосмысления логистики и появления новой концепции управления цепями поставок. На рисунке 2 приведен обзор эволюции приемов планирования логистических процессов из работы Дыбской В.В и Сергеева В.И. «Логистика» в 2-х частях. Часть 2: учебник для бакалавриата и магистратуры [20].

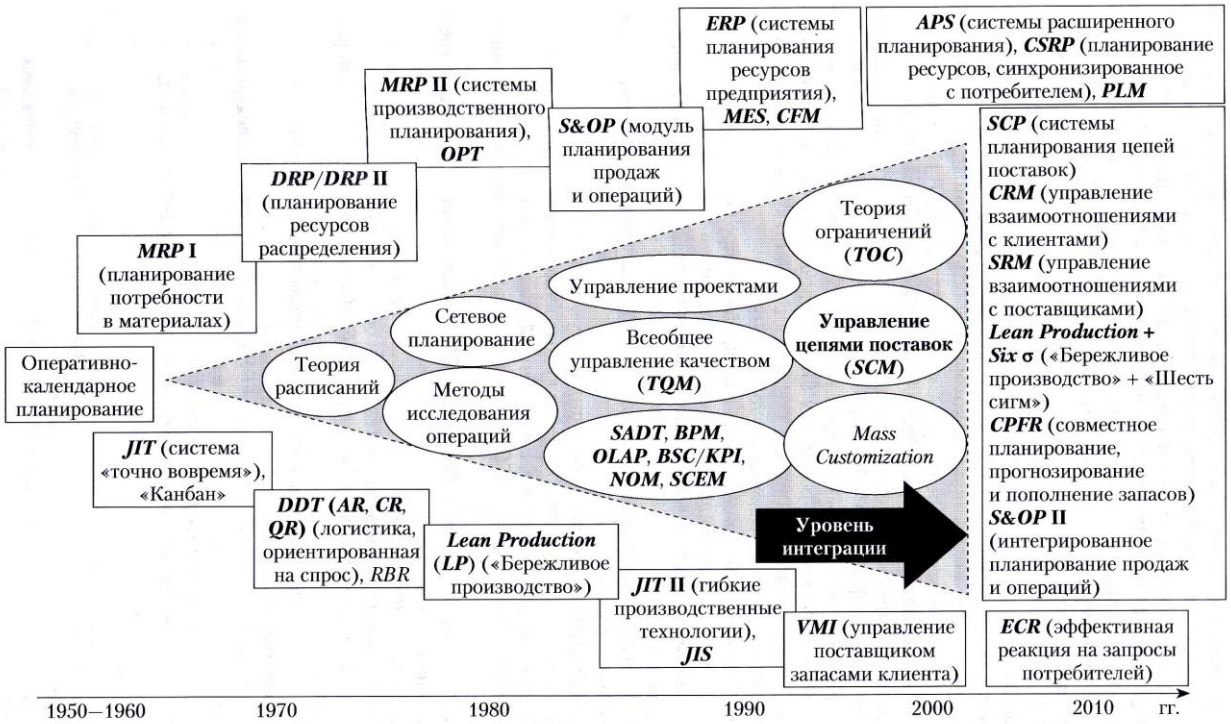


Рис. 2 – Эволюция приемов планирования логистических процессов

Как отмечает Сергеев В.И., впервые в отечественной практике образования системно изложившего теоретические, методические и практические аспекты управления цепями поставок (УЦП) в своем труде [64], УЦП является относительно новой идеологией бизнеса, базирующейся на интегральной парадигме, которое получило широкое признание среди ученых и специалистов.

Смирнова Е.А. отмечает [66], что одним из следствий относительной «молодости» логистики и УЦП является наличие различных национальных школ и течений в этой области. В настоящее время можно отметить американскую школу (Д. Бауэрсокс [4], Дж. Клосс, Д. Уотерс [81], Дж. Сток, Д. Ламберт [77] и др.); наличие серьезных исследований в различных европейских странах, в том числе Великобритании (М. Кристофер [31], Дж. Менцер, К. Оливер, М. Вебер [98,100] и др.), Германии (Г. Стадтлер, К. Килгер [101]); российскую школу (В.В. Дыбская [19,20], В.И. Сергеев [64,61,58,62], Д.А. Иванов [23], И.А. Пузанова [49], А.М. Гаджинский [15]). Представляют интерес исследования австралийских ученых, которых можно отнести к азиатской логистической школе. Например, труды Джона Гатторны [82], специалиста мирового уровня в области логистики и УЦП из Австралии, переведены на японский и китайский языки и в настоящее время пользуются большим признанием в странах Азии.

Наличие большого количества школ, с одной стороны, стимулирует здоровую конкуренцию, но одновременно приводит к проблеме отсутствия универсально принятой терминологии и соответствующей методологии УЦП. Существенный вклад в решении этого вопроса был сделан представителями российской школы, в частности, В.И. Сергеевым, Д.А. Ивановым, однако в целом эта проблема еще остается актуальной.

К попыткам обобщить мировой опыт и создать международный межотраслевой стандарт УЦП можно отнести разработку двух наиболее известных в научной и практической средах моделей УЦП: SCOR [57,59] с расширениями DCOR [56] и CCOR от Совета по Цепям Поставок, а также одноименную модель от GSCF.

Сергеев В.И. [64] отмечает, что референтная модель операций в цепях поставок – Supply Chain Operations Reference (SCOR) на сегодняшний день признается в качестве международного межотраслевого стандарта при планировании и управлении цепями поставок (рисунок 3).

Рис. 3 – Обобщенный вид SCOR

Как отмечает В.И. Сергеев [64], для практического использования модели SCOR помимо имеющихся трех уровней детализации процессов в цепях поставок предусмотрены 4-й и 5-й уровни (технологические процессы и транзакции/операции), которые не входят в рассмотрение модели (рисунок 4). На этих уровнях компании/отрасли разрабатывают специфичные приемы управления цепями поставок. Т. е. уже на этапе проектирования модели SCOR разработчиками была предусмотрена необходимость дальнейшей адаптации, интеграции и развития этой модели с учетом отраслевой специфики.

Рис. 4 – Уровни декомпозиции SCOR

Помимо недостаточной детализации процессов для потребностей отраслей также можно отметить в SCOR местами не полный охват процессов УЦП. Так, в частности, можно отметить отсутствие в исходной модели SCOR процессов по продажам и маркетингу (создание спроса), по исследованию и разработке технологий/продуктов. Также отсутствуют некоторые элементы послепродажной поддержки клиентов.

С целью описания указанных выше процессов Советом по Цепям Поставок были разработаны две дополнительные не интегрированные со SCOR и между собой модели: модель разработки и проектирования продуктов – DCOR и модель продаж и их поддержки – CCOR (рисунок 5).

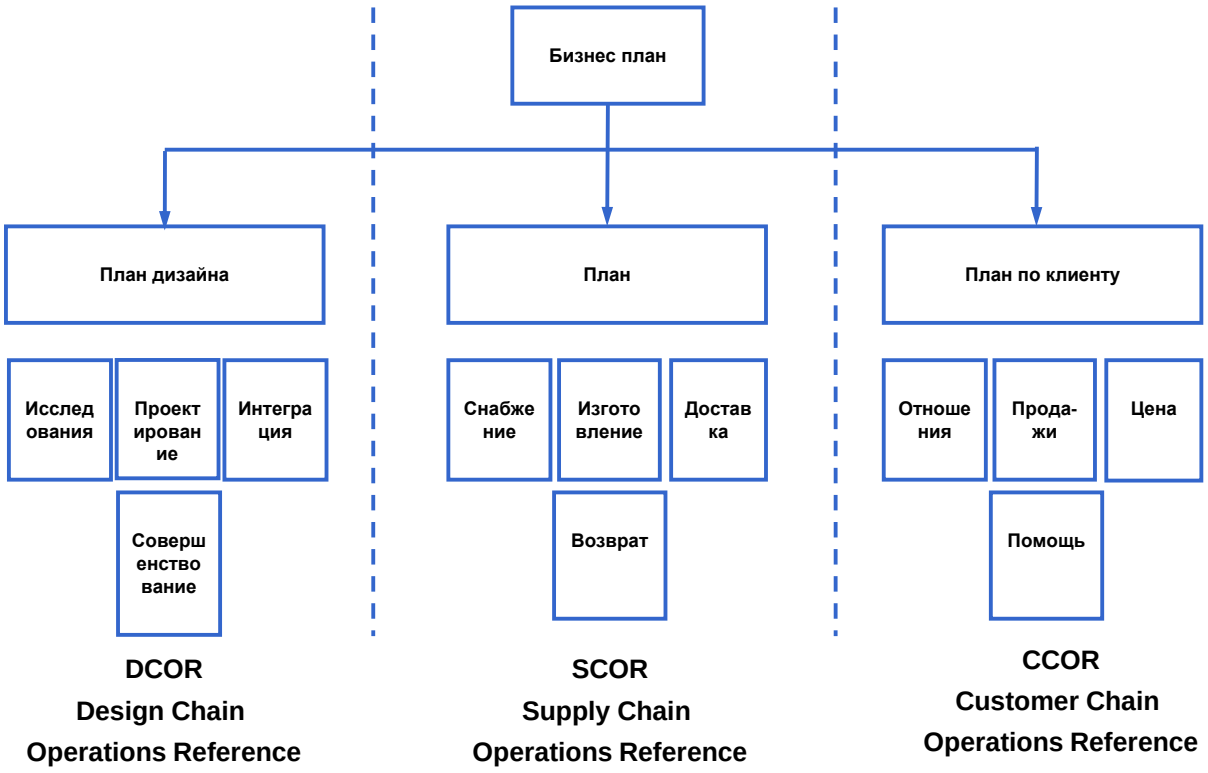


Рис. 5 – Модели SCOR, DCOR, CCOR

Несмотря на имеющиеся некоторые недостатки, модель SCOR сегодня является наиболее развитой концепцией, у которой большое количество последователей из области УЦП в научном мире, а также среди практиков. Помимо этого следует отметить, что модель постоянно дорабатывается, выходят ее новые редакции.

Ко второй по популярности модели УЦП специалисты часто относят модель УЦП от Global Supply Chain Forum (рисунок 6).

Global Supply Chain Forum (GSCF) под руководством доктора Дугласа М. Ламберта предоставляет возможность практикам и теоретикам исследовать критические вопросы, относящиеся к качеству клиентского сервиса и операционной эффективности независимо от специфичной функциональной экспертизы.

Рис. 6 – Процессы УЦП от GSCF

К плюсам модели GSCF следует отнести интегрированность процессов УЦП, более широкий охват с привязкой к функциональным областям. При этом детализация процессов GSCF намного ниже, чем SCOR. Также следует отметить тот факт, что модель SCOR постоянно эволюционирует, регулярно выходят ее новые версии. Модель GSCF в этом плане более консервативна. Касательно планирования нужно отметить, что эта функция не выделена отдельно в модели GSCF, как это сделано в SCOR. Вместо этого элементы планирования распределены по процессам УЦП.

На рисунке 7 приведено приблизительное соотношение процессов модели GSCF и расширенной модели SCOR. Соотношение приблизительное, так как, к примеру, часть процесса Управления спросом описана в SCOR, а часть – в ее

расширении CCOR. Также следует отметить отсутствие в SCOR так называемых подпроцессов «стратегического» уровня, основная цель которых в GSCF – проектирование соответствующих процессов УЦП.

Рис. 7 – Приблизительное соотношение процессов модели GSCF и расширенной модели SCOR

Как уже было отмечено выше, модели УЦП (SCOR, GSCF), как правило, не могут быть использованы без предварительной адаптации к особенностям конкретных отраслей. Это в полной мере относится к добывающей отрасли с ее спецификой. То есть для того, чтобы можно было использовать стандартные модели УЦП в части интегрированного тактического планирования, необходима доработка и развитие соответствующей методологии.

1.2. Обзор процесса тактического планирования цепи поставок

Для лучшего понимания целей и задач тактического планирования рассмотрим более подробно его место и связь с другими уровнями, приведенные на рисунке 8.

Рис. 8 – Уровни планирования

Стратегическое планирование – инструмент высшего руководства, позволяющий определять наиболее перспективные направления деятельности организации, обеспечивающие ее рост и процветание.

Оперативное планирование – рабочий инструмент для оперативного управления производством. Компании, которые работают с коротким временем выполнения заказа, модифицируют детальные оперативные планы почти непрерывно, однако ежедневное обновление подобных планов является более типичным.

Тактическое планирование необходимо для связи стратегических планов компании с более детальными оперативными планами. Оно служит промежуточным звеном и проводником политики руководства компании на более детальные уровни планирования, с одной стороны, и обратной связью о реальном состоянии дел в цепи поставок, с другой стороны. Горизонт тактического плана промышленных предприятий, как правило, не превышает 18 месяцев. План обновляется ежемесячно или еженедельно. Основной временной диапазон – месяц, хотя он может быть детализирован до одной недели для нескольких первых периодов планирования.

Таким образом, построение эффективного процесса тактического планирования является ключевым фактором успеха достижения поставленных перед компанией стратегических и оперативных целей.

Актуальность вопроса организации эффективного процесса тактического планирования объясняется помимо этого рядом причин. Интенсивный рост российских промышленных компаний в последние десятилетия, усложнение материальных, финансовых и информационных потоков в их цепях поставок, амбициозные цели на расширение бизнеса сделало невозможным дальнейшее использование существующих подходов по планированию и определило потребность компаний в разработке и внедрении новых методов и инструментов тактического планирования.

Основной задачей тактического планирования промышленного предприятия является регулярное построение реалистичного, сбалансированного плана деятельности компании на заданный горизонт планирования, учитывающего ключевые ограничения цепи поставок. План деятельности в рассматриваемом случае включает планы таких структурных подразделений как сбыт, транспортировка, производство, закупки, финансы.

Тактическое планирование промышленного предприятия позволяет решить следующие задачи:

- формирование у руководства компании целостного понимания ключевых факторов, оказывающих положительное влияние на конечный результат деятельности компании;
- своевременное выявление неблагоприятных сценариев развития ситуации и определение наилучших альтернатив;
- повышение эффективности деятельности компании.

Построение плана можно разделить на два основных этапа: построение прогноза сбыта и балансировка прогноза сбыта с имеющимися производственными, транспортными, закупочными мощностями предприятия и имеющимися финансовыми ограничениями. Построение прогноза сбыта предприятия достаточно хорошо изучено. В частности, автором предложены

ряд методик, моделей и программно-математического инструментария для решения задач повышения качества прогнозирования многоассортиментной продукции [70,67]. Именно поэтому в рамках настоящего исследования интерес представляет в основном второй этап планирования – синхронизацию спроса с имеющимися логистическими мощностями. Этот этап является краеугольным камнем всего процесса. Именно здесь спрос в виде прогноза продаж и предложение в виде доступных мощностей и запасов балансируются в соответствии с заданными бизнес-целями предприятия.

Для данного этапа особенно подходит определение процесса планирования как науки поиска и анализа альтернатив для принятия рациональных решений. Для этих целей сначала разрабатывается бизнес-модель цепи поставок предприятия. После того как модель верифицирована на основании истории или на основании экспертных оценок, возможно ее использование для оценки результатов принятия тех или иных управленческих решений. Отличительной особенностью применения методов математического моделирования является возможность быстрого расчета и сравнительного анализа большого количества вариантов планов. Традиционный подход зачастую едва позволяет просчитать и проанализировать в отведенное время один единственный вариант.

Основной исходной информацией для процесса тактического планирования цепи поставок являются:

- прогноз с заданной приоритетностью в тоннах в разрезе продуктовой линейки, рынков сбыта и периода загрузки;
- маршруты производства;
- информация о входящих запасах позиций в тоннах;
- производительности, формулы (нормы расхода), переменные затраты на операции;
- график ремонтов и текущих простоев оборудования;
- уровни минимальных, максимальных и целевых запасов для различных местоположений.

Результатом процесса тактического планирования является укрупненный помесячный план снабжения, производства и сбыта на горизонте планирования до 18 месяцев. Основные результаты включают в себя:

- уровень загрузки каждого ресурса;
- план производства в запас для обеспечения бесперебойности поставок в случае ремонтов производственных ресурсов;
- оптимальный сортамент производства продукции;
- план отгрузок в разрезе групп продукции;
- потребности в сырье и основных материалах;
- оценка запасов и незавершенной продукции на конец каждого интервала планирования в разрезе групп продукции;
- оценка экономической составляющей планов для целей последующего сравнительного анализа альтернатив.

Следует отметить, что основная функция тактического планирования производства – предоставить возможность руководству просчитать последствия принятия тех или иных управленческих решений заранее и оценить их бизнес-эффект.

Распространенными проблемами тактического планирования предприятия рассматриваемого класса являются:

- изолированность процессов создания планов структурных подразделений;
- длительный цикл балансировки планов структурных подразделений;
- отсутствие возможности сквозной многокритериальной оптимизации по всей цепи поставок и сценарного моделирования;
- сложности эффективного учета взаимозаменяемости продукции, ее ключевых характеристик;
- сложности учета контрактных обязательств по качественным характеристикам продукции.

Ключевыми причинами указанных проблем являются:

- отсутствие эффективной методики тактического планирования цепи поставок предприятий;
- отсутствие эффективной методики формализации данных, необходимых для моделирования;
- отсутствие адаптируемой экономико-математической модели для сквозной многокритериальной оптимизации цепи поставок предприятия рассматриваемого класса.

Для решения этих проблем рассмотрим более подробно организацию процесса тактического планирования цепи поставок с точки зрения современных концепций УЦП (SCOR и GSCF).

1.3. Совершенствование процессной модели тактического планирования цепи поставок

В настоящем подразделе приводится детализация процессной модели тактического интегрированного планирования, используя элементы модернизированной автором модели построения архитектуры предприятия Захмана (таблица 1).

Таблица 1

Модернизированная модель построения архитектуры предприятия Захмана

Уровни/ Вопросы	Зачем	Как	Что	Кто	Где	Когда
Концепция	Миссия и корпоративная стратегия	Умозрительные, графические и текстовые модели	Информация о внешней и внутренней конъюнктуре	Институциональный уровень	Фокусная компания, совет по управлению цепью поставок	Стратегический горизонт
Процессы	Цели	Процессные модели	Потоки данных	Управленческий уровень	Цепь поставок	Стратегический и тактический горизонт
Логический	Задачи	Математические модели	Структура данных	Технический уровень	Цепь поставок и ее участки	Оперативный горизонт

Окончание таблицы 1

Физиче-ский	Решения	Информаци-онные техно-логиии	Базы дан-ных	Исполни-тельный уровень	Структур-ные под-разделе-ния	Исполне-ние
Реализа-ция	Внедре-ние	Методика управления проектом при внедрении	Каналы обмена информа-цией	Команда иннова-ций	Область улучше-ний	Горизонт внедрения

Каждому процессу приводится определение в виде ответов на вопросы: зачем, когда, что, как, кто. Под каждым из вопросов подразумевается следующее:

- Зачем – зависимая от данного процесса цель.
- Когда – временные характеристики процесса.
- Что – данные.
- Как – способ проведения процесса.
- Кто – организационная единица.

Первая версия модели Захмана была представлена в конце восьмидесятых. Она достаточно известна среди профессионалов. Также основные идеи этой модели в той или иной степени были использованы в других моделях построения архитектуры предприятия. Именно это предопределило выбор в пользу этой концепции.

Процессная модель тактического интегрированного планирования

Зачем: определение портфеля заказов и сортамента производимой продукции, которые позволяют компании двигаться в заданных стратегией направлениях, обеспечение связи стратегических планов компании с более детальными оперативными планами.

Когда:

- Горизонт планирования: до 18 месяцев.
- Интервал планирования: месяц/неделя, пример, ближайший месяц – в разбивке по декадам/неделям/месяцам, последующий квартал – в разбивке по месяцам, далее – по кварталам.

- Периодичность перепланирования: пример – подекадно, помесячно.

Что:

- Вход
  - прогноз продаж;
  - модель цепи поставок.
- Выход
  - план продаж, включая оптимальный сортамент.

Как: процесс тактического мастер-планирования цепи поставок.

Кто: подразделения планирования.

Тактическое мастер-планирование цепи поставок в контексте модели GSCF [94,91] является частью процесса Управления спросом – синхронизация (рисунок 9). Этот процесс балансирует требования клиентов с возможностями цепи поставок. Таким образом, процесс управления спросом в GSCF можно сопоставить с той или иной степенью допущения с концепциями Планирования продаж и операций (Sales and Operations Planning) [104,60, 21,80,87,88,89,92,90,99,95,96,97,103], Интегрированного Бизнес Планирования (Integrated Business Planning)[105], Планирования цепи поставок (sP1 по SCOR)[102]. Вопрос степени соответствия этих концепций друг другу является дискуссионным.

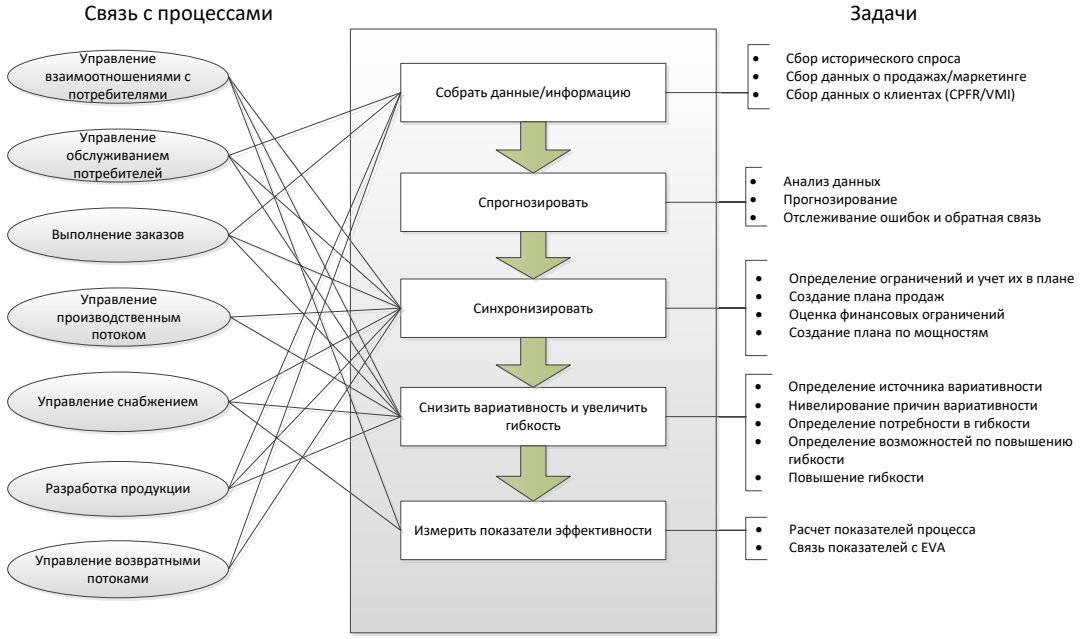


Рис. 9 – Управление спросом – исполнение GSCF

Данный процесс в недостаточной мере определен (упрощенная форма) для целей практического использования в планировании цепей поставок промышленных предприятий. То же самое относится и к описанию процесса «Планирования цепи поставок» (sP1 по SCOR [63]) – рисунок 10.

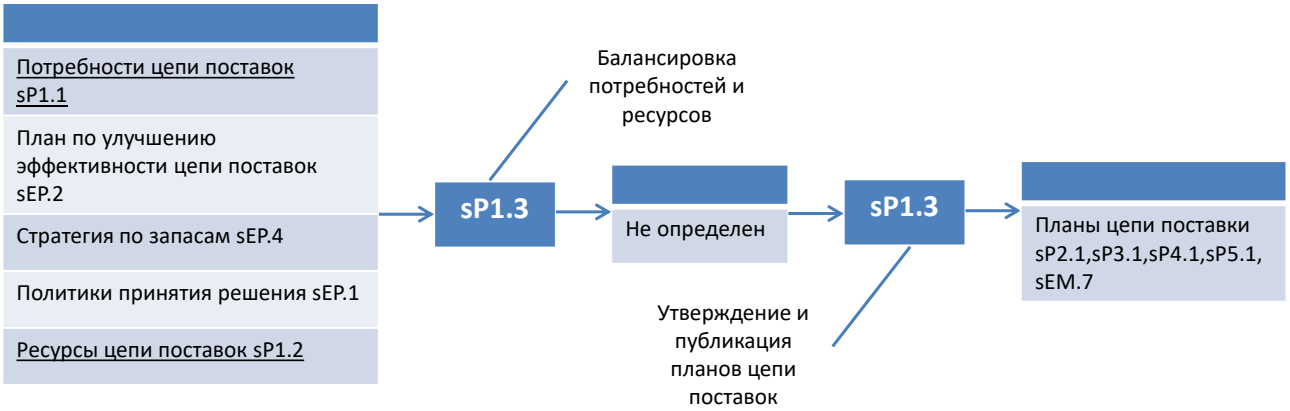


Рис. 10 – Основные шаги процесса sP1 Планирования цепи поставок

В свою очередь, на сегодняшний день типовой процесс тактического планирования цепи поставок в металлургических компаниях выглядит следующим образом.

1. Создание изолированных тактических планов структурных подразделений на основании экспертных оценок, данных за предыдущие периоды (сбыт, транспортировка, производство, закупка).

2. Балансировка разработанных планов, сведение их воедино.

3. Расчет финансовых показателей сбалансированного плана.

4. В случае если финансовые показатели неудовлетворительны, возврат на второй шаг. В противном случае – публикация плана и мониторинг его исполнения.

Как было указано выше в разделе 1.2., данная организация процесса имеет следующие недостатки:

- изолированность процессов создания планов структурных подразделений;
- длительный цикл балансировки планов структурных подразделений, экономика в последнюю очередь;

- отсутствие возможности сквозной многокритериальной оптимизации по всей цепи поставок и сценарного моделирования.

Ключевыми причинами указанных проблем является следующее:

- отсутствие эффективного метода формализации данных, необходимых для моделирования;
- отсутствие эффективного метода и инструмента оптимального тактического планирования цепи поставок предприятия.

Для добывающих компаний [14,16,40,42,45,51,52] сложность материальных, финансовых и информационных потоков часто приводит к тому, что при планировании происходит недопустимое упрощение проблемы, и как результат страдает реалистичность и качество плана.

В целях решения этих проблем предлагается усовершенствованный процесс тактического планирования цепи поставок (рисунок 11).

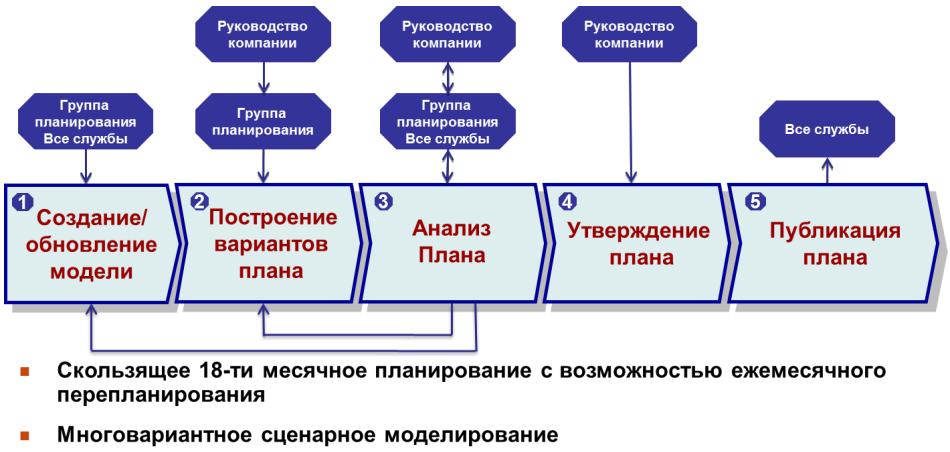


Рис. 11 – Схема тактического планирования цепи поставок

В рамках усовершенствованного процесса структурные подразделения готовят не отдельные изолированные планы, а исходную информацию, необходимую для моделирования. Данная информация включает в себя прогноз спроса, заявки/заказы клиентов, логистическую нормативно-справочную информацию и т. д.

Цикл планирования

Этап 1. Создание/обновление модели.

Участники: группа планирования, все службы.

Обновление метаданных, в рамках которых готовится описание элементов цепи поставок (шахты/разрезы,; площадки хранения; ж/д станции; поставщики; готовая продукция и полуфабрикаты; маршруты; спецификации с расходными коэффициентами – Bill of Material; транспортные плечи).

При этом описываются параметры этих элементов: характеристики шахт/разрезов (производительность с привязкой к продукции – тонн/мес.); ограничения площадок хранения (максимальный уровень одновременно хранимых запасов – тонн); ограничения на производство заданного сортамента и т. д.

Обновление динамических данных, в рамках которых обновляются данные по спросу на продукцию и цены (вид продукции, количество, цена); цены на сырье и возможности поставщиков (вид сырья, поставщик, цена, максимальное количество поставки, время поставки); расходы в привязке к маршруту – руб./тонну; уровень начальных, конечных, страховых запасов, если это предусмотрено; доступность ресурсов с учетом ремонтов и т. д.

Следует отметить, что набор данных будет отличаться в зависимости от выбранного подхода по моделированию прогнозного спроса и заказов. На практике широко применяют два подхода. Первый заключается в отдельном учете в рамках тактического планирования как прогнозного спроса, так и заказов. В этом случае прогнозный спрос «очищается» (в практике этот подпроцесс называется forecast netting – очистка прогноза) от заказов перед планированием для того, чтобы избежать ситуации дублирования объемов спроса. Второй заключается в исключении из прогнозного спроса объемов заказов и в полном игнорировании этих заказов в рамках тактического планирования. В этом случае исходные данные по доступным мощностям производства для тактического планирования также корректируются – уменьшаются на величину, зарезервированную под производственные заказы в рамках процесса оперативного планирования.

Этап 2. Построение вариантов плана.

Участники: руководство компании, группа планирования.

Часто первым составляется план без учета ограничений (но с учетом критериев оптимизации). Этот план позволяет определить узкие места и потребности в дополнительных ресурсах для полного удовлетворения спроса. Затем осуществляется планирование с учетом ограничений (как жестких, так и нежестких) с заданием различных критериев оптимизации. Балансировка и оптимизация тактического плана происходит в рамках моделирования (построение вариантов планов) автоматически в специализированном инструментарии на основании заданных целевых функций и ограничений.

Стандартными отчетами по результатам моделирования являются: план продаж (продукция, количество, покупатель (или рынок), цена); план закупки (сырье, поставщик, количество, цена); план производства (шахта/разрез, полуфабрикат, количество); план загрузки ресурсов (ресурс, планируемая загрузка в тоннах, процентах, отклонение загрузки от целевого уровня); план перевозок (материал, точка отправления, точка получения, количество, вид транспорта); план по запасам (место хранения, материал, количество запасов на начало интервала, пришло, ушло, остатки на конец интервала); экономические результаты деятельности (выручка, затраты, совокупная прибыль, удельная прибыль). Так же составляются аналитические отчеты: сравнение вариантов планов, анализ отклонений; сравнение план – факт, анализ отклонений.

Этап 3. Анализ плана.

Участники: руководство компании, группа планирования, все службы.

Сформированные варианты плана анализируются с учетом нормативных показателей и согласуются со всеми заинтересованными структурами. В случае несогласования проводится корректировка планов, формирование дополнительных вариантов путем вариации нежестких ограничений и критериев оптимизации, внесения изменений в исходные данные.

Следует отметить, что по лучшим практикам процесс перепланирования технически при наличии всех данных занимает несколько минут.

Критериями оптимизации могут быть следующие параметры: удовлетворение спроса в тоннах; минимальная/максимальная загрузка оборудования; минимизация использования альтернативных маршрутов; минимизация запасов; оптимизация прибыли; минимизация затрат; комбинация критериев.

Этап 4. Утверждение плана.

Участники: руководство компании.

Окончательное решение в пользу наиболее целесообразного сценария развития компании на среднесрочном горизонте принимает руководство.

Этап 5. Публикация плана.

Участники: все службы.

В результате утверждения плана он принимается в качестве целевого на заданный горизонт планирования и доводится до всех заинтересованных структур.

Опыт применения усовершенствованного процесса тактического планирования в угольном холдинге и ряде российских промышленных компаний показывает, что он отличается синергией и обеспечивает получение оптимального и реалистичного плана деятельности в рамках заданных условий.

Ключевыми преимуществами усовершенствованного процесса являются:

- реалистичность и экономическая обоснованность планов;
- целостность взгляда на цепь поставок;
- оптимальность (возможности сквозной многокритериальной оптимизации);
- производительность (сокращение времени планирования, изменение баланса времени работы специалистов – увеличение доли времени на сценарный анализ планов).

Следует отметить, что обязательным условием применения описанного уточненного процесса тактического планирования является наличие адекватной поставленным целям математической модели цепи поставок компании, а также использование соответствующих алгоритмов оптимизации.

ГЛАВА II. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ТАКТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

2.1. Обзор методов и совершенствование тактического моделирования цепи поставок

За последние десятилетия были разработаны специализированные методы и технологии [13,18,33,44,46,53,8,9,10,11,36,37,38,24,28,29] моделирования цепей поставок с одновременным учетом производственных, ресурсных, дистрибуционных и других ограничений. Одним из основных назначений этих методов и технологий является информационная поддержка интегрированного планирования цепей поставок. В связи с наличием большого количества различных методов и подходов в этой области существует необходимость в их систематизации.

Как и любое планирование, интегрированное планирование цепи поставок начинается с моделирования. Одно из определений модели звучит следующим образом. Модель – это система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе, это упрощённое представление реального устройства и/или протекающих в нём процессов, явлений.

Таким образом, модель цепи поставок это упрощенное представление реальной цепи поставок состоящее из:

- объектов цепи поставок, включающих производства, складские комплексы, рынки сбыта, поставщиков;
- плеч, связывающих эти объекты;
- процессов преобразования/передачи и ресурсов (производство, транспортировка);
- товарно-материальных ценностей и финансов, формирующих материальные и финансовые потоки;
- параметров модели и ограничений.

Важнейшими требованиями к любой модели являются [85]:

- адекватность, то есть соответствие модели исходной реальной системе, и учет, прежде всего, наиболее важных качеств, связей и характеристик;
- точность, то есть степень совпадения полученных в процессе моделирования результатов с заранее установленными, желаемыми.
- универсальность, то есть применимость модели к анализу ряда однотипных систем в одном или нескольких режимах функционирования;
- целесообразная экономичность, то есть точность получаемых результатов, и общность решения задачи должны увязываться с затратами на моделирование.

Таким образом, определение наиболее важных качеств, связей и характеристик модели на этапе формализации проблемы во многом является одним из определяющих факторов успешного моделирования.

Процесс моделирования состоит из следующих основных шагов: создание модели цепи поставок, оптимизации параметров модели и интерпретация результатов (рисунок 12).

Рис. 12 – Процесс моделирования

Оптимизация модели – это нахождение наилучшего решения в рамках существующих ограничений по заданным критериям: максимальная прибыль, максимальный доход и т. д. В зависимости от вида модели подбирается наиболее подходящий алгоритм оптимизации.

Рассмотрим более подробно основные виды моделей. На рисунке 13 приведена базовая классификация моделей.

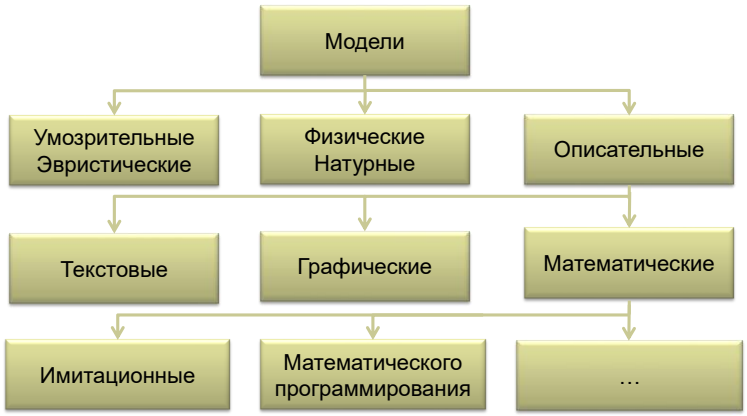


Рис. 13 – Базовая классификация моделей

Эвристические модели

Наиболее распространенными моделями в мире являются умозрительные или эвристические модели. Они почти всегда предшествуют всем другим видам моделей. Эвристическими методами оптимизации называются логические приемы и методические правила научного исследования и изобретательского творчества, которые способны приводить к цели в условиях неполноты исходной информации и отсутствия четкой программы управления процессом решения задачи [35].

Для случая цепей поставок промышленных предприятий сложность материальных потоков приводит к тому, что зачастую при планировании происходит недопустимое упрощение проблемы и как результат страдает реалистичность и качество плана. Именно поэтому в конечном итоге умозрительные модели формализуются в виде описательных или реже физических моделей.

Текстовые и графические модели

Процессные модели сочетают в себе характеристики текстовых и графических моделей. Наиболее перспективной текстово-графической моделью в контексте планирования цепей поставок промышленных предприятий является модель SCOR. Подход по использованию процессов и инструментов SCOR для целей конфигурирования цепи поставок, проведения аудита подробно изложен в работе Сергеева В.И. [64]. Большим преимуществом данного подхода является наглядность, использование единой

методологической базы. Основным недостатком является сложность поиска оптимальных решений. В связи с этим, для нахождения оптимальных решений, этот подход целесообразно комбинировать с математическим моделированием. На сегодняшний день в области интегрированного планирования цепей поставок наибольшее распространение получили методы имитационного моделирования и математического программирования [7,25,78,84,85,93,106].

Имитационное моделирование

В настоящее время для исследования очень сложных экономических систем широко применяются методы имитационного моделирования [25,26,27]. Имитационная модель – это описание изучаемой системы с помощью адекватных ей алгоритмов функционирования системы под влиянием внешних и внутренних возмущений. Существует три основных метода имитационного моделирования: системная динамика, дискретно-событийное моделирование, агентное моделирование.

К имитационному моделированию обычно прибегают в тех случаях, когда зависимости между элементами моделируемых систем настолько сложны и неопределенны, что они не поддаются формальному описанию с помощью аналитических моделей. Т. е. помимо сознательного выбора исследователя в пользу имитационного моделирования можно сказать, что имитационное моделирование используется, когда аналитические методы либо неприменимы, либо неприемлемы (из-за сложности соответствующих моделей) [85].

При имитационном моделировании динамические процессы системы-оригинала подменяются процессами, имитируемыми моделирующим алгоритмом в абстрактной модели, но с соблюдением таких же соотношений длительности, логических и временных последовательностей, как и в реальной системе.

Методы имитационного моделирования применяют для решения задач на всех уровнях планирования – от стратегического до оперативного. Следует отметить, что возможности по моделированию сложных систем позволяет применять их для решения задач планирования даже там, где использование аналитических методов нецелесообразно в связи, например, с высокими

затратами времени для нахождения оптимального решения. В качестве примера можно привести задачи оперативного планирования комплексных производственных цепей поставок. Сложность, неопределенность, изменчивость реальных логистических процессов на этом уровне приводит к тому, что для планировщиков в первую очередь требуется найти приемлемые варианты реалистичного плана деятельности в короткие сроки, нежели чем добиваться нахождения математического оптимума каждый раз, когда возникает необходимость обновления данных плана.

При наличии большого количества достоинств настоящего метода моделирования при решении широкого круга задач необходимо отметить его недостатки [85]:

- отсутствие хорошо структурированных принципов построения имитационных моделей, что требует значительной специальной проработки каждого конкретного случая ее построения;
- методологические трудности поиска оптимальных решений;
- повышенные требования к быстродействию ЭВМ, на которых имитационные модели реализуются;
- сложность анализа и осмысления результатов, полученных в результате вычислительного эксперимента;
- достаточно большие затраты времени и средств, особенно при поиске оптимальных траекторий поведения исследуемой системы.

Математическое программирование

Математическое программирование уже на протяжении многих лет успешно применяется в промышленности, сельском хозяйстве, логистике, системе здравоохранения [7,78,48,84,85,93,106].

Широкое прикладное распространение в моделировании экономических систем получили методы линейного и смешанного целочисленного программирования.

Математическая модель любой задачи линейного и смешанного целочисленного программирования включает: целевую функцию, оптимальное значение которой (максимум или минимум) требуется отыскать; ограничения в

виде системы линейных уравнений или неравенств; требование неотрицательности переменных. Ключевыми особенностями этих методов являются детерминированность, динамичность, оптимальность.

В практике организации процесса регулярного тактического планирования эти методы являются наиболее распространенными.

Для целей тактического планирования цепи поставок металлургических предприятий, однако, целесообразно применение научного метода декомпозиции. Данный научный метод позволяет, используя структуру задачи, заменить решение одной большой задачи решением серии меньших взаимосвязанных и более простых задач [18,83]. В контексте линейного программирования суть метода заключается в решении последовательности целевых функций (критериев) оптимизации при условии, что результаты применения первого по порядку критерия не могут быть (по умолчанию) нарушены применением второго критерия. В частности, такой подход позволяет решить актуальную задачу интерактивной послойной оптимизации [72]. Слой в контексте описываемой задачи представляет собой совокупность заказов клиентов или прогнозов, которые могут иметь разный приоритет. Необходимость сегментации (с последующим выделением слоев) цепи поставок определяется современными требованиями рынка. В рамках традиционного подхода (рисунок 14) большинство компаний используют единую модель управления цепями поставок для удовлетворения потребностей всех сегментов потребителей. Это приводит к разрыву между уровнем сервиса и ожиданиями потребителей, а также к высоким затратам на поддержание уровня сервиса. Дифференциация моделей управления цепями поставок в зависимости от требований потребительских сегментов (слоев) позволяет добиться соответствия между уровнем сервиса и ожиданиями потребителей, снизить затраты на достижение уровня сервиса.

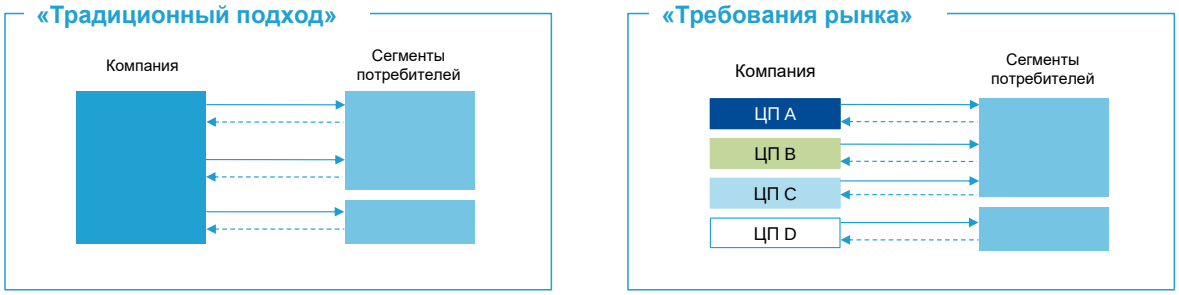


Рис. 14 – Дифференциация моделей управления цепями поставок

Кроме того, такой подход позволяет организовать интерактивный процесс оптимизации, когда после решения задачи оптимизации целевой функции каждого отдельного слоя возможно привлечь планировщиков для оценки плана, внесения дополнительных ограничений для проведения сценарного анализа. На рисунке 15 приведено описание предлагаемого автором алгоритма по интегративной послойной оптимизации.

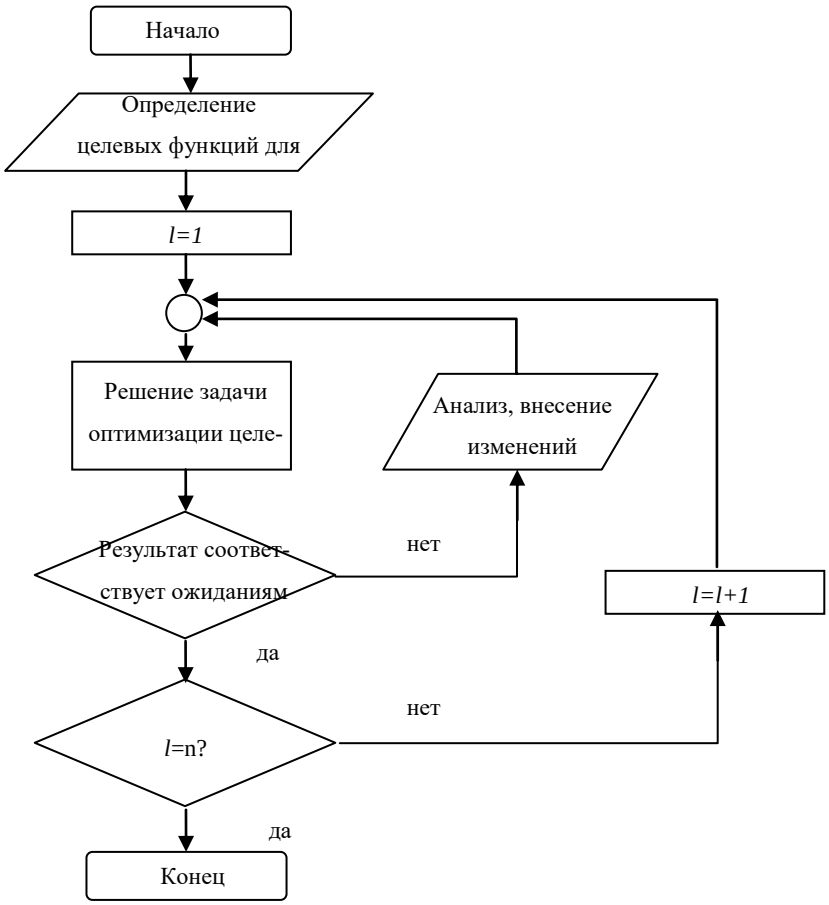


Рис. 15 – Алгоритм интерактивной послойной оптимизации

Возможности классических методов многокритериальной оптимизации в плане организации интерактивного процесса планирования ограничены, так как

исходная постановка задачи совершенно иная – нахождение математического оптимума. На практике планировщикам в первую очередь требуется создать реалистичный и стабильный план и только во вторую очередь обеспечить его оптимальность. В реальной жизни ситуация в цепи поставок развивается так быстро и в каждый момент времени планировщику доступно такое количество важной неформализованной информации, что возможности оперативной доработки математической модели, формализации дополнительной информации ограничены. В связи с этим требуется иная форма организации процесса оптимизации.

Приведем пример. Имеется портфель заказов на продукцию компании. Все заказы по стратегическим контрактам имеют наивысший приоритет, обязательны для исполнения в первую очередь (при возможности) и входят в слой 1, обозначенный как $l1$. Все прочие прогнозные заказы (неподтвержденные клиентами) имеют более низкий приоритет, не обязательны для исполнения и входят в слой 2, обозначенный как $l2$. При задании целевых критериев оптимизации пользователь придерживается следующей логики. Все заказы $i = 1..n$, входящие в слой $l1$, которые можно произвести на ресурсах $r = 1..p$ и которые для этого могут использовать материалы $s = 1..k$, должны быть удовлетворены в первую очередь вне зависимости от приносимой маржинальной прибыли. Исполнение данных заказов может быть ограничено лишь доступными мощностями ресурсов $r = 1..p$, выраженных в тоннах C_r, и имеющимися запасами материалов $s = 1..k$, выраженных также в тоннах M_s.

Все заказы $j = 1..m$, входящие в слой $l2$ должны оптимизироваться на основании критерия максимизации приносимой маржинальной прибыли с учетом оставшихся резервов по мощностям ресурсов и незарезервированному материалу.

Для реализации данной логики пользователь задает следующую последовательность целевых критериев оптимизации:

- максимизация удовлетворения спроса первого слоя (1)

$$f_1 = \sum_{i=1}^{n} (\lambda_i \cdot \sum_{r=1}^{p} \sum_{s=1}^{k} S_{l1,i,r,s}) \to \max, \qquad (1)$$

при

$\sum_{r=1}^{p}\sum_{s=1}^{k} S_{l1,i,r,s} \le D_{l1,i}$ для каждого $i = 1..n$,

$\sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{k} (S_{l1,i,r,s}) \le C_r$ для каждого $r = 1..p$,

$\sum_{i=1}^{n}\sum_{r=1}^{p} (\beta_{i,r,s} \cdot S_{l1,i,r,s}) \le M_s$ для каждого $s = 1..k$,

$S_{l1,i,r,s} \ge 0$,

где: $S_{l1,i,r,s}$ – объем продаж заказов i из слоя $l1$, произведенных на ресурсах r с использованием материалов s;

λ_i – весовой коэффициент приоритетности заказов в рамках слоя (определяется индивидуально экспертами);

$D_{l1,i}$ – максимальный объем спроса по заказам i из слоя $l1$;

C_r – доступные мощности в тоннах ресурсов r;

M_s – доступные запасы в тоннах материала s;

$\beta_{i,r,s}$ – коэффициент преобразования объема готовой продукции заказов i к потребности в материале s на ресурсе r.

- максимизация маржинальной прибыли второго слоя (2)

$$f_2 = \sum_{j=1}^{m} (\lambda_j \cdot \sum_{r=1}^{p}\sum_{s=1}^{k} (S_{l2,j,r,s} \cdot (p_{l2,j} - c_{l2,j,r,s}))) \to \max, \qquad (2)$$

при

$\sum_{r=1}^{p}\sum_{s=1}^{k} S_{l2,j,r,s} \le D_{l2,j}$ для каждого $j = 1..m$,

$\sum_{j=1}^{m}\sum_{s=1}^{k} (S_{l2,j,r,s}) + \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{k} (S_{l1,i,r,s}) \le C_r$ для каждого $r = 1..p$,

$\sum_{j=1}^{m}\sum_{r=1}^{p} (\beta_{j,r} \cdot S_{l2,j}) + \sum_{i=1}^{n}\sum_{r=1}^{p} (\beta_{i,r} \cdot S_{l1,i}) \le M_s$ для каждого $s = 1..k$,

$S_{l2,j,r,s} \ge 0$,

где: $S_{l2,j,r,s}$ – объем продаж заказов j из слоя $l2$, произведенных на ресурсах r с использованием материалов s;

λ_j – весовой коэффициент приоритетности заказов в рамках слоя (определяется индивидуально экспертами);

$p_{l2,j}$ – цена единицы объема заказов j из слоя $l2$, $c_{l2,j,r,s}$ – себестоимость единицы объема заказов j из слоя $l2$, произведенных на ресурсах r с использованием материалов s;

$D_{l2,j}$ – максимальный объем спроса по заказам j из слоя $l2$;

$\beta_{i,r,s}$ – коэффициент преобразования объема готовой продукции заказов j к потребности в материале s на ресурсе r.

Логика расчетного модуля в данном случае будет следующая. На первом шаге, используя доступные логистические мощности и доступные запасы материала, система максимизирует отгрузку в тоннах по совокупности заказов, входящих в слой $l1$.

На втором шаге, используя остатки логистических мощностей после удовлетворения совокупности заказов слоя $l1$, система отбирает те заказы из слоя $l2$, которые приносят максимальную маржинальную прибыль.

Метод интерактивной послойной оптимизации, благодаря своей постановке и поэтапному решению многокритериальной задачи, частично решает вопрос неоднозначности выбора «оптимального решения» – нет необходимости проводить проверку на эффективность (парето-оптимальных) решений, вернее эта функция возложена на пользователя.

Данный метод является интуитивно понятным пользователям и соответствует бизнес логике. Технологии тактического планирования на основе метода послойной оптимизации были опробованы в ряде международных и российских компаний. Среди российских компаний необходимо отметить: угольный холдинг, «Северсталь» [54,53], Мечел [33], ММК [39,44,71,73], ОМК [6,46,74].

Простейший пример сегментации цепи поставок и выделение слоев приведен в таблице 2.

Таблица 2

Пример сегментации цепи поставок и выделение слоев

Слой	Строки прогноза продаж	Целевые функции
Слой 1	• Принятые заказы (ключевые клиенты)	Максимизация отгрузки
Слой 2	• Принятые заказы (прочие)	Максимизация отгрузки
Слой 3	• Предварительные заявки • Прогноз заказов на основании исторических данных	Оптимизация маржинальной прибыли

В примере модель послойной оптимизации приведена для случая использования одного критерия оптимизации в рамках слоя. Область применения метода интерактивной оптимизации может быть расширена при использовании многокритериальной оптимизации в рамках слоя на основе целевого программирования. Напомним, что в основе метода целевого программирования [32] для решения многокритериальных задач лежит упорядочение критериев (целей) по степени важности. Исходная задача решается путем последовательного решения ряда задач с одной целевой функцией таким образом, что решение задачи с менее важной целью не может ухудшить оптимального значения целевой функции с более высоким приоритетом. В результате удается достигнуть удовлетворительного решения для рассматриваемой проблемы. Целевое программирование, как правило, применяется к линейным моделям. Основное его отличие от задачи линейного программирования заключается в том, что многие цели формализуются не как целевые функции, а как ограничения в другой более общей модели. С этой целью вводятся предполагаемые количественные значения целевых функций и так называемые переменные отклонения, которые характеризуют степень достижения поставленных целей для данного решения.

Для металлургических предприятий помимо указанных критериев по максимизации отгрузки и маржинальной прибыли актуальны также следующие цели:

- минимизация переменных затрат;
- минимизация запасов;

- минимизация нарушения минимального и максимального уровня запасов;
- минимизация нарушения загрузки ресурсов;
- минимизация отклонения от заданных долей групп производимых позиций.

В цепях поставок промышленных предприятий существует значимая доля неопределенности логистических процессов (в первую очередь производственных процессов), неопределенности спроса. В связи с этим возникает задача оценки влияния этой неопределенности на устойчивость планов.

Нормативно-справочная информация (НСИ) для моделей планирования, как правило, определяется на основании статистики. В качестве показателей используются усредненные значения производительностей, расходных коэффициентов и т. д. Такой подход подразумевает, что в случае значительных колебаний фактических показателей параметры плана могут также существенно меняться. Основным подходом в этом случае является динамически адаптивный пересчет планов по мере поступления фактической информации о движении товарно-материальных ценностей.

При поступлении фактической информации по показателям НСИ вопрос об обновлении НСИ может решаться на основании сравнения величины отклонения со значением среднеквадратического отклонения δ по анализируемому параметру. К примеру, в случае, если отклонение превышает значения δ более чем в 2 раза, то данная величина автоматически не учитывается при следующей итерации по пересчету НСИ. Данные инциденты должны быть отдельно проанализированы ответственными специалистами.

Для оценки устойчивости планов в целом на практике применяют метод сценарного анализа. К примеру, в рамках моделирования неопределенности спроса закладываются три сценария: оптимистичный, пессимистичный и реалистичный. Сравнение результатов моделирования позволяет провести экспертную оценку устойчивости планов. Таким же образом (путем сценарного анализа) возможно оценить устойчивость плана к изменениям НСИ.

2.2. Метод и критерии определения уровня детализации объектов и материалов модели цепи поставок

Определение наиболее важных качеств, связей и характеристик модели на этапе формализации проблемы во многом является одним из определяющих факторов успешного моделирования.

В рамках настоящей работы автором формализованы метод и критерии определения уровня детализации объектов и материалов модели цепи поставок, позволяющие повысить качество тактического планирования и сократить время планирования [69].

Указанные метод и критерии базируются на следующих принципах. Объект (склад, производство, производственный ресурс) обозначался уникальной сущностью в модели цепи поставок в случае, если он:

1) являлся критическим ресурсом с точки зрения ограничений или имел уникальные характеристики, по которым было необходимо готовить отчетность в рамках процесса планирования;
2) имел альтернативные каналы поставки;
3) имел альтернативные источники снабжения;
4) мог накапливать запасы.

Для случая, когда преобразующие объекты модели объединяют в себе несколько объектов моделируемой системы (производство, производственные ресурсы), конечные характеристики объекта рассчитываются следующим образом:

- минимальное значение для производительностей;
- перемножение для расходных коэффициентов по материалу;
- сумма для затрат по объединяемым операциям (с учетом расходных коэффициентов по материалу).

Детализация продуктовых групп определялась на основании следующих факторов:

- уровень детализации объектов цепи поставок предприятия и ключевые характеристики данных объектов в привязке к продуктам

(производительность ресурсов, выход годного продукта, стоимость производственных и транспортных операций);

- значения ключевых характеристик продуктов (себестоимость, объемные и весовые параметры, прочее).

Алгоритм определения уровня детализации объектов модели приведен на рисунке 16.

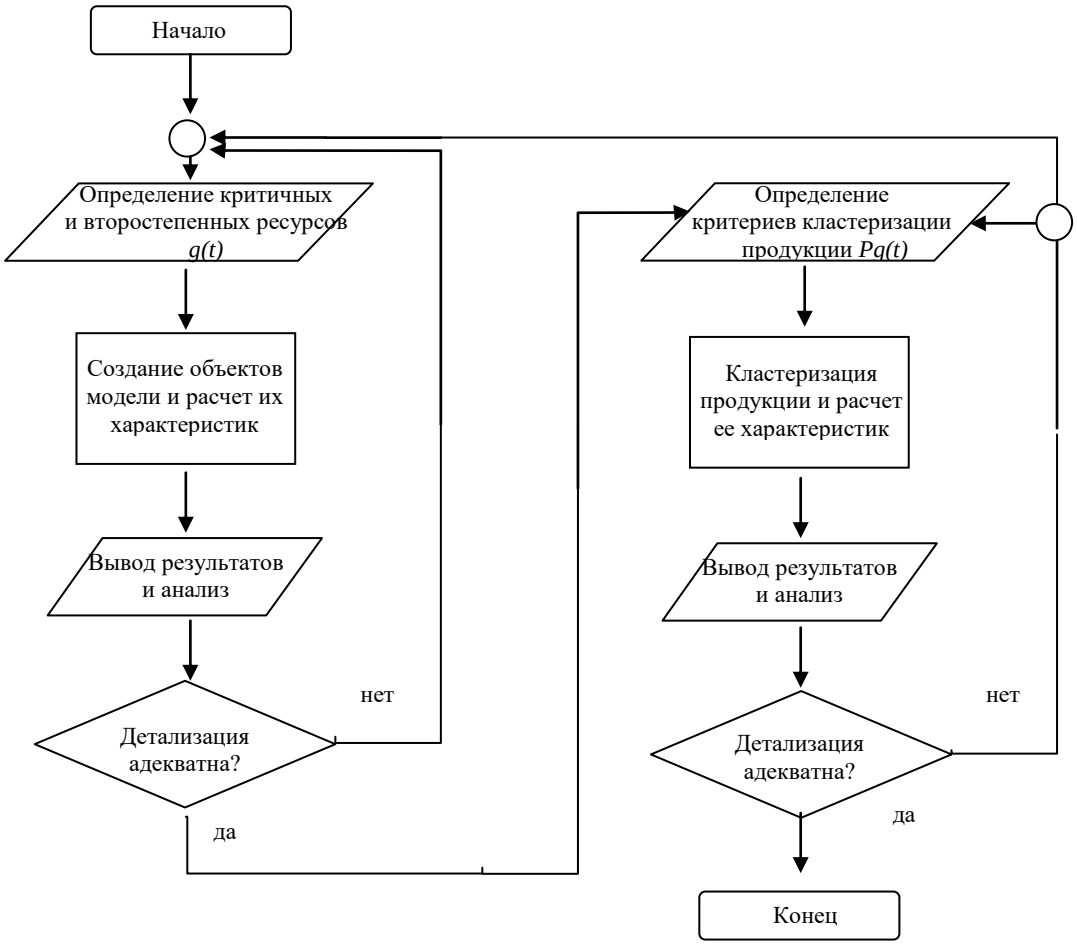


Рис. 16 – Алгоритм определения уровня детализации объектов модели

Основные положения приведенного метода и критерии определения уровня детализации объектов и материалов модели цепи поставок были использованы при разработке тактических моделей цепей поставок, в частности, в угольном холдинге, ОМК, ММК показали свою эффективность и рекомендованы к применению при разработке моделей планирования промышленных предприятий.

2.3. Постановка общей задачи тактического планирования цепи поставок угольного холдинга

Математическая модель угольного холдинга определена в форме задачи линейного программирования. Целевые функции могут меняться в зависимости от выбранных стратегий удовлетворения спроса.

$$Obj \to \max \tag{3}$$

$$Obj_1 = \sum_i CF_i, \tag{4}$$

$$Obj_2 = \sum_i S_i \tag{5}$$

$$Obj_3 = \sum_i CF_i - \sum_i DF_i, \tag{6}$$

где: Obj – целевая функция;

Obj_1 – максимизация выручки (4);

Obj_2 – максимизация отгрузки продукции в тоннах (5);

Obj_3 – максимизация прибыли (6);

S_i – объем сбыта продукции в тоннах (28);

i – номер периода моделирования.

Структура притоков описана в (7).

$$CF_i = CF_{1,i} + CF_{2,i} + CF_{3,i} + CF_{4,i}, \tag{7}$$

где: CF_i – сумма притоков в *i*-ом периоде;

$CF_{1,i}$ – выручка от реализации продукции на внутреннем рынке в *i*-ом периоде за исключением электростанций;

$CF_{2,i}$ – выручка от реализации продукции электростанциям в *i*-ом периоде;

$CF_{3,i}$ – выручка от реализации продукции на экспортном рынке (поставка на погран. переходы) в *i*-ом периоде;

$CF_{4,i}$ – выручка от реализации продукции на экспортном рынке (поставка в порты) в *i*-ом периоде.

Структура оттоков описана в (8).

$$DF_i = DF_{1,i} + DF_{2,i} + DF_{3,i} + DF_{4,i} + DF_{5,i} + DF_{6,i}, \qquad (8)$$

где: DF_i – сумма оттоков в *i*-ом периоде;

$DF_{1,i}$ – издержки на добычу угля в *i*-ом периоде;

$DF_{2,i}$ – издержки на сортировку угля в *i*-ом периоде;

$DF_{3,i}$ – издержки на обогащение угля в *i*-ом периоде;

$DF_{4,i}$ – издержки на транспортировку угля железнодорожными вагонами конечным потребителям в *i*-ом периоде;

$DF_{5,i}$ – издержки на разгрузку угля в портах в *i*-ом периоде;

$DF_{6,i}$ – издержки на таможенную очистку на погран. переходах в *i*-ом периоде.

Анализ производственных ограничений

а) Ограничение на максимальный объем добычи (9):

$$\left(q_{доб}\right)_{i,j,k} \le \left(Q_{доб,\max}\right)_{i,j,k}, \qquad (9)$$

где: $\left(q_{доб}\right)_{i,j,k}$ – объем добычи угля k-ого вида (пример, ДР, ГР) на j-ом производственном объекте (пример, Абаканский разрез) в *i*-ом периоде;

$\left(Q_{доб,\max}\right)_{i,j,k}$ – максимальный объем добычи угля k-ого вида на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде.

b) Ограничение на максимальный объем сортировки (10):

$$\sum_{k}\left(q_{сор}\right)_{i,j,k} \le \left(Q_{сор,\max}\right)_{i,j}, \qquad (10)$$

где: $\left(q_{сор}\right)_{i,j,k}$ – объем сортировки угля k-ого вида на j-ом промышленном объекте в *i*-ом периоде;

$\left(Q_{сор,\max}\right)_{i,j}$ – максимальный объем сортировки угля на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде.

c) Ограничение на максимальный объем обогащения (11):

$$\sum_{k}\left(q_{об}\right)_{i,j,k} \le \left(Q_{об,\max}\right)_{i,j}, \qquad (11)$$

где: $\left(q_{об}\right)_{i,j,k}$ – объем обогащения угля k-ого вида на j-ом промышленном объекте в *i*-ом периоде;

$\left(Q_{об,\max}\right)_{i,j}$ – максимальный объем обогащения угля на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде

Анализ производственных издержек

Издержки на добычу определены в (12).

$$DF_{1,i} = \sum_{j}\left(\sum_{k}\left(\left(q_{доб}\right)_{i,j,k}\cdot\left(V_{доб}\right)_{i,j,k}\right)+\left(C_{доб}\right)_{i,j}\right), \qquad (12)$$

где: $\left(V_{доб}\right)_{i,j,k}$ – переменные издержки добычи угля k-ого вида на j-ом объекте в i-ом периоде;

$\left(C_{доб}\right)_{i,j}$ – постоянные издержки добычи угля на j-ом объекте в i-ом периоде.

Издержки на сортировку определены в (13).

$$DF_{2,i} = \sum_{j}\left(\sum_{k}\left(\left(q_{сор}\right)_{i,j,k} \cdot \left(V_{сор}\right)_{i,j,k}\right) + \left(C_{сор}\right)_{i,j} \right), \qquad (13)$$

где: $\left(V_{сор}\right)_{i,j,k}$ – переменные издержки сортировки угля k-ого вида на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде;

$\left(C_{сор}\right)_{i,j}$ – постоянные издержки сортировки угля на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде.

Издержки на обогащение определены в (14).

$$DF_{3,i} = \sum_{j}\left(\sum_{k}\left(\left(q_{об}\right)_{i,j,k} \cdot \left(V_{об}\right)_{i,j,k}\right) + \left(C_{об}\right)_{i,j} \right), \qquad (14)$$

где: $\left(V_{об}\right)_{i,j,k}$ – переменные издержки обогащения угля k-ого вида на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде;

$\left(C_{об}\right)_{i,j}$ – постоянные издержки обогащения угля на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде.

Анализ движения материальных потоков

Структура распределения рядового угля определена в (15):

$$\left(q_{доб}\right)_{i,j,k} = \left(q_{ряд_пр}\right)_{i,j,k} + \left(q_{сор}\right)_{i,j,k} + \left(q_{об}\right)_{i,j,k}, \qquad (15)$$

где: $\left(q_{ряд_пр}\right)_{i,j,k}$ – объем продаж угля k-ого вида с j-ого промышленного объекта в i-ом периоде в рядовом виде;

$\left(q_{сор}\right)_{i,j,k}$ – объем угля k-ого вида с j-ого промышленного объекта в i-ом периоде, переданного на сортировку;

$\left(q_{об}\right)_{i,j,k}$ – объем угля k-ого вида с j-ого промышленного объекта в i-ом периоде, переданного на обогащение.

Рецептура сортировки определена в (16):

$$\left(q_{сор_пр}\right)_{i,j,f(k)} = \beta_{i,j,f(k)} * \left(q_{сор}\right)_{i,j,k}, \qquad (16)$$

где: $\left(q_{сор_пр}\right)_{i,j,f(k)}$ – объем угля f(k)-ого вида (пример, ДПК, ДОМ, ДСШ) на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде, идущий с сортировки на продажу;

$\beta_{i,j,f(k)}$ – коэффициент выхода годного угля f(k)-ого вида после сортировки угля k-ого вида на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде.

Рецептура обогащения определена в (17):

$$\left(q_{об_пр}\right)_{i,j,f(k)} = \alpha_{i,j,f(k)} * \left(q_{об}\right)_{i,j,k}, \qquad (17)$$

где: $\left(q_{об_пр}\right)_{i,j,f(k)}$ – объем f(k)-ого вида (пример, Дконц, Гконц) угля с j-ого промышленного объекта в i-ом периоде, идущего с обогащения на продажу;

$\alpha_{i,j,k}$ – коэффициент выхода годного угля f(k)-ого вида после обогащения угля k-ого вида на j-ом промышленном объекте в i-ом периоде;

Структура сбыта углей определена в (18):

$$\left(q_{ряд_пр}\right)_{i,j,K_1} = \sum_v q_{i,j,K_1,v} + \sum_p q_{i,j,K_1,p} + \sum_z q_{i,j,K_1,z} + \sum_e q_{i,j,K_1,e}$$

$$\left(q_{сор_пр}\right)_{i,j,K_2} = \sum_v q_{i,j,K_2,v} + \sum_p q_{i,j,K_2,p} + \sum_z q_{i,j,K_2,z} + \sum_e q_{i,j,K_2,e}$$

$$\left(q_{об_пр}\right)_{i,j,K_3} = \sum_v q_{i,j,K_3,v} + \sum_p q_{i,j,K_3,p} + \sum_z q_{i,j,K_3,z} + \sum_e q_{i,j,K_3,e}, \qquad (18)$$

где: $q_{i,j,K_g,v}$ – объем поставки угля K_g-ого вида с j-ого промышленного объекта потребителю v в i-ом периоде;

$q_{i,j,K_g,e}$ – объем поставки угля K_g-ого вида с j-ого промышленного объекта потребителю e в i-ом периоде;

$q_{i,j,K_g,p}$ – объем поставки угля K_g-ого вида с j-ого объекта потребителю p в i-ом периоде;

$q_{i,j,K_g,z}$ – объем поставки угля K_g-ого вида с j-ого объекта потребителю z в i-ом периоде;

$K_1 = \{x \in k \mid R(x)\}$ и $R(x)$ – условие на рядовые угли;

$K_2 = \{x \in k \mid C(x)\}$ и $C(x)$ – условие на угли после сортировки;

$K_3 = \{x \in k \mid O(x)\}$ и $O(x)$ – условие на угли после обогащения.

Анализ транспортных ограничений

a) Ограничение на максимальный объем отгрузок с ж/д станции прилегания (19):

$$\sum_j \sum_k \left(\left(q_{ряд_пр}\right)_{i,j,k} + \left(q_{сор_пр}\right)_{i,j,k} + \left(q_{об_пр}\right)_{i,j,k} \right) \le \left(T_{\max}\right)_{i,j}, \qquad (19)$$

где $\left(T_{\max}\right)_{i,j}$ – пропускная способность ж/д станции прилегания, которая соотносится с промышленным объектом j;

b) Ограничение на максимальный объем отгрузок в портах (20):

$$\sum_j \sum_k q_{i,j,k,z} \le \left(T_{\max}\right)_{i,z}, \qquad (20)$$

где $\left(T_{\max}\right)_{i,z}$ – максимальный объем отгрузок в z-ом порту в i-ом периоде.

Анализ издержек на доставку продукции в регионы спроса

Затраты на доставку ЖД транспортом определены в (21).

$$DF_{4,i} = \sum_v \sum_j \sum_k \left(q_{i,j,k,v} \cdot R_{i,j,k,v} \right) +$$

$$+ \sum_e \sum_j \sum_k \left(q_{i,j,k,e} \cdot R_{i,j,k,e} \right) + \sum_p \sum_j \sum_k \left(q_{i,j,k,p} \cdot R_{i,j,k,p} \right) + , \qquad (21)$$

$$+ \sum_z \sum_j \sum_k \left(q_{i,j,k,z} \cdot R_{i,j,k,z} \right)$$

где: $R_{i,j,k,v}$ – тарифная ставка на транспортировку угля k-ого вида с j-ого объекта до потребителя v в i-ом периоде;

$R_{i,j,k,e}$ – тарифная ставка на транспортировку угля k-ого вида с j-ого объекта до потребителя e в i-ом периоде;

$R_{i,j,k,p}$ – тарифная ставка на транспортировку угля k-ого вида с j-ого объекта до потребителя p в i-ом периоде;

$R_{i,j,k,z}$ – тарифная ставка на транспортировку угля k-ого вида с j-ого объекта до потребителя z в i-ом периоде.

Затраты на разгрузку угля определены в (22):

$$DF_{5,i} = \sum_z \left(\sum_j \left(\sum_k q_{i,j,k,z} \cdot \left(W_{раз} \right)_{i,z} \right) \right), \qquad (22)$$

где $\left(W_{раз} \right)_{i,z}$ – тарифная ставка на разгрузку угля в z-ом порту в i-ом периоде.

Затраты на таможенные сборы за провоз угля через погран. переходы (23):

$$DF_{6,i} = \sum_p \left(\sum_j \left(\sum_k q_{i,j,k,p} \cdot \left(W_{там} \right)_{i,p} \right) \right), \qquad (23)$$

где $\left(W_{там}\right)_{i,p}$ – таможенные сборы за провоз угля через p-ый погран. переход в i-ом периоде.

Анализ притоков от реализации продукции

Притоки от продаж на внутреннем рынке (кроме электростанций) (24):

$$CF_{1,i} = \sum_{v}\sum_{j}\sum_{k} q_{i,j,k,v} \cdot P_{i,j,k,v} \qquad (24)$$

где $P_{i,j,k,v}$ – цена на уголь k с j-ого промышленного объекта потребителя v в i-ом периоде;

Притоки от продаж электростанциям (25):

$$CF_{2,i} = \sum_{e} d_{i,e} \cdot P_{i,e} \qquad (25)$$

$$d_{i,e} = \sum_{j}\sum_{k}\left(q_{i,j,k,e} \cdot c_{i,j,k,e}\right)$$

где: $d_{i,e}$ – спрос на уголь потребителя e в тоннах условного топлива в i-ом периоде;

$P_{i,e}$ – цена за тонну условного топлива угля для потребителя e в i-ом периоде;

$k_{i,j,k,e}$ – коэффициент пересчета в условное топливо для угля k-ого вида угля, произведенного на j-ом объекте и отгруженного потребителю e.

Притоки от продаж на экспорт через погран. переходы (26):

$$CF_{3,i} = \sum_{p}\sum_{j}\sum_{k} q_{i,j,k,p} \cdot P_{i,j,k,p}\,, \qquad (26)$$

где:

$P_{i,j,k,p}$ – цена на k-ый вид угля с j-ого промышленного объекта для потребителя p в i-ом периоде.

Притоки от продаж на экспорт через порты (27):

$$CF_{4,i} = \sum_z \sum_j \sum_k q_{i,j,k,z} \cdot P_{i,j,k,z} \ , \qquad (27)$$

где $P_{i,j,k,z}$ – цена на k-ый вид угля с j-ого промышленного объекта для потребителя z в i-ом периоде.

$$S_i = \sum_v \sum_j \sum_k q_{i,j,k,v} + \sum_e \sum_j \sum_k q_{i,j,k,e} + \sum_p \sum_j \sum_k q_{i,j,k,p} + \sum_z \sum_j \sum_k q_{i,j,k,z} \qquad (28)$$

$$\forall q \geq 0 .$$

2.4. Метод определения точки безубыточности в условиях трансфертного ценообразования

Достаточно распространённой практикой является объединение в рамках холдинга ряда географически распределенных промышленных предприятий, реализация продукции которых головному предприятию осуществляется на основе трансфертного ценообразования. При этом возникает задача оптимального распределения дохода от реализации продукции холдинга между подразделениями, входящими в эту холдинговую структуру. В рамках настоящей работы автором предложен метод расчета и обеспечения безубыточности производственных подразделений холдинга.

Для определения точек безубыточности был разработан следующий метод. После первого просчета модели производится анализ безубыточности производственных подразделений по следующему алгоритму:

1. Рассчитать экономико-математическую модель.

2. Для каждого производственного подразделения (ПП) вычислить месячный показатель безубыточности как выручку ПП в месяце, рассчитанную по усредненной цене, минус себестоимость ПП и минус соответствующую долю административно-хозяйственных расходов всего промышленного предприятия.

- Выручка ПП считается на условии FCA.

- Выручка ПП считается по ценам на конечного покупателя. При этом по экспорту берётся цена с усреднением на калорийность, если уголь данной ПП попадает в бленды или смеси.
- Административно-хозяйственные расходы распределяются пропорционально тоннажу. При этом административно-хозяйственные расходы российских подразделений компании распределяются на весь уголь, а административно-хозяйственные расходы зарубежных филиалов – только на подразделения, которые отправляют свою продукцию на экспорт.

1. Для каждого ПП вычислить годовой показатель безубыточности ПП как сумму месячных показателей безубыточности ПП 12 месяцев.

2. В случае выявления ПП с отрицательным годовым показателем безубыточности провести сценарный анализ модели на предмет безубыточности этих ПП.

Сценарный анализ производится следующим образом:

1. Рассчитать модель, в которой введены дополнительные ограничения – условия годовой безубыточности ПП: годовая выручка ПП, рассчитанная по усредненной цене, минус годовая себестоимость ПП больше либо равна 0.

2. Проанализировать результаты. В случае неудовлетворительных результатов внести изменения в ограничения по безубыточности и вернуться на шаг 1, в противном случае окончание.

Сценарный анализ продолжается до определения корректного набора условий годовой безубыточности ПП.

Блок-схема метода определения точки безубыточности представлена на рисунке 17.

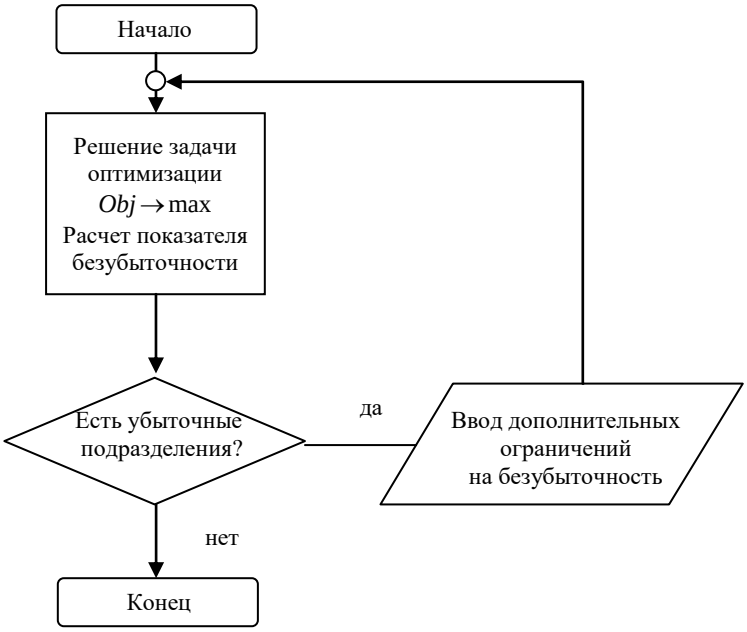


Рис. 17 – Метод определения точки безубыточности при трансфертном ценообразовании

2.5. Алгоритм оптимизации смешения продукции

В контрактах с экспортными потребителями оговариваются диапазоны показателей качественных характеристик требуемой продукции, а также целевой уровень. Компания имеет возможность отгрузить продукцию с качественными характеристиками как ниже целевого уровня, так и выше его в рамках заданного диапазона. При этом в случае, если качественные характеристики отгружаемой продукции ниже целевого уровня, на компанию налагаются штрафные санкции. В случае, если отгружается более качественная продукция, компания получает бонус за качество.

Иллюстрация разработанного автором алгоритма оптимизации смешения продукции представлена на рисунке 18.

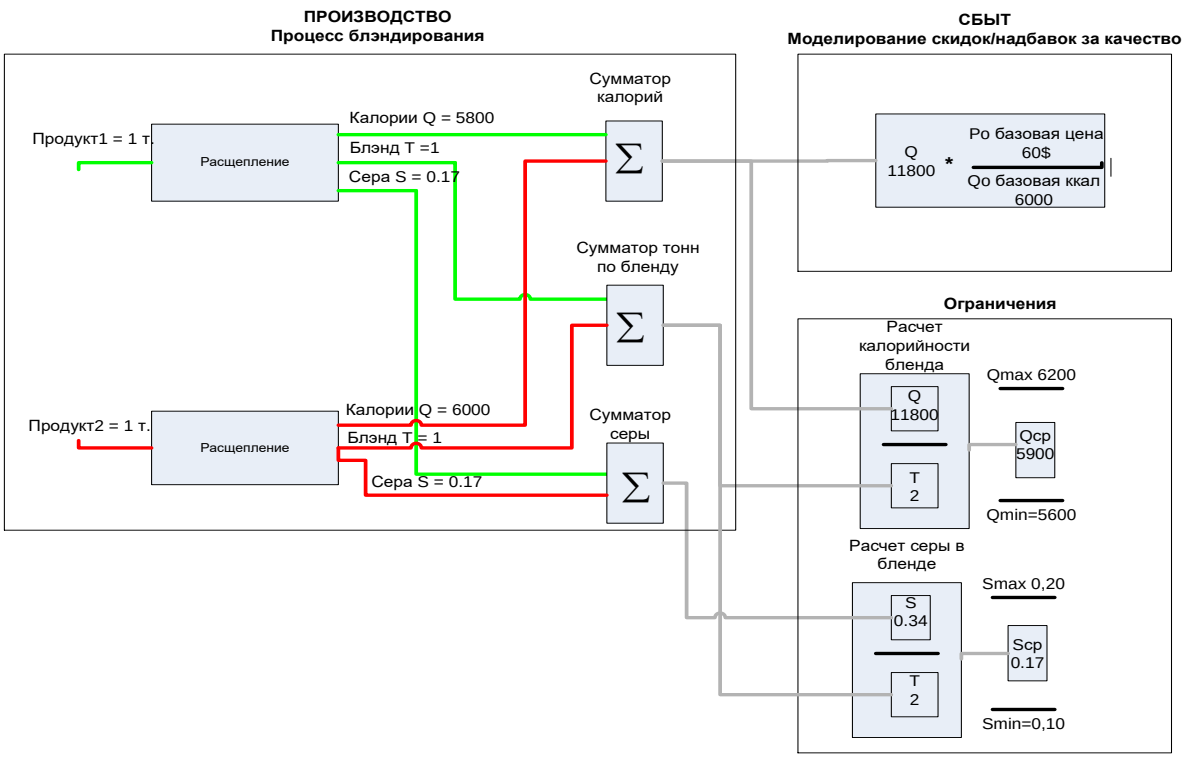


Рис. 18 – Иллюстрация алгоритма оптимизации смешения продукции

Таким образом, основные шаги алгоритма оптимизации смещения продукции следующие:

1. Рассчитать характеристики конечного бленда на основании характеристик смешиваемой продукции и объема.

2. Проверить удовлетворения ограничений по минимальным и максимальным значениям характеристик конечной смеси.

3. В случае удовлетворения ограничений, рассчитать штраф/бонус за качество на основании значения целевых показателей характеристик смеси и расчетных значений.

Данный алгоритм используется в экономико-математической модели цепи поставок угольного холдинга.

Зависимость цены бленда от качественных характеристик моделируется следующей зависимостью:

$$P_{i,z,k} = P^0_{i,z,k} \cdot (1 + \sum_{n=1}^{m} (k_n \cdot (A_{i,z,k,n} - A^0_{i,z,k,n}) / A^0_{i,z,k,n})), \qquad (29)$$

где: $P^0_{i,z,k}$ – базовая цена по контракту на k-ый вид бленда для потребителя z в i-ом периоде;

n – номер качественной характеристики бленда от 1 до m.

k_n – коэффициент бонуса/штрафа за качество, определяемое на основании контракта;

$A_{i,z,k,n}$ – значение качественной характеристики бленда;

$A^0_{i,z,k,n}$ – целевое значение качественной характеристики бленда.

ГЛАВА III. РЕАЛИЗАЦИЯ ТАКТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЦЕПИ ПОСТАВОК УГОЛЬНОГО ХОЛДИНГА

3.1. Методика реализации тактической модели цепи поставок угольного холдинга

3.1.1. Основные положения методики управления проектом с ответственностью исполнителя

Проведенное исследование практического опыта внедрений показывает, что создание моделей цепей поставок промышленных предприятий наиболее эффективно при использовании проектного подхода с фиксированным бюджетом и сроками. Альтернативный подход на основе подхода «время и материалы» (time and material) применяются редко и обычно для небольшого объема работ.

Проектный подход с фиксированным бюджетом и сроками, однако, требует особо тщательного подхода к управлению проектом как со стороны исполнителя, так и со стороны заказчика. В таблице 3 приведен обобщенный перечень ключевых рисков проекта внедрения системы интегрированного планирования.

Таблица 3

Основные риски проекта внедрения АСП ЦП

Риск	Вероятность	Влияние	Мероприятия по снижению рисков
Качество и сроки подготовки данных, необходимых для работы системы	В	В	Разработка требований к данным на ранних стадиях проекта Начало подготовки данных (проверка и внесение нормативов) до начала проекта Заказчиком Привлечение значительных ресурсов Заказчика
Интеграция с учетными системами	В	С	Привлечение внешних консультантов или опытных специалистов Заказчика
Сроки внедрения	Н	В	Создание высококвалифицированной команды по внедрению Осуществление еженедельного контроля за ходом проекта

Продолжение таблицы 3

Требования по расширению/ изменению масштабов работ при фиксированной стоимости проекта	В	В	Объявление моратория на расширение масштабов работ Вынесение дополнительных работ в отдельный проект Выделение дополнительного бюджета
Бюрократические процедуры, приводящие к задержке принятия решений	Н	В	Активное участие Спонсора проекта в согласовании Делегирование полномочий по принятию решений Следование временным лимитам на согласование
Нехватка технических специалистов со стороны Заказчика	Н	Н	Выделение ИТ-специалистов Заказчика в достаточном объеме Привлечение внешних консультантов (фрилансеров)
Дополнительная нагрузка для ключевых сотрудников компании в процессе внедрения	Н	С	Привлечение ресурсов на проект в рамках планируемой загрузки Дополнительная мотивация сотрудников Заказчика
Стабильность проектной команды	С	С	Повышение значимости и статусности проекта Дополнительная мотивация сотрудников
Качество обучения конечных пользователей	С	С	Выделение Заказчиком своих тренеров Заблаговременная подготовка ВСМПО учебных материалов Обучение с отрывом от производства в необходимом объеме
Неготовность использования новых процессов ключевыми пользователями системы	С	С	Получение поддержки со стороны Спонсора проекта Активное вовлечение в проект ключевых пользователей
Невозможность реализации определенных процессов в рамках системы	Н	В	Использование пошагового подхода (улучшения на следующих шагах) Наличие дополнительного бюджета на кастомизацию системы
Наличие соответствующего оборудования и ПО для внедрения	Н	В	Разработка требований к оборудованию и ПО на ранних стадиях проекта Наличие бюджета на дозакупку

Окончание таблицы 3

Вероятность задержки при поставках и монтаже оборудования	Н	В	Заказ оборудования на ранних стадиях проекта Привлечение проверенных поставщиков оборудования

В – высокий, С – средний, Н – низкий

Обобщение успешного опыта реализации проектов по интегрированному планированию позволило определить ключевые положения усовершенствованной методики управления проектом. В основе этой методики лежит концепция регулярной постановки задач исполнителем для проектной группы заказчика с четко оговоренными сроками. Реализация этих задач должна гарантировать своевременное достижение промежуточных целей проекта.

Применение усовершенствованной методики управления проектом с фиксированным бюджетом и сроками подразумевает следующее:

1. Исполнитель несет ответственность за достижение определенных в договоре результатов не позже заданных сроков в рамках согласованного бюджета. Проверочные процедуры, согласуемые заранее, позволяют объективно оценить достижение результатов проекта. Полномочия по управлению проектом находятся на стороне исполнителя (право назначать задачи для команды заказчика).

2. Заказчик несет ответственность за необходимый уровень содействия на проекте, а именно: выполнение задач, за которые заказчик несет ответственность на проекте (подготовка и предоставление данных, изменение процессов и т. д.). Если заказчик полностью выполняет свои обязательства по объему и срокам, то в этом случае ответственность за сроки предоставления результатов по проекту полностью лежит на исполнителе. Однако в случае если заказчик нарушает свои обязательства (задержка по срокам выполнения задач), исполнитель имеет право: а) увеличить сроки предоставления результатов на проекте пропорционально количеству дней просрочки со стороны заказчика;
б) увеличить стоимость проекта пропорционально стоимости количества дней просрочки со стороны заказчика.

Основные допущения.

В случае существенной просрочки исполнителя в выполнении обязательного срока завершения этапов, заказчик имеет право расторгнуть договор.

В случае существенной просрочки заказчика отменяется контрактный срок завершения этапов, и исполнитель имеет право расторгнуть контракт.

Просрочки подрядчика не изменяют срок завершения этапов, дают право заказчику оштрафовать исполнителя пропорционально размеру просрочки. В случае существенной просрочки дают право заказчику расторгнуть контракт.

Просрочки заказчика ведут к изменению сроков этапов проекта, дают право исполнителю на компенсацию пропорционально размеру просрочки. В случае существенной просрочки дают право исполнителю расторгнуть договор.

Время выполнения взаимных обязательств рассчитывается по полным календарным дням. Для просрочки, таким образом, несущественно, если опоздание при выполнении составляет 1 час или 23 часа (другими словами: каждый начатый день принимается за целый день просрочки)

Если срок предоставления содействия заказчиком или завершения работ исполнителем попадает на день, который не является рабочим, то данный срок автоматически переносится на ближайший рабочий день

Ни одна из сторон не должна выполнять свои обязанности по дням, которые не являются рабочими. Нерабочими днями считаются субботы, воскресенья и государственные праздники в стране заказчика.

В случае если произошла просрочка на стороне заказчика, и исполнитель пришел к заключению, что данная просрочка ему препятствует в завершении этапа и всего проекта, то если до сих пор не было существенной просрочки заказчика, то исполнитель обязан предоставить заказчику возможность выбора из следующих вариантов (время на принятие решения заказчиком ограничено):

А. Соблюдение времени и стоимости. Обязанность исполнителя предоставить результат (выполнить процедуру приемки) больше не действует, вместо него вступает в силу обязанность обеспечить в месте выполнения работ

квалифицированные ресурсы в объемах, установленных контрактом, стоимость не меняется.

Б. Соблюдение результата. Достижение запланированного результата нуждается в дополнительном выделении ресурсов исполнителя – это влечет изменение сроков и стоимости проекта

Если уже произошла существенная просрочка на стороне заказчика, то исполнитель может принять решение, предоставить ли заказчику возможность выбора из вариантов А или В, или исполнитель выберет самостоятельно вариант А (соблюдение времени и стоимости).

3.1.2. Организационная структура проекта

Для успешного прохождения работ согласно предложенной методике в рамках проекта рекомендуется следующая организационная структура:

Управляющий комитет (УК) несет общую стратегическую ответственность за Проект.

Участниками Управляющего комитета являются:

- руководители верхнего звена со стороны заказчика;
- руководители верхнего звена со стороны исполнителя.

Функции Управляющего Комитета:

- рассмотрение хода проекта на основе регулярных (не реже одного раза в месяц) статусных совещаний;
- утверждение результатов проекта;
- утверждение организационных решений по проекту;
- утверждение рамок, планов проекта;
- рассмотрение и утверждение запросов, изменяющих рамки проекта, и запросов, изменяющих уже принятые и согласованные проектные результаты;
- утверждение изменения сроков и/или бюджета проекта;
- решение ключевых проблем и спорных вопросов, решение которых выходит за пределы компетенции директора проекта.

На совещаниях УК могут эскалироваться проблемы, которые не удается решить оперативным путем, или эти проблемы затрагивают изменения функциональных и организационных рамок проекта.

Руководство проекта обеспечивает оперативное управление проектом.

Функции руководства проекта:

- рассмотрение хода реализации проекта один раз в неделю;
- согласование организационных и оперативных проектных решений;
- рассмотрение и согласование проектных процедур и других документов, регламентирующих проектную деятельность;
- рассмотрение вопросов ресурсного обеспечения проекта и подготовка их для утверждения Управляющим комитетом проекта;
- инициирование и подготовка вопросов по проекту для рассмотрения на заседаниях Управляющего комитета проекта;
- отчет-статус о ходе проекта перед Управляющим комитетом;
- своевременное вынесение потенциальных рисков на Управляющий комитет;
- эскалация проблем, требующих немедленного разрешения и выходящих за пределы компетенции руководства проекта, а при необходимости – инициирование внеплановых заседаний Управляющего комитета.

Директор проекта отвечает за общий успех проекта.

В сферу ответственности Директора проекта входит:

- утверждение целей проекта;
- утверждение сроков и бюджета проекта;
- утверждение результатов проекта;
- согласование и разрешение спорных вопросов в случае разногласий между менеджерами проекта. Эскалация на Управляющий комитет вопросов, выходящих за пределы компетенции Директора и Руководителей проекта.

Владелец модели отвечает за функциональные требования со стороны заказчика.

В сферу ответственности Владельца модели входит:

- согласование функциональной архитектуры решения;
- корректировка стандартов планирования и взаимодействия подразделений заказчика;
- организация сбора/ввода дополнительных данных;
- организация и проведение обучения проектной группы;
- курирование пилотного тестирования;
- принятие АСП ЦП в опытно-промышленную эксплуатацию;
- утверждение результатов проекта на каждом этапе.

После ввода АСП ЦП в Опытно-промышленную эксплуатацию Владелец модели отвечает за структуру модели в АСП ЦП, ее наполнение, пересчет, выверку и выгрузку результатов планирования.

Ответственные по направлениям отвечают за функциональные требования со стороны заказчика по соответствующим направлениям.

В сферу ответственности Ответственных по направлениям входит:

- согласование функциональной архитектуры решения по соответствующим направлениям;
- корректировка стандартов планирования и взаимодействия подразделений заказчика;
- организация сбора/ввода дополнительных данных;
- курирование пилотного тестирования;
- принятие АСП ЦП в опытно-промышленную эксплуатацию;
- согласование результатов проекта на каждом этапе.

Для реализации проекта назначаются руководители проекта со стороны заказчика и исполнителя, однако полномочия по управлению проектом лежат на исполнителе.

Руководители проекта обеспечивают руководство и контроль над проектом согласно утвержденным рамкам, подходам, плану и бюджету. Осуществляют координацию работы Групп моделирования бизнеса и Технического обеспечения и контроль выполнения поставленных перед ними задач и сроков их исполнения.

В сферу ответственности **руководителя проекта со стороны заказчика** входит:

- координация работы проектных групп подразделений заказчика, участвующих в проекте;
- организация взаимодействия при подготовке детального плана с руководителем проекта со стороны исполнителя;
- регулярный анализ хода выполнения проекта;
- контроль исполнения детального плана проектными группами: выполнение задач, использование ресурсов;
- обеспечение мониторинга рисков проекта;
- предоставление отчета о ходе выполнения проекта Управляющему Комитету;
- если необходимо, обеспечение вынесения проблем на уровень Управляющего Комитета;
- организация обучения сотрудников заказчика (подготовка помещений, рабочих мест и т. д.);
- организация утверждения результатов проекта;
- контроль сроков выполнения работ по проекту, изменений состава работ;
- эскалация запросов, связанных с ресурсным обеспечением проекта со стороны Проектного офиса на Директора проекта со стороны заказчика;
- эскалация запросов, связанных с ресурсным обеспечением проекта со стороны бизнес-пользователей на Директора проекта, а при необходимости – на Управляющий комитет;

- контроль бюджета проекта.

В сферу ответственности **руководителя проекта со стороны исполнителя** входит:

- руководство проектом, взаимодействие между участниками проектной группы;
- мониторинг результатов фаз (этапов) проекта и, при необходимости, разработка корректирующих действий;
- формирование, отслеживание, анализ и корректировка планов работ/задач проектной группе;
- подготовка отчетов о ходе выполнения проекта и проектных протоколов совещаний;
- вынесение проблем, при необходимости, на уровень Директора проекта или Управляющего Комитета;
- выявление рисков и проблем проекта, влекущих его изменение и эскалация рисков и проблем;
- контроль сроков выполнения работ по проекту; изменений состава работ;
- эскалация запросов, связанных с ресурсным обеспечением проекта со стороны исполнителя на Директра проекта со стороны исполнителя;
- контроль бюджета проекта.

Эксперты по направлениям – это сотрудники заказчика, которые отвечают за предоставление данных по соответствующим функциональным областям.

В сферу ответственности экспертов по направлениям входит:

- предоставление данных, необходимых для моделирования цепи поставок;
- обеспечение качества предоставляемых данных и полноты информации, необходимой для описания цепочки поставок в модели;

- проведение тестирования в соответствии с программой и методикой тестирования;
- формирование требований к формату отчетов.

Функциональный консультант – сотрудник исполнителя, обладает экспертизой в предметной области, соответствующей функциональным рамкам проекта, выполняет работы по внедрению системы у заказчика в соответствии с планом проекта.

В сферу ответственности функционального консультанта входит:

- разработка логических моделей АСП ЦП;
- участие в разработке интеграционных интерфейсов;
- подготовка документации в соответствии с планом проекта;
- обучение проектной группы стандартной функциональности системы;
- помощь пользователям заказчика в тестах и на начальной стадии использования;
- настройка параметров тестовой и продуктивной инфраструктуры.

Группа функциональных консультантов Business Intelligence (BI) – сотрудники заказчика, отвечают за импорт и визуализацию результатов планирования в BI.

В сферу ответственности Группы функциональных консультантов BI входит:

- импорт данных из АСП ЦП по результатам планирования в BI;
- формирование требований к формату отчетов по результатам проведения планирования и их реализация.

Группа функциональных консультантов ERP – сотрудники заказчика, отвечают за предоставление данных по соответствующим функциональным областям.

В сферу ответственности Группы функциональных консультантов ERP входит:

- согласование требований на предоставление данных НСИ из учетных систем;
- формирование спецификации на выгрузку данных из учетных систем;
- контроль процесса разработки интеграционных интерфейсов;
- контроль интеграционного тестирования.

Технические консультанты – сотрудники исполнителя, отвечают за постановку задачи и реализацию интеграционных интерфейсов АСП ЦП с существующими учетными системами заказчика и локальными базами данных.

В сферу ответственности технического консультанта входит:

- разработка требований к физической модели Хранилища данных (ХД);
- разработка требований к интеграционным интерфейсам;
- участие в разработке технических спецификаций интерфейсов, программ перемещения данных, отчетов и специальных доработок;
- инсталляция и отладка систем;
- участие в техническом тестировании.

Группа инфраструктуры и интеграции – сотрудники заказчика, консультируют по вопросам интеграции учетных систем заказчика с АСП ЦП, внедряемых в рамках проекта.

В сферу ответственности группы инфраструктуры и интеграции входит:

- предоставление данных НСИ из учетных систем согласно требованиям Группы функциональных консультантов ERP;
- выгрузка данных НСИ из учетных систем согласно согласованному техническому заданию;
- разработка интеграционных интерфейсов.

Администратор системы – сотрудник заказчика, отвечает за техническое администрирование серверов АСП ЦП в рамках проекта и после внедрения в промышленную эксплуатацию.

В сферу ответственности администратора системы входит:

- администрирование и обеспечение стабильного функционирования программного обеспечения на серверах;
- резервное копирование баз данных АСП ЦП/проектных документов;
- выполнение работ, связанных с загрузкой/выгрузкой данных;
- решение оперативных задач технического характера.

3.1.3. Процедуры управления проектом

Планирование работ

При возникновении изменений в плане работ, сдвигающих срок выполнения фазы проекта, эти изменения выносятся на обсуждение Руководства проекта и утверждаются Управляющим комитетом.

Оперативное планирование работ на проекте включает:

- детальное планирование работ на очередную фазу проекта (детальный план);
- формирование заданий проектной группе.

Детальное планирование работ на очередную фазу

Детальный план работ на фазу проекта готовится руководителями проекта на основании общего плана работ по проекту.

Детальный план работ на фазу проекта готовится не позже чем за неделю до окончания текущей фазы.

Разработанный детальный план проекта на очередную фазу передается для согласования и утверждения директором проекта. При этом общий срок согласования и утверждения составляет не более 5 дней.

На основании статуса работ детальный план работ на фазу может быть скорректирован. Изменения детального плана на фазу работ, не затрагивающие сроков общего плана на фазу, согласовываются и утверждаются директорами проекта. Изменения детального плана на фазу, затрагивающие сроки общего плана на фазу, согласовываются с Управляющим Комитетом.

Формирование заданий проектной группе

Формирование заданий проектной группе и контроль их исполнения выполняют руководитель проекта со стороны исполнителя при содействии

руководителя проекта со стороны заказчика на основе согласованного детального плана работ и фактически достигнутых результатов по проекту. Задание сотрудникам проектной группы формируется, уточняется на еженедельной основе на период не менее одной недели.

Совещания Управляющего комитета

Управляющий Комитет собирается на регулярной основе не реже 1 раза в месяц и не чаще чем 1 раз в 2 недели. Время совещания согласовывается не менее чем за 3 дня до совещания. Предположительная продолжительность заседаний 1-2 часа с возможным увеличением времени заседаний до принятия требуемых повесткой дня решений. Совещание может проводиться в форме телефонной или видеоконференции.

Руководители проекта со стороны исполнителя и со стороны заказчика формируют пакет документов для обсуждения на совещании Управляющего комитета. Пакет документов должен обязательно включать:

- повестку дня;
- отчет-статус выполнения работ по проекту;
- проектные документы, подлежащие утверждению.

Руководитель проекта со стороны исполнителя направляет участникам Управляющего комитета документы, подлежащие рассмотрению на совещании, не позднее чем за 3 рабочих дня до момента проведения совещания.

По результатам проведения совещания Управляющего комитета формируется протокол (решение Управляющего комитета). Руководитель проекта со стороны исполнителя направляет протокол совещания Управляющего комитета всем участникам Управляющего комитета для согласования.

Все материалы, представленные на совещание Управляющего комитета, сохраняются в проектных папках в электронном виде.

Еженедельные Рабочие совещания

Рабочие совещания проходят один раз в неделю продолжительностью ориентировочно 1 час. Дата и время проведения могут быть изменены, но

согласованы группой Руководства проекта не позднее двух дней до стандартного дня недели проведения Рабочего совещания.

Участниками Рабочих совещаний должны быть участники группы Руководства проекта, при необходимости (в зависимости от этапа проекта) – эксперты группы моделирования бизнеса и группы технического обеспечения.

Руководитель проекта со стороны исполнителя в день, предшествующий дню проведения Рабочего совещания, направляет участникам Рабочего совещания и приглашенным следующий пакет документов:

- повестка дня Рабочего совещания;
- статус выполнения работ;
- проектные документы, подлежащие согласованию на Рабочих совещаниях.

Руководитель проекта со стороны заказчика организует присутствие приглашенных лиц со стороны заказчика на Рабочем совещании.

По результатам проведения Рабочего совещания формируется протокол. Руководитель проекта со стороны исполнителя направляет протокол всем участникам и приглашенным на заседание Рабочего совещания.

Все материалы, представленные на Рабочее совещание, сохраняются в проектных папках в электронном виде.

Согласование протоколов совещаний

Для формализации принятых решений руководитель проекта со стороны исполнителя составляет протоколы встреч и не позднее 1 дня после встречи направляет протокол руководителю проекта со стороны заказчика для внесения корректировок или дополнения. После согласования документа руководителем проекта со стороны заказчика протокол направляется участникам совещания. Участники совещания в течение одного рабочего дня согласовывают протокол, либо направляют руководителю проекта со стороны исполнителя замечания.

В случае если в течение указанного срока участник совещания не предоставил свои замечания и комментарии, протокол считается согласованным с его стороны по умолчанию.

Согласование и утверждение проектных документов

1. Перед началом формирования документа, руководитель проекта со стороны исполнителя направляет участникам группы Руководства проекта структуру документа на согласование.

2. Участники группы Руководства проекта рассматривают структуру документа в течение одного дня и направляют замечания руководителю проекта исполнителя. При этом общий срок согласования составляет не более трех дней. В случае если в течение указанного срока участник группы Руководства проекта не предоставил свои замечания и комментарии, структура документа считается согласованной с его стороны по умолчанию.

3. Сотрудники Проектной группы исполнителя разрабатывают проектный документ в соответствии с согласованной структурой и направляют его участникам группы Руководства проекта.

4. Участники группы Руководства Проекта заказчика рассматривают проектный документ в течение не более пяти рабочих дней, формируют и направляют замечания к документу руководителю проекта со стороны исполнителя.

5. Руководитель проекта со стороны исполнителя организует внесение изменений в проектный документ и направляет документ участникам Проектной группы заказчика на повторное согласование.

6. В случае наличия противоречий по проектному документу руководитель проекта со стороны заказчика выносит их на рассмотрение Рабочего совещания.

7. В ходе Рабочего совещания противоречия рассматриваются, и вырабатывается общий подход к внесению изменений в документ.

8. После внесения необходимых корректировок в документ он согласовывается руководителями проекта со стороны заказчика и исполнителя, утверждается директором проекта.

9. Общий срок рассмотрения проектного документа не должен превышать 10 рабочих дней. По истечении этого срока, в случае наличия замечаний к финальной версии документа, предоставленного исполнителем, руководитель

проекта заказчика обязан письменно известить руководителя проекта исполнителя в течение 10 (десяти) рабочих дней после получения документа о неприемлемости данного документа. В соответствующем уведомлении должны быть изложены причины, по которым данный документ признается заказчиком неприемлемым. Заказчик не имеет право задерживать приемку документа исполнителя при отсутствии на то надлежащих причин. По истечении 10 (десяти) рабочих дней после получения заказчиком соответствующего документа, если исполнителю не направлено уведомление об отказе в приемке, такой документ считается принятым заказчиком. Если уведомление об отказе принять документ не является достаточно полным для того, чтобы исполнитель мог определить причину отказа в приемке данного документа, исполнитель имеет право письменно запросить дополнительную информацию у заказчика.

Замечания и исправления, поступившие после завершения согласования, рассматриваются в разделе «Управление изменениями».

Согласование и утверждение результатов работ по этапам

В ходе выполнения проекта фиксируются промежуточные результаты работ по этапам работ. После того как полностью согласованы и утверждены проектные документы, необходимые при реализации того или иного этапа работ, Протокол сдачи-приемки работ по этапу подписывается директором проекта.

Согласование и утверждение результатов работ по фазам

Фаза может включать в себя один или несколько этапов проекта. На основании протоколов о приемке работ по всем этапам, которые образуют одну фазу проекта, уполномоченные представители заказчика и исполнителя подписывают документ – «Акт сдачи-приемки работ» по фазе.

В течение 10 (десяти) рабочих дней с момента получения Акта выполненных Работ заказчик обязан подписать Акт и вернуть исполнителю один подписанный экземпляр или предъявить письменный мотивированный отказ от подписания Акта выполненных работ. В случае неполучения исполнителем в указанный срок Акта выполненных работ, подписанного заказчиком, или мотивированного отказа заказчика от подписания этого Акта,

работы считаются выполненными без замечаний и подлежащими оплате.

Порядок взаимодействия со службами заказчика

В ходе проекта выполняется взаимодействие проектной команды исполнителя с сотрудниками подразделений заказчика для оперативного получения информации. Взаимодействие проектной команды исполнителя с сотрудниками подразделений заказчика выполняется путем проведения интервью с сотрудниками заказчика при личном участии сотрудников или с использованием телефонной/видеоконференции.

В ходе первой фазы проекта руководитель проекта со стороны исполнителя высылает предварительный план проведения интервью. Предоставленный план проведения интервью согласовывается с группой Руководства проекта заказчика.

В случае возникновения необходимости организации дополнительных интервью с сотрудниками заказчика руководитель проекта со стороны исполнителя обращается к руководителю проекта со стороны заказчика устно или по электронной почте с просьбой об организации встречи. Руководитель проекта со стороны исполнителя указывает темы проведения интервью, ориентировочную продолжительность, участников со стороны заказчика и проектной группы и желательную дату проведения интервью.

Руководитель проекта со стороны заказчика согласовывает с сотрудниками заказчика дату, время, место и способ проведения (личная встреча, письменные вопросы, телефонная конференция) интервью и информирует руководителя проекта со стороны исполнителя о достигнутой договоренности.

Проектные помещения и инструменты

Для реализации проекта Проектной группы исполнителя необходимо:

- Наличие «внутреннего» телефона, список всех необходимых телефонных номеров.
- Наличие телефона с выходом в город.
- Наличие минимум пяти рабочих мест в головном офисе заказчика. Каждое рабочее место предполагает: стол, стул, электрическую розетку,

сетевую розетку с выходом в Интернет (наличие информации по настройке сети).

- Возможность удаленного подключения к серверам АСП ЦП и проектным файловым ресурсам извне для технических специалистов компании исполнителя с использованием защищенного протокола обмена данными.
- Набор канцтоваров.
- Наличие офисного принтера.

Методы обмена информацией

Следующие каналы заказчика используются для обмена информацией в рамках Проектной группы:

- сетевая папка проекта на сервере заказчика;
- проектная папка;
- электронная почта;
- совещания, встречи и интервью.

Управление Рисками

Риски могут быть выявлены любым участником Проектной группы и сообщены руководителю проекта соответствующей стороны. Руководитель проекта должен оценить степень влияния риска на ход проекта и при необходимости включить информацию о риске в отчет-статус проекта.

Изменение проектных документов

Под изменением понимается:

- изменение принятого проектного решения или другого ранее принятого отчетного документа проекта;
- изменение нормативных документов (функциональных и организационных рамок, плана, загрузки ключевых и ответственных пользователей и т. п.).

Изменение инициируется Запросом на изменение, имеющим специально определенную форму.

Любое изменение проектного документа оформляется как новая редакция проектного документа и проходит процедуры согласования и утверждения,

описанные выше для проектных документов. Новая редакция проектного документа, ссылаясь на предыдущее решение, должна содержать полное описание проектного документа.

Изменение нормативных документов может быть инициировано:

- одним из управляющих органов проекта;
- проектной командой.

Если изменение нормативных документов инициировано и принято одним из рабочих органов проекта, то оно должно быть доведено до проектной команды руководителем проекта со стороны исполнителя или заказчика в течение 2-х дней с момента принятия решения об изменении.

Если запрос на изменение нормативных документов инициируется проектной командой, то этот запрос проходит в проектной команде процедуры подготовки и согласования, аналогичные процедурам подготовки проектных документов.

После принятия запроса на изменение нормативных документов в проектной команде руководитель проекта со стороны исполнителя передает запрос на Рабочее совещание, сопровождая его справкой о необходимых изменениях сроков и средств.

Изменения, не несущие дополнительных трудозатрат, не влияющие на сроки проекта и не влекущие изменения процессов и/или нормативной базы заказчика согласуются на уровне руководителей проекта и утверждаются Директором проекта.

Изменения, влекущие сдвиг сроков окончания фаз и этапов проекта, утверждаются на Управляющем комитете.

Изменения, влекущие дополнительные затраты, эскалируются руководителем проекта и утверждаются после взаимно-согласованного изменения бюджета или иных условий, регламентированных Договорными отношениями, и после соответствующего документального оформления этих изменений.

Рабочее совещание принимает решение по данному запросу, если это относится к сфере его компетенции, и передает его на рассмотрение в

Управляющий Комитет. Управляющий комитет принимает решение по запросу на изменение, которое фиксируется в протоколе совещания. После принятия решения по запросу (Рабочим совещанием или Управляющим Комитетом) руководители проекта со стороны исполнителя и заказчика доводят это решение до проектной команды.

Руководитель проекта со стороны исполнителя в обязательном порядке регистрирует статус запроса на изменение в специальной форме.

Изменение структуры и состава проектной команды

Структура и состав проектной команды утверждаются Управляющим Комитетом.

Запрос на изменение структуры и/или состава проектной команды исполнителя готовится руководителем проекта со стороны исполнителя и передается руководителю проекта со стороны заказчика.

Вопрос об изменениях, связанных с привлечением дополнительных ресурсов или с отказом от ресурсов, согласовывается с руководителем проекта со стороны исполнителя и передается для принятия решения Рабочему совещанию.

Если планируется изменение структуры и/или состава проектной команды заказчика, то руководитель проекта со стороны заказчика незамедлительно информирует руководителя проекта со стороны исполнителя.

3.2. Цели и задачи проекта внедрения системы тактического планирования в угольном холдинге

Цель проекта

Повышение эффективности операционного планирования (год, квартал, месяц) цепи поставок угольного холдинга.

Данная цель достигается за счет:

- применения специализированной информационной системы оптимизационного планирования логистических цепочек – Enterprise Optimizer;

- использования опыта сотрудников исполнителя внедрения систем интегрированного планирования в российских компаниях.

В ходе проекта предполагается решить следующие задачи:

- оптимизация планирования операционной деятельности с целью повышения рентабельности цепи поставок как на годовом, так и на месячном уровнях;
- переход к интегрированной модели планирования производства, переработке транспортировки и сбыта, позволяющей создать оптимальные планы по удовлетворению спроса с учетом заданных политик руководства;
- сокращение цикла планирования, повышение точности планирования, предоставление возможности анализа и сравнения многовариантных планов производства и поставок;
- переход к централизованному динамическому перепланированию всей цепи поставок (добычи; обогащения; транспортировки; запасов; экспорта; внутреннего рынка, включая электростанции) с учетом изменяющихся рыночных факторов;
- вовлечение всех необходимых для процесса годового планирования подразделений компании (коммерческий блок, производство, финансы).

3.3. Функциональные и технические рамки проекта

Функциональные и технические рамки проекта приведены в таблице 4.

Таблица 4

Функциональные и технические рамки проекта

Раздел	Согласованный подход
Периодичность, горизонт и кванты планирования	• Горизонт планирования не более 12 месяцев. • Квант планирования равен 1 месяцу. • Периодичность обновления плана – не реже одного раза в месяц.
Единицы измерения	• Натуральные показатели моделируются в тыс. тонн. • При моделировании денежных показателей используется не более 5 валют. • Для перевода денежного показателя из одной валюты в другую специалистами Заказчика подготавливаются соответствующие прогнозы курсов валют.

Продолжение таблицы 4

Моделируемые элементы логистической цепи	• Модель цепи поставок угольного холдинга включает в себя ключевые производственные, перерабатывающие транспортные и сбытовые объекты, которые участвуют в добыче, переработке, транспортировке и доставке продукции конечным потребителям на российском и экспортном рынках. • Объекты цепи поставок угольной компании моделируется в системе агрегированно. При этом пропускные способности/производительности, расходные коэффициенты и затраты моделируются также агрегированно (минимального для производительностей, умножением для расходных коэффициентов и суммой для объединяемых операций для затрат с учетом расходных коэффициентов). • Обьект (склад, производство, ЖД станция) обозначается уникальной сущностью в модели цепочки поставок, в случае, если он: o имеет альтернативные каналы поставки; o имеет альтернативные источники снабжения; o может накапливать запасы; o имеет уникальные характеристики, по которым необходимо готовить управленческую и финансовую отчетность.
Моделирование производства	• В системе моделируются возможности по добыче и переработке, причем план производства не является фиксированным и определяется в результате просчета модели. • Ограничения на производство задаются в виде минимального и максимального объема добычи и переработки сортомарок угля за каждый период.
Моделирование транспортировок	• Транспортировки в системе моделируются путем задания транспортных плеч между двумя объектами цепи поставок с назначением стоимости транспортировки за каждую тонну угля. • В системе, наряду с ограничениями на отгрузку/приемку угля с обьектов цепочки поставок, возможно задать ограничения на пропускную способность транспортного плеча/групп транспортных плеч для моделирования квот перевозчиков на транспортировки и ограничений по собственному подвижному составу. • Ограничения на собственный и наемный транспорт задаются как суммарный объем перевозок, выраженный в тыс. тонн угля, который может быть перемещен в заданный период по заданной группе транспортных плеч.
Моделируемые в системе продукты, сырье и полуфабрикаты	• В системе принимается детализация готовой продукции согласно существующей в угольном холдинге классификации сортомарок углей, с учетом их уникальности по месту добычи и переработки. • В модели предусматривается возможность использования углей сторонних производителей. Количество углей и количество сторонних производителей углей согласовываются перед началом проекта. • В системе планирования учитываются только критические с точки зрения производства материалы (не более 500 наименований сырья, материалов и готовой продукции). Различного рода вспомогательные материалы, не критичные для производства, не моделируются. Затраты на неучтенные материалы моделируются как фиксированная добавка к затратам на основное сырье.

Моделирование спроса	• В системе используется единая группировка готовой продукции для представления в модели прогнозных и фактических заказов. • Для экспортных поставок для каждого Группового клиента специалистами Заказчика подготавливаются помимо планируемых объемов и цен реализации: список возможных для поставки углей со значением каллорийности, а также заданный допустимый интервал каллорийности конечного бленда в отгрузке. • Для внутреннего рынка для каждого Группового клиента специалистами Заказчика подготавливается кроме объемов и цен реализации список возможных для поставки углей-заменителей.
Моделирование экономики	• При разработке статической модели в системе планирования моделируются только переменные затраты цепи поставок. Переменные затраты включают в себя: o затраты на добычу 1 тыс. тонн угля/горной массы; o затраты на обогащение 1 тыс. тонн угля/горной массы; o затраты на транспортировку 1 тыс. тонн угля, включая затраты на внутренние транспортировки от добычных предприятий до ЖД станций отправлений; o затраты на таможенные отчисления на каждую тыс. тонн угля; o затраты на перевалку на каждую 1 тыс. тонн угля, в том числе в портах. • Постоянные затраты будут включены в модель на этапе разработки финасово-логистической модели . • Постоянные затраты цепи поставок угольного холдинга включают постоянные затраты по активам, находящимся в собственности угольного холдинга. • Структура активов угольного холдинга для целей внедрения системы планирования согласуется на первом этапе проекта и уточняется на этапе разработки финансово-логистической модели.
Точность данных	• Заказчик несет ответственность за правильность, точность данных для планирования (статические данные: технологические маршруты, расходные коэффициенты, справочники и классификаторы материалов и т.д.; динамические данные: остатки продукции, заказы и др.), предоставляемых им во время выполнения работ по проекту
Тестирование моделей (без учета интерфейсов)	• В рамках тестирования моделей вначале осуществлется тестирование базовой модели (на исторических данных), а затем целевой модели (на заданном горизонте планирования) • Тестирование осуществляется на основании согласованных планов тестирования • Для проверки каждой модели проводится не более трех итераций, в рамках которых выполняется запуск, просчет и анализ результатов планирования. • По результатам анализа специалистами Заказчика вносятся необходимые изменения в исходные данные по модели (изменяются параметры модели, т.е. курс валют, прогнозы обьемов сбыта, прочее). • В случае, если в ходе тестирования выявлены потребности в изменении ранее согласованной структуры модели, расширении списка моделируемых обьектов, сроки и объем дополнительных работ согласуются отдельно.
Функциональность систем	• В рамках проекта используется стандартная функциональность систем River Logic Enterprize Optimizer (RL EO), SAP Business Objects • При настройке Дополнительных справочников используется стандартная функциональность средств ввода компании RL EO на базе Windows Sharepoint Services 3.0, а тажке электронные таблицы MS Excel. Доработка функциональности ввода Дополнительных справочников находится вне рамок проекта.

Требования к эргономике и технической эстетике	В части внешнего оформления: • дружественный для пользователя интерфейс; • настраиваемость элементов интерфейса. В части диалога с пользователем: • диалог с пользователем должен быть оптимизирован для выполнения типовых и часто используемых прикладных операций; • наличие контекстно-зависимой справочной системы, позволяющей получить справку обо всех доступных активных элементах пользовательского интерфейса (о пунктах меню, диалоговых окнах, и пр.); • отображение на экране только необходимой для решения текущей прикладной задачи информации; • преимущественное использование манипулятора "мышь"; • возможность использования клавиатуры для выполнения операций; • минимизация количества нажатий клавиш, необходимых для выполнения стандартных действий; • использование функциональных и "горячих" клавиш. В части процедур ввода данных: • пользователь должен иметь возможность гибко контролировать ввод данных: просматривать введенные данные на мониторе, производить их корректировку или отказаться от ввода; • при вводе должны использоваться классификаторы для контроля вводимых данных и списки допустимых значений; • обеспечение возможности ввода значений по умолчанию; • обеспечение ввода заранее предустановленных значений.

Требования к Интерфейсу пользователя	• Ввод и отображение всех элементов цепи поставок угольного холдинга, включенных в модель, на русском языке;
	• отображение наименований столбцов таблиц АСП ЦП на русском языке;
	• отображение интерфейса пользователя в веб-браузере на русском языке;
	• отображение интерфейса разработчика модели на английском языке;
	• отображение параметров модели в виде динамических электронных таблиц;
	• возможность редактировать исходные данные модели, в том числе посредством Веб-браузера;
	• возможность установки формата данных в таблице, например, число знаков после запятой или вывод в процентном выражении;
	• возможность настройки ширины столбцов;
	• наличие прокрутки таблицы в случае, если данные не помещаются на экране;
	• возможность использования графиков для анализа данных, в том числе возможность настройки и визуального отображения на географической карте потоков грузов и объектов модели;
	• многопользовательский удаленный режим работы, т.е. возможность одновременной работы нескольких пользователей:
	  ○ регистрация учетных записей для пользователей системы;
	  ○ управление правами пользователей;
	  ○ доступ к системе, защищенный паролем.
	• наличие обмена данными с Microsoft Excel;
	• наличие сообщений и предупреждений об ошибках;
	• допустим вывод системных строк, всплывающих сообщений, справок на английском языке.

Окончание таблицы 4

Требования к Интерфейсам ввода дополнительных данных	• Отсутствие необходимости двойного ввода данных; • отображение форм ввода, элементов интерфейса на русском языке; • отображение параметров модели в виде динамических электронных таблиц; • возможность фильтрации данных в таблицах; • наличие прокрутки таблицы в случае, если данные не помещаются на экране; • многопользовательский удаленный режим работы, т.е. возможность одновременной работы нескольких пользователей: ○ регистрация учетных записей для пользователей системы; ○ управление правами пользователей; ○ доступ к системе, защищенный паролем.
Требования к подсистеме построения аналитической отчетности	Подсистема построения аналитической отчетности должна обладать интуитивно-понятным графическим интерфейсом пользователя и предоставлять возможности по построению стандартной аналитической отчетности по месячному, квартальному, годовому планам; отчетности по программе продаж; отчетности по план/факторному анализу; сценарному анализу. Подсистема построения аналитической отчетности должна позволять осуществлять создание и настройку отчетов без привлечения ИТ разработчиков. Часть отчетов согласно с планом работ реализуется силами специалистов Исполнителя. Все дополнительные отчеты реализуются специально выделенным для этих целей специалистом Заказчика из числа бизнес пользователей. В части Интерфейса пользователя и отчетности подсистема построения аналитической отчетности должна удовлетворять следующим базовым требованиям: • отображение отчетных форм, элементов интерфейса на русском языке; • возможность использования графиков, сводных таблиц, в том числе кросс таблиц; • возможность определения правил и условий для автоматической визуализации данных, которые удовлетворяют этим условиям, например, прогнозный показатель меньше некоторого значения; • возможности поиска, фильтрации и сортировки данных; • возможность создавать и добавлять новые расчетные строки и столбцы; • возможность установки формата данных в таблице, например, число знаков после запятой или вывод в процентном выражении; • возможность настройки ширины столбцов; • наличие прокрутки таблицы в случае, если данные не помещаются на экране; • наличие обмена данными с Microsoft Excel; • наличие сообщений и предупреждений об ошибках.

3.4. Распределение задач по этапам проекта

В рамках выполнения работ по проекту выделяются следующие четыре этапа (таблица 5):

Таблица 5

Основные этапы проекта

№ п/п	Этапы/Фазы	Длительность, месяцев	Комментарий
1.	Разработка функциональных требований и архитектуры решения АСП ЦП	3	Проектирование решения
2.	Разработка Статической модели	4	Создание модели цепи поставок угольного контура в АСП ЦП без разработки интеграционных интерфейсов с ИС Заказчика
3.	Разработка Динамической модели	4,5	Интеграция АСП ЦП с ИС Заказчика, внедрение Подсистемы Построения Аналитической Отчетности, разработка Аналитической отчетности
4.	Разработка Финансово-логистической модели в АСП ЦП	4	Доработка модели в АСП ЦП в части финансов

В рамках 2 и 4 этапов для целей тестирования сначала создается так называемая «Базовая модель» – модель цепи поставок угольного контура, построенная на исторических данных, и затем после отладки на ее базе создается так называемая «Целевая модель» – модель цепи поставок угольного контура, построенная на заданный горизонт планирования.

Таблица 6

№ п/п	Этапы, подэтапы работ	Результаты	Распределение задач
1.	**Разработка функциональных требований и архитектуры решения АСП ЦП**		
1.1.	Разработка устава, плана работ	Документы. «Устав проета». «План работ». • Определен состав проектной группы со стороны Заказчика и Исполнителя • Подготовлена рабочая среда для проектной группы • Утвержден устав проекта и детальный план работ по внедрению системы (сроки, задачи, ресурсы, ответственные) • Проведено обучение для проектной группы по стандартной функциональности RL EO	Исполнитель: • Рекомендации по составу проектной группы • Разработка детального плана работ • Рекомендации по спецификации серверного оборудования • Проведение обучения для проектной группы по стандартной функциональности RL EO Заказчик: • Создание проектной группы. • Подготовка рабочей среды для проектной группы • Участие в обучении • Утверждение проектных документов

1.2.	Разработка концепции модели угольного контура в АСП ЦП	Документ «Концепция модели угольного контура в АСП ЦП» • Разработано описание логистической цепи • Определен перечень целевых функций и сценариев моделирования • Определена концептуальная архитектура решения • Определены требования к аналитической отчетности • Определены требования и по интеграции с другими системами. • Разработан прототип Статической модели	Исполнитель: • Интервью сотрудников, анализ существующей схемы планирования, отчетности • Разработка концепции модели угольного контура в АСП ЦП • Настройка прототипа Статической модели Заказчик: • Предоставление информации по процедуре планирования, цепочке поставок, требований к отчетности • Согласование прототипа • Утверждение проектных документов
2.	**Разработка Статической модели**		
2.1.	Настройка Статической модели	• Установлена система RL EO	Исполнитель: • Установка RL EO Заказчик: • Установка серверного оборудования и программного обеспечения

		• Документы «Технический дизайн статической модели», «Требования к форматам данных», «Планы тестирования»
		• Базовая Статическая модель в формате RL EO
		• Целевая Статическая модель в формате RL EO
		• Отчетность в формате RL EO или MS Excel (не более 5 отчетов) статической модели. Предварительный состав отчетности:
		  • Прогноз продаж/план продаж
		  • Маржинальность по продуктам
		  • Загрузка производственных ресурсов
		  • Потребность в транспортировках
		  • Динамика запасов
			Исполнитель:
			• Разработка технического дизайна Статической модели, требований к формату данных
			• Разработка планов тестирования
			• Настройка Базовой Статической модели
			• Импорт данных, предоставленных Заказчиком, в Базовую Статическую модель
			• Просчет и утверждение Базовой Статической модели (не более 3-х итераций)
			• Настройка Целевой Статической модели
			• Импорт данных, предоставленных Заказчиком, в Целевую Статическую модель
			• Просчет и утверждение Целевой Статической модели (не более 3-х итераций)
			• Настройка отчетности средствами RL EO и MS Excel
			Заказчик:
			• Утверждение проектных документов
			• Подготовка данных для Базовой и Целевой Статической модели в формате, предоставленном Исполнителем
			• Тестирование моделей по планам тестирования

2.2.	Опытно-промышленная эксплуатация Статической модели (1 месяц)	• Проведено обучение для проектной группы по планированию в Статической модели • Проведен один цикл планирования в Статической модели • Получена согласованная отчетность Статической модели	Исполнитель: • Обучение проектной группы планированию в Статической модели • Консультирование проектной группы Заказчика в ходе опытно-промышленной эксплуатации Статической модели • Консультации по разработке стандарта бизнес-процесса тактического управления цепью угольного холдинга в рамках Статической модели Заказчик: • Прохождение проектной группой обучения по планированию в Статической модели • Обучение пользователей планированию в Статической модели • Планирование в в Статической модели • Выверка данных Статической модели • Получение согласованной отчетности в Статической модели • Разработка стандарта бизнес-процесса тактического управления цепью угольного холдинга в рамках Статической модели
3.	**Разработка Динамической модели**		
3.1.	Разработка технического проекта Динамической модели	Документ «Технический проект» • Разработана конфигурация Динамической модели • Разработана техническая архитектура системы; • Определены требования к ведению Дополнительных справочников • Определены требования и форматы данных по интеграции с ИС Заказчика • Разработано техническое задание на ХД АСП ЦП; • Разработан функциональный дизайн по аналитической отчетности Динамической модели в Системе бизнес-анализа (не более 10 Стандартных отчетов, разрабатываемых Исполнителем).	Исполнитель: • Разработка конфигурации АСП ЦП, модели цепи поставок в АСП ЦП по результатам разработки Статической модели • Разработка технической архитектуры АСП ЦП • Разработка требований к ведению Дополнительных справочников • Разработка технического задания на ХД АСП ЦП • Разработка функционального дизайна отчетов Динамической модели в Системе бизнес-анализа • Разработка требований и форматов данных по интеграции Динамической модели с ИС Заказчика Заказчик: • Предоставление описания форматов данных, выгружаемых из ИС Заказчика в ПБД в рамках построения Динамической модели • Утверждение проектных документов

Продолжение таблицы 6

3.2.	Разработка интеграционного слоя, аналитической отчетности Динамической модели	Разработаны средства интеграции, Динамическая модель готова для проведения пилотного тестирования: • Настроены формы ввода Дополнительных справочников • Разработаны средства преобразования и загрузки данных в ПБД • Разработаны средства преобразования и загрузки данных из ПБД в АСП ЦП • Проведено первичное тестирование интеграционного слоя, аналитической отчетности • Планы тестирования Разработана аналитическая отчетность • Разработана и и проведено первичное тестирование аналитической отчетности Динамической модели (не более 10 Стандартных отчетов)	Исполнитель: • Развертывание ХД АСП ЦП • Настройка форм ввода Дополнительных справочников, первичное тестирование • Разработка средств преобразования и загрузки данных в АСП ЦП из ПБД, плоских файлов (не более 25 плоских файлов, в каждом из которых не более 1 закладки), первичное тестирование • Разработка метаслоя системы отчетности на основе технического задания на ХД АСП ЦП, первичное тестирование • Настройка и первичное тестирование Стандартных отчетов на основе функционального дизайна • Разработка планов по тестированию интеграционного слоя • Разработка планов по тестированию Стандартных отчетов (в рамках отчетности, разрабатываемой Исполнителем) Заказчик: • Разработка средств интеграции ИС Заказчика, с ПБД • Первичное тестирование: • средств интеграции • Дополнительных справочников • аналитической отчетности. • Согласование планов тестирования
3.3.	Пилотное тестирование Динамической модели	Проведено тестирование процедуры планирования в Динамической модели. Динамическая модель готова к опытно-промышленной эксплуатации. • Проверена корректность настройки Динамической модели, средств интеграции, аналитические отчеты	Исполнитель: • Исправление ошибок в части: • импорта данных из ПБД в АСП ЦП • настроек системы • форм ввода Дополнительных справочников • аналитической отчетности Заказчик: • Проведение работ по тестированию по планам тестирования • Ввод информации о пользователях • Исправление ошибок в части: • средств интеграции ИС Заказчика с ПБД.

3.4.	Опытно-промышленная эксплуатация Динамической модели	• Проведен один цикл планирования в Динамической модели • Получена согласованная отчетность Динамической модели	Исполнитель: • Консультирование проектной группы Заказчика по планированию в Динамической модели • Консультации по доработке стандарта бизнес-процесса тактического управления цепью угольного холдинга с учетом разработки Динамической модели Заказчик: • Обучение конечных пользователей планированию в Динамической модели • Планирование в Динамической модели • Выверка данных Динамической модели • Получение согласованной отчетности в Динамической модели • Доработка стандарта бизнес-процесса тактического управления цепью угольного холдинга с учетом разработки Динамической модели.
4.	**Разработка Финансово-логистической модели в АСП ЦП**		
4.1.	Доработка технического проекта с учетом требований по реализации финансово-логистической модели	• Прототип Финансово-логистической модели Доработаный «Технический проект» • Доработана конфигурация АСП ЦП, модель цепочки поставок в системе • Обновлена техническая архитектура АСП ЦП • Дополнены требования к ведению Дополнительных справочников • Доработано техническое задание на ХД АСП ЦП • Разработан функциональный дизайн по аналитической отчетности Финансово-логистической модели в Системе бизнес-анализа (не более 5 Стандартных отчетов) • Дополнены требования и форматы данных по интеграции с ИС Заказчика • Планы тестирования	Исполнитель: • Настройка прототипа Финансово-логистической модели цепочки поставок • Доработка конфигурации АСП ЦП, модели цепочки поставок с учетом требований по реализации Финансово-логистической модели • Доработка технического задания на ХД АСП ЦП • Разработка функционального дизайна аналитической отчетности Финансово-логистической модели в Системе бизнес-анализа • Доработка требований к интеграционным интерфейсам с учетом требований по реализации Финансово-логистической модели • Разработка планов тестирования Заказчик: • Предоставление информации по процедуре планирования, требований к отчетности • Утверждение проектных документов.
4.2.	Настройка Статической Финансово-логистической модели	Базовая Статическая модель Целевая Статическая модель	Исполнитель: • Импорт данных, предоставленных Заказчиком, в Базовую Статическую модель • Просчет и утверждение Базовой модели (не более 3 итераций) • Импорт данных, предоставленных Заказчиком, в Целевую Статическую модель • Просчет и утверждение Целевой модели (не более 3 итераций) Заказчик: • Подготовка данных для Базовой и Целевой модели в формате, предоставленном Исполнителем • Тестирование модели по планам тестирования.

Окончание таблицы 6

4.3.	Доработка интеграционного слоя, аналитической отчетности Финансово-логистической модели	Доработаны средства интеграции, система готова для проведения пилотного тестирования:
		• Донастроены формы ввода Дополнительных справочников
		• Доразработаны средства интеграции с ИС Заказчика
		• Доработаны средства преобразования и загрузки данных из ПБД в АСП ЦП
		• Проведено первичное тестирование средств интеграции
		• Планы тестирования
		Разработана аналитическая отчетность
		• Разработана и проведено первичное тестирование аналитической отчетности в Системе бизнес-анализа
			Исполнитель:
			• Донастройка форм ввода Дополнительных справочников
			• Доработка средств преобразования и загрузки данных в АСП ЦП из ПБД, плоских файлов (не более 25 плоских файлов, в каждом из которых не более 1 закладки), первичное тестирование
			• Доработка метаслоя системы отчетности на основе технического задания на ХД АСП ЦП, первичное тестирование
			• Настройка и первичное тестирование аналитической отчетности на основе функционального дизайна
			• Разработка планов по тестированию интеграционного слоя
			• Разработка планов по тестированию Стандартных отчетов (в рамках отчетности, разрабатываемой Исполнителем)
			Заказчик:
			• Доработка средств интеграции с ИС Заказчика и ПБД
			• Первичное тестирование:
			  • средств интеграции
			  • аналитической отчетности
			• Согласование планов тестирования

4.4.	Пилотное тестирование Финансово-логистической модели	Проведено тестирование процедуры планирования в системе.
		Система готова к опытно-промышленной эксплуатации.
		• Проверена корректность настройки системы, средств интеграции, аналитические отчеты
			Исполнитель:
			Исправление ошибок в части:
			  • импорта данных из ПБД в АСП ЦП
			  • настроек системы
			  • форм ввода Дополнительных справочников
			  • аналитической отчетности
			Заказчик:
			• Проведение работ по тестированию процедуры планирования по планам тестирования
			• Ввод информации о пользователях
			• Исправление ошибок в части:
			  • средств интеграции с ИС Заказчика
			  • выгрузки данных в ПБД

4.5.	Опытно-промышленная эксплуатация Финансово-логистической модели (1 месяц)	• Проведен один цикл планирования в Финансово-логистической модели • Получена согласованная отчетность Финансово-логистической модели	Исполнитель: • Консультирование проектной группы Заказчика по планированию в Финансово-логистической модели • Консультации по доработке стандарта бизнес-процесса тактического управления цепью угольного холдинга с учетом разработки Финансово-логистической модели Заказчик: • Обучение конечных пользователей планированию в Финансово-логистической модели • Планирование в Финансово-логистической модели • Выверка данных Финансово-логистической модели • Получение согласованной отчетности Финансово-логистической модели • Доработка стандарта бизнес-процесса тактического управления цепью угольного холдинга с учетом разработки Финансово-логистической модели.

ГЛАВА IV. СОЗДАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ТАКТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УГОЛЬНОГО ХОЛДИНГА

4.1. Определение целей и ожидаемых результатов моделирования

В качестве наглядного примера рассмотрим цепь поставок промышленного предприятия – угольного холдинга с географически распределенными активами и широкой номенклатурой взаимозаменяемой продукции. В настоящем разделе приводится описание предприятия и постановка задачи тактического планирования.

Целью внедрения АСП ЦП является повышение эффективности тактического (до 1,5 лет) планирования цепи поставок угольного холдинга.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи (направления работ):

- оптимизация планирования логистической деятельности с целью повышения рентабельности продаж как на периоде до 1,5 лет, так и на месячном периоде;
- переход к интегрированной модели планирования производства и сбыта, позволяющей создавать оптимальные планы по удовлетворению спроса с учетом заданных стратегий руководства;
- сокращение цикла планирования, повышение качества планирования, предоставление возможности анализа и сравнения многовариантных планов производства и сбыта;
- вовлечение в проект всех необходимых для процесса тактического планирования подразделений компании (коммерческий блок, производство, финансы).

АСП ЦП предназначена для:

- формирования сбалансированного плана отгрузок угольной продукции на месячном интервале планирования;
- создания плана перевозок с учетом возможностей по отгрузкам, ограничений цепи поставок и существующих заявок контрагентов;

- формирования сбалансированного плана отгрузок угольной продукции на различных горизонтах планирования до 1,5 лет с помесячной разбивкой для нужд коммерческой, производственной и финансово-экономической служб угольного холдинга с учетом возможностей по отгрузкам, ограничений цепи поставок и существующих заявок контрагентов;
- формирования полной и достоверной программы продаж на базе сбалансированного плана отгрузок;
- генерации отчетов, в том числе с возможностью визуального отображения потоков грузов и объектов модели на географической карте (Google Earth).

Особенностями многих промышленных предприятий является наличие конкурирующих между собой целей различных структурных подразделений/звеньев цепи поставок.

Сбыт:

- максимизация выручки за счет реализации качественного угля;
- максимизация удовлетворения приоритетных клиентов.

Производство:

- максимизация загрузки производственных мощностей за счет максимального производства рядового угля.

Транспортировка:

- достижение целевого уровня загрузки транспортных мощностей.

Финансы:

- обеспечение безубыточности производственных подразделений в условиях трансфертного ценообразования;
- максимизация валовой прибыли.

Ключевой целью планирования цепи поставок предприятий рассматриваемого класса является нахождение баланса интересов структурных подразделений компании и звеньев цепи поставок.

Результатами моделирования в системе планирования являются рассчитанные показатели (в тоннах и других натуральных единицах) добычи, переработки, отгрузки, перевозки, перевалки, продажи и т. д. наименований

угольной продукции, которые обеспечивают оптимальное решение, т. е. максимальное значение целевой функции сценария в рамках заданных ограничений цепочки поставок.

Рассчитанные натуральные показатели в совокупности со структурой доходов и затрат (постоянных и переменных) по каждому элементу логистической цепи дают основу для расчета экономических показателей модели в бюджете доходов и расходов (БДР) и бюджете движения денежных средств (БДДС).

4.2. Структура и материальные потоки цепи поставок угольного холдинга

4.2.1. Структура цепи поставок угольного холдинга

Рассматриваемое предприятие – крупнейшее угледобывающее объединение в России, входящее в пятерку по объемам добычи угля на внутреннем рынке и в десятку по объемам поставок на мировом рынке.

В состав угольного холдинга входит более 30 угледобывающих предприятий и более 10 обогатительных фабрик, расположенных в Красноярском, Приморском и Хабаровском краях, Иркутской, Читинской и Кемеровской областях, в Бурятии и Хакасии, где осуществляется открытая и закрытая добыча каменного и бурого угля.

Компания поставляет продукцию во все регионы России десяткам тысяч потребителей, включая промышленные предприятия, электростанции, металлургические компании, железнодорожные станции, воинские части, региональные управления и т. д. Доставка угля осуществляется с использованием собственного и привлеченного железнодорожного и автомобильного транспорта.

Отгрузка на экспорт составляет около 50% объемов добытой продукции компании. Доставка экспортным клиентам осуществляется через пограничные переходы железнодорожным транспортом, а также морским путем через западные и восточные порты России и стран СНГ.

Схематическое изображение цепи поставок угольного холдинга приведено на рисунке 19.

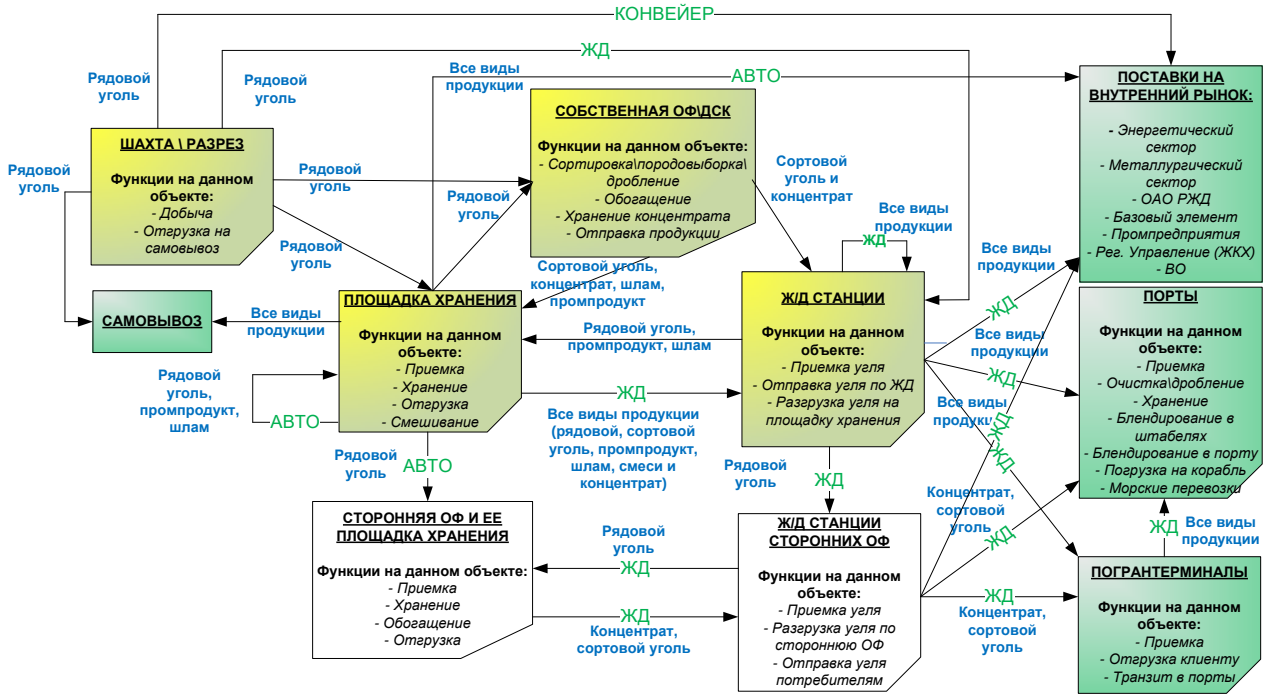


Рис. 19 – Цепь поставок угольного холдинга

Легенда схематического изображения цепи поставок угольного холдинга приведена в таблице 7.

Таблица 7

Легенда

Объекты компании **Функции на данном объекте:** *- Функция 1* *- Функция 2* **Сторонние объекты** **Функции на данном объекте:** *- Функция 1* *- Функция 2* **Объекты потребления** **Функции на данном объекте:** *- Функция 1* *- Функция 2*	Основные объекты цепочки поставок: разрезы, шахты, площадки хранения, обогатительные фабрики, железнодорожные станции, пограничные терминалы и порты. Объекты обозначены на диаграмме пятиугольниками. У каждого объекта цепи поставок перечислены ключевые функции. Объекты потребления на диаграмме приведены справа.
→	Направления перевозки угольной продукции. Направления на диаграмме обозначены стрелками.
Рядовой уголь	Виды продукции, которая перевозится в направлении перевозки. Виды продукции на диаграмме выделены жирным шрифтом.
ЖД	Виды транспорта, используемого при перевозке. Вид транспорта указан прямо на направлениях перевозки. Подразумевается, что у направлений перевозки, у которых на диаграмме нет вида транспорта, отсутствуют транспортные ограничения.

4.2.2. Временной горизонт и временные кванты модели

Модель имеет полуторагодичный временной горизонт с шагом, равным одному месяцу.

4.2.3. Целевые функции и сценарии моделирования

Целевой функцией оптимизации финансово-логистической цепочки поставок в модели по умолчанию является сумма двух критериев:

- максимизация статьи «Валовая прибыль» БДР по угольному контуру;
- приоритетность клиентов.

При изменении указанной целевой функции (например, в рамках сценарного анализа или изменения целевой функции основного действующего сценария) можно изменять набор критериев, т. е. добавлять новые и убирать лишние. Список доступных критериев для целевой функции:

- максимизация статьи «Валовая прибыль» БДР по угольному контуру;

- приоритетность клиентов;
- максимизация загрузки производственных мощностей;
- максимизация отгрузки клиентам в тоннах;
- максимизация статьи «Выручка от реализации» БДР по угольному контуру;
- максимизация статьи «EBITDA» БДР по угольному контуру.

4.2.4. Продукция

Продукция угольного холдинга представлена углями различного наименования. В модели вся логистическая сеть холдинга представлена как цепь взаимодействующих процессов:

- переработки угля одного наименования в уголь другого наименования;
- перевозки, приемки, погрузки и хранение угля одного наименования;
- продажи угля определенного наименования;
- закупки угля определенного наименования.

На входе и выходе процессов:

- угольная продукция определенных наименований;
- дополнительные показатели угольной продукции (в случае необходимости), такие как:
    - зольность на сухое состояние топлива %;
    - влага общая на рабочее состояние топлива %;
    - общая сера %;
    - выход летучих веществ %;
    - низшая теплота сгорания на рабочее состояние топлива ккал/кг.

В модели используется следующая классификация углей (классов):

- Рядовой уголь. Это уголь, отгружаемый потребителям без какой-либо переработки на ДСК/ОФ.
- Сортовой уголь – уголь определенного класса, прошедший переработку на ОФ/ДСК.
- Отсев, уголь мелкой фракции, с нижней границей 0 мм, являющийся результатом переработки угля на ОФ/ДСК.

- Концентрат – целевой продукт обогащения на ОФ.
- Промпродукт, Шлам – побочные продукты обогащения на ОФ.
- Смеси – формируются на площадке хранения путем смешивания промпродукта, шлама, отсева и рядового угля.
- Блендовые смеси (бленды) – формируются в портах путем смешивания углей различных классов (в основном концентратов из разных шахт и разрезов, но также возможно смешение рядового угля и сортомарок) при погрузке на судно и/или в штабелях порта.

В модели угольного контура наименование угля формируется по двум алгоритмам.

Алгоритм 1. Наименование добытого, обогащенного, отсортированного угля или смесей включает следующую информацию (располагается в наименовании последовательно, слева направо, например, ДПК-Черногорский-Черногорская ОФ):

- марка угля (1Б, 2Б, Д, Г и т. д.);
- сорт угля: рядовой – Р, концентрат – конц, шлам – шл, промпродукт – пп, смесь – см, П – плитный, К – крупный, О – орех, М – мелкий, С – семечко, Ш – штыб или комбинации сортов и т. д.
- происхождение, т. е. название шахты/разреза, откуда уголь добыт плюс наименование ОФ/ДСК, если он был переработан.

Алгоритм 2. Помимо алгоритма 1 формирования наименования угольной продукции, который подходит для моделирования процессов добычи и обогащения, для моделирования экспортных продаж блендовых смесей (блендов), а также для моделирования взаимозаменяемости углей на внутреннем рынке, в модели применяется целевой алгоритм формирования наименования угольной продукции. Информация в целевом наименовании располагается последовательно, слева направо:

- рынок сбыта, т. е. внутренний – В или экспорт – Э;
- целевое наименование, т. е. блендовая смесь определенного номера – Бл01, См01 или марка угля с фракцией ДПК;

- потребитель, т. е. код контрагента – 1000019900 или группы контрагентов, если смесь подходит для продажи нескольким потребителям;
- характеристика взаимозаменяемости, т. е. по калорийности – К, по влаге – В, по зольности – З, по азоту – N, по сере – S и др. Характеристика взаимозаменяемости определяет те характеристики угля, которые:
  - для внутреннего рынка должны быть неизменны при поставке клиенту угля наименования, отличающегося от указанного в контракте. Например, при поставке альтернативного угля, его калорийность, влагосодержание и зольность должны быть такими же, как в контракте, что означает, что характеристика взаимозаменяемости равна «КВЗ»Р;
  - для экспортного рынка согласно контракту должны быть конечными при смешивании углей различных наименований. Например, блендовая смесь по контракту должна иметь определенную калорийность и содержание азота, что означает, что характеристика взаимозаменяемости равна «KN».

Пример наименований, составленных по алгоритму 2: «Э-Бл01-1000019900-KN» – экспортная блендовая смесь для контрагента 1000019900 с характеристикой взаимозаменяемости KN (калорийность (К) и азот (N)) или «В-ДПК-1000019901-ВЗ» – уголь марки Д фракции ПК на внутреннем рынке для контрагента1000019901 с характеристикой взаимозаменяемости ВЗ (влага (В) и зольность (З)).

Дополнительные показатели угольной продукции моделируются в случае, если они важны для определения взаимозаменяемости продукции или влияют на цену продаваемой продукции. Дополнительными показателями угольной продукции являются:

- зольность на сухое состояние топлива, %;
- влага общая на рабочее состояние топлива, %;
- общая сера, %;
- выход летучих веществ, %;
- низшая теплота сгорания на рабочее состояние топлива, ккал/кг.

4.2.5. Добывающие предприятия

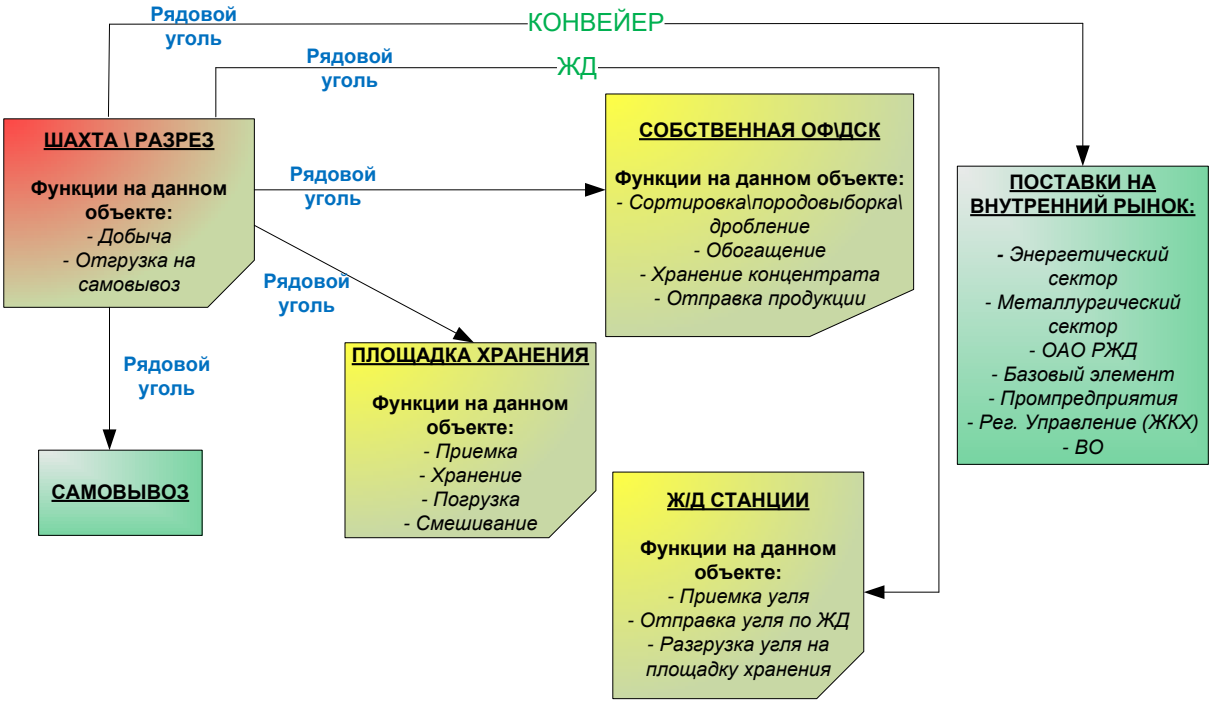


Рис. 20 – Моделирование шахт и разрезов

Под добывающими предприятиями (рисунок 20) понимаются шахты и разрезы. Шахты и разрезы моделируются с помощью двух процессов:

- процесса Добыча, результатом которого является рядовой уголь;
- процесса Отгрузка на самовывоз, в результате которого добытый рядовой уголь погружается на автотранспорт потребителя;
- процесса Отгрузка на конвейер, в результате которого добытый рядовой уголь погружается на конвейер.

Рядовой уголь, который не отгружается на самовывоз или на конвейер, подается либо на площадку хранения, либо напрямую на ОФ/ДСК, либо напрямую в вагоны для перевозки на ж/д станцию. В модели вводится допущение, что рядовой уголь может подаваться на ОФ/ДСК и площадки хранения без каких-либо транспортных ограничений.

Моделируемые ограничения процессов шахты/разреза представлены в таблице 8.

Таблица 8

Ограничения процесса на шахте/разрезе

Процесс	Ограничение	Описание ограничения
Добыча	Производственная мощность по добыче угля	Максимальный объем (в тоннах) рядового угля, подаваемый из шахты/ разреза на площадки хранения или ОФ/ДСК
Добыча	Минимальная добыча угля за месяц	Минимальный объем (в тоннах) рядового угля, подаваемый из шахты\разреза на площадки хранения или ОФ/ДСК за месяц. По умолчанию равен 0.
Отгрузка на самовывоз	Максимальная отгрузка на самовывоз	Максимальный объем (в тоннах) рядового угля, который может быть отгружен из шахты\разреза на самовывоз за месяц. По умолчанию ограничение не активно, т. е. принимается условие, что самовывоз может быть обеспечен в объеме спроса на него со стороны потребителей.
Отгрузка на конвейер	Максимальная отгрузка на конвейер	Максимальный объем (в тоннах) рядового угля, который может быть отгружен из шахты\разреза на конвейер за месяц. По умолчанию ограничение не активно, т. е. принимается условие, что отгрузка на конвейер ограничена только объемом добычи угля.

4.2.6. Площадки хранения

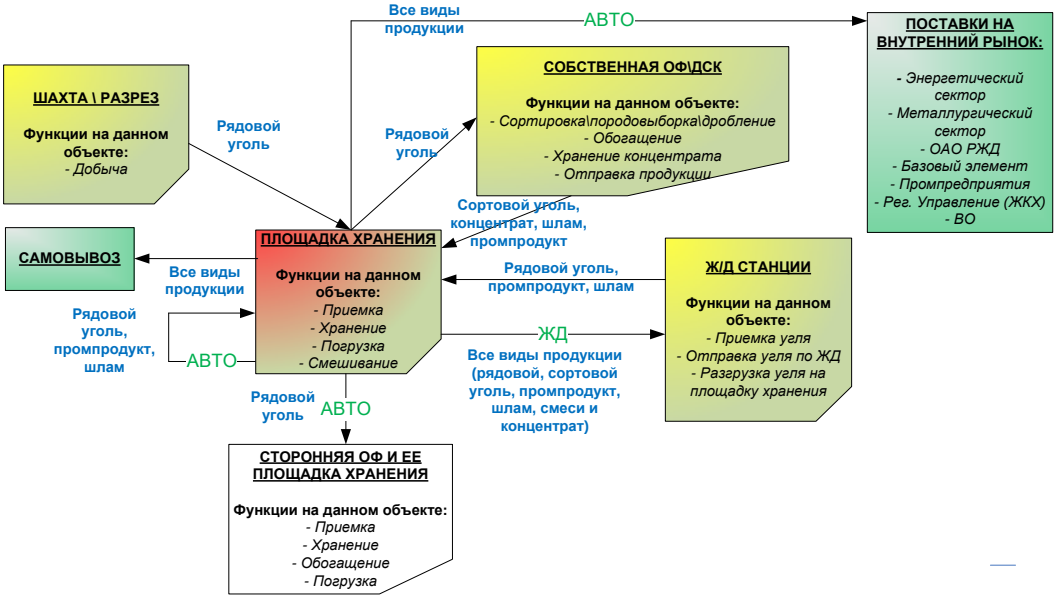


Рис. 21– Моделирование площадок хранения

Под площадками хранения (рисунок 21) понимаются площадки хранения добывающих предприятий.

Площадки хранения моделируются с помощью следующих процессов:

- приемка;
- хранение;
- отправка угля на ОФ;
- смешивание;
- погрузка.

В таблице 9 представлено описание материальных потоков процессов площадки хранения. В модели вводится допущение, что только часть материальных потоков дополнительно ограничивается транспортными ограничениями, такими как ж/д перевозки, автоперевозки или конвейер.

Таблица 9

Материальные потоки процессов площадки хранения

Процесс	Откуда	Входящая угольная продукция	Выходящая угольная продукция	Куда	Транспортные ограничения
Приемка	Шахта/ Разрез	Рядовой уголь	Рядовой уголь	Площадка хранения	Нет
Приемка	Собственная ОФ/ДСК	• сортовой уголь • отсев • концентрат • шлам • промпродукт	• сортовой уголь • отсев • концентрат • шлам • промпродукт	Площадка хранения	Нет
Приемка	ж/д станции	• сортовой уголь • отсев • рядовой уголь • промпродукт • шлам	• сортовой уголь • отсев • рядовой уголь • промпродукт • шлам	Площадка хранения	Нет
Хранение	Площадка хранения	Все виды продукции: • рядовой уголь • сортовой уголь • отсев • концентрат • шлам • промпродукт • смеси	Все виды продукции: • рядовой уголь • сортовой уголь • отсев • концентрат • шлам • промпродукт • смеси	Площадка хранения	Нет

Окончание таблицы 9

Смешивание	Площадка хранения	• рядовой уголь • отсев • промпродукт • шлам	Смеси	Площадка хранения	Нет
Отправка угля на ОФ	Площадка хранения	Рядовой уголь	Рядовой уголь	Собственная ОФ/ДСК	Нет
Погрузка	Площадка хранения	Рядовой уголь	Рядовой уголь	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	Автоперевозки
Погрузка	Площадка хранения	Все виды продукции	Все виды продукции	ж/д станция	ж/д перевозки или без транспортных ограничений
Погрузка	Площадка хранения	Все виды продукции	Все виды продукции	Самовывоз	Нет
Погрузка	Площадка хранения	Все виды продукции	Все виды продукции	Внутренний рынок	Автоперевозки
Погрузка	Площадка хранения	• отсев • рядовой уголь • промпродукт • шлам	• отсев • рядовой уголь • промпродукт • шлам	Другая площадка хранения	Автоперевозки

Производство смесей из других видов угольной продукции моделируется следующим образом:

- указывается состав смеси, т. е. перечень компонентов смеси и их долевое участие.

Моделируемые ограничения процессов площадки хранения представлены в таблице 10.

Таблица 10

Ограничения процессов площадки хранения

Процесс	Ограничение	Описание ограничения
Хранение	Максимальная емкость склада по наименованиям продукции	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции определенного наименования, который может остаться на площадке хранения в конце месяца.
Хранение	Минимальные остатки по наименованиям	Минимальный объем (в тоннах) угольной продукции определенного наименования, который должен остаться на площадке в конце месяца. По умолчанию равен 0.

Окончание таблицы 10

Смешивание	Максимальное производство смесей	Максимальный объем (в тоннах) смесей, производимый на площадке хранения за месяц. По умолчанию ограничение не активно, т. е. смеси могут производиться пока есть наличие их компонентов.
Отправка угля на ОФ	Максимальная отправка на ОФ за месяц	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, отправляемый с площадки хранения на ОФ\ДСК за месяц
Погрузка	Производственная мощность погрузочного комплекса	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, погружаемый на площадке хранения на все виды транспорта (ЖД транспорт, автотранспорт) за месяц.

4.2.7. Обогатительные фабрики и ДСК

Обогатительные фабрики (ОФ) и дробильно-сортировочные комплексы (ДСК) (рисунок 22) моделируются с помощью следующих процессов:

- ДСК
  - Породовыборка/Дробление/Сортировка
  - Отправка продукции
- ОФ
  - Породовыборка/Обогащение
  - Хранение концентрата
  - Отправка продукции

Помимо собственных ОФ и ДСК в модели присутствуют сторонние ОФ (рисунок 23), которые моделируются следующими процессами:

- Стороння ОФ и ее площадка хранения
  - Приемка
  - Хранение
  - Хранение концентрата
  - Обогащение
  - Погрузка.

Собственные ОФ и ДСК

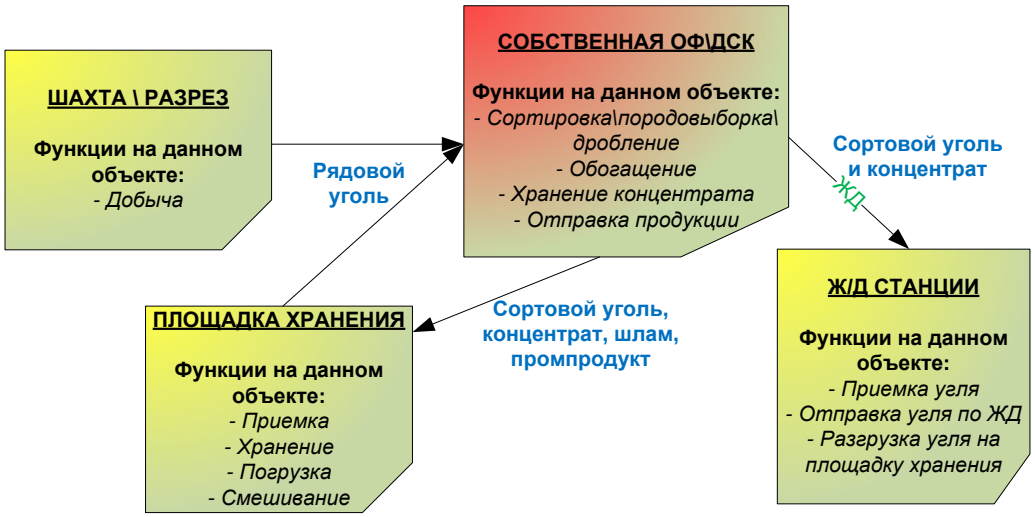


Рис. 22 – Моделирование собственных ОФ\ДСК

В таблице 11 представлено описание материальных потоков процессов ОФ/ДСК. В модели вводится допущение, что только часть материальных потоков дополнительно ограничивается транспортными ограничениями, такими как ж/д перевозки.

Таблица 11

Материальные потоки процессов ОФ/ДСК

Процесс	Откуда	Входящая угольная продукция	Выходящая угольная продукция	Куда	Транс-портные ограниче-ния
Сортировка/ породовы-борка/ дробление	Шахта/ Разрез	Рядовой уголь	Сортовой уголь, отсев	Собственная ОФ/ДСК	Нет
Сортировка/ породовы-борка/ дробление	Площадка хранения	Рядовой уголь	Сортовой уголь, отсев	Собственная ОФ/ДСК	Нет
Породовы-борка/ Обогащение	Шахта/ Разрез	Рядовой уголь	• концен-трат • шлам • промпро-дукт • отсев	Собственная ОФ/ДСК	Нет

Окончание таблицы 11

Породовы-борка/ Обогащение	Площадка хранения	Рядовой уголь	• концен-трат • шлам • промпро-дукт • отсев	Собственная ОФ/ДСК	Нет
Хранение концентрата	Собствен-ная ОФ/ДСК	Концентрат	Концентрат	Собственная ОФ/ДСК	Нет
Отправка продукции	Собствен-ная ОФ/ДСК	• сортовой уголь • отсев • концентрат • промпро-дукт • шлам	• сортовой уголь • отсев • концен-трат • промпро-дукт • шлам	Площадка хранения	Нет
Отправка продукции	Собствен-ная ОФ/ДСК	• сортовой уголь • отсев • концентрат • промпро-дукт • шлам	• сортовой уголь • отсев • концен-трат • промпро-дукт • шлам	ж/д станция	ж/д перевозки

Процессы сортировки и обогащения определенного наименования угольной продукции моделируются следующим образом:

- указываются конечные продукты сортировки или обогащения, т. е. получаемые в процессе сортировки или обогащения наименования угольной продукции;
- указываются выходы продуктов переработки, т. е. процент выхода каждого получаемого наименования угольной продукции, которые получаются при сортировке или обогащении одной тонны наименования угольной продукции. Коэффициенты выхода всегда меньше единицы.

Моделируемые ограничения процессов ОФ/ДСК представлены в таблице 12.

Таблица 12

Ограничения процессов ОФ/ДСК

Процесс	Ограничение	Описание ограничения
Сортировка/ породовыборбор-ка/дробление	Производственная мощность ДСК за месяц	Максимальный объем (в тоннах) переработки на сортировке за месяц
Сортировка/ породовыборбор-ка/дробление	Минимальная сортировка ОФ/ДСК за месяц	Минимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который должен быть принят на сортировку за месяц
Обогащение	Максимальное обогащение ОФ за месяц	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть принят на обогащение за месяц
Обогащение	Минимальное обогащение ОФ за месяц	Минимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который должен быть принят на обогащение за месяц
Хранение концентрата	Максимальные остатки концентрата на ОФ в конце месяца	Максимальный объем (в тоннах) концентрата, который может остаться на ОФ в конце месяца.
Хранение концентрата	Минимальные остатки концентрата на ОФ в конце месяца	Минимальный объем (в тоннах) концентрата, который должен остаться на ОФ в конце месяца

Сторонние ОФ

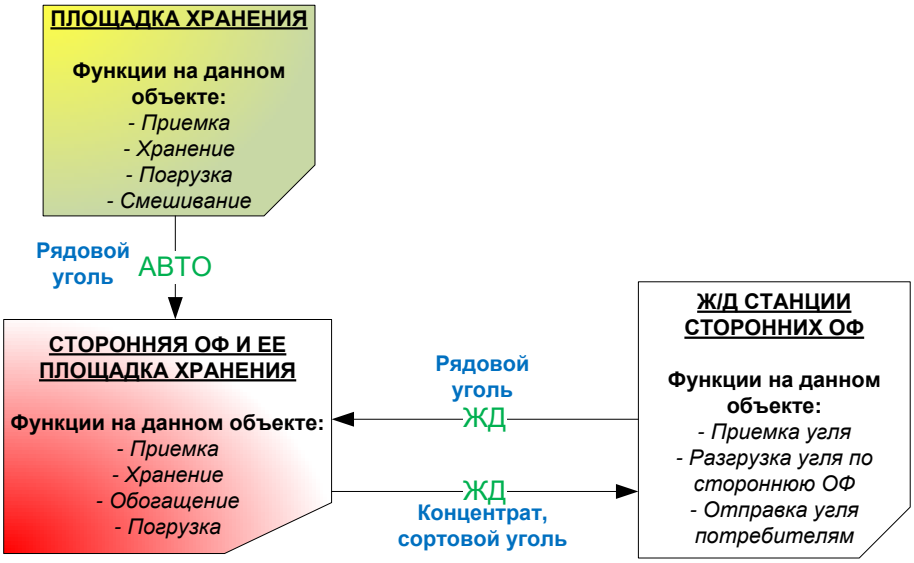


Рис. 23 – Моделирование сторонних ОФ

В таблице 13 представлено описание материальных потоков процессов сторонних ОФ.

Таблица 13

Материальные потоки процессов сторонних ОФ

Процесс	Откуда	Входящая угольная продукция	Выходящая угольная продукция	Куда	Транспортные ограничения
Приемка	ж/д станция сторонней ОФ	Рядовой уголь	Рядовой уголь	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	ж/д перевозки кратные одному маршруту (4700 т)
Приемка	Площадка хранения	Рядовой уголь	Рядовой уголь	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	Автоперевозки
Хранение	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	• концентрат • сортовой уголь • рядовой уголь	• концентрат • сортовой уголь • рядовой уголь	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	Нет
Обогащение	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	Рядовой уголь	• концентрат • сортовой уголь	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	Нет
Погрузка	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	• сортовой уголь • концентрат	• сортовой уголь • концентрат	ж/д станция сторонней ОФ	ж/д перевозки

Процессы обогащения рядового угля моделируются следующим образом:

- указываются конечные продукты обогащения, т. е. получаемые в процессе обогащения наименования угольной продукции;
- указывается выход продуктов обогащения, т.е. % выхода каждого наименования угольной продукции, получаемого при обогащении одной тонны рядового угля. Коэффициенты выхода всегда меньше единицы.

Моделируемые ограничения процессов сторонней ОФ представлены в таблице 14.

Таблица 14

Ограничения процессов сторонних ОФ

Процесс	Ограничение	Описание ограничения
Приемка	Максимальная приемка сторонней ОФ за месяц	Максимальный объем (в тоннах) рядового угля, который может быть принят сторонней ОФ за месяц
Обогащение	Максимальное обогащение сторонней ОФ за месяц	Максимальный объем (в тоннах) рядового угля, который может быть принят на обогащение сторонней ОФ за месяц
Обогащение	Минимальное обогащение сторонней ОФ за месяц	Минимальный объем (в тоннах) рядового угля, который должен быть принят сторонней ОФ на обогащение за месяц
Хранение	Максимальные остатки сторонней ОФ в конце месяца	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может остаться у сторонней ОФ в конце месяца
Хранение	Минимальные остатки сторонней ОФ в конце месяца	Минимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который должен остаться у сторонней ОФ в конце месяца. Общий показатель для всех видов угольной продукции
Погрузка	Максимальная погрузка сторонней ОФ за месяц	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть погружен сторонней ОФ за месяц

4.2.8. Транспортировка внутри РФ

Транспортные потоки внутри РФ можно подразделить на четыре категории:

- ж/д перевозки, т. е. перевозки вагонами по ж/д путям, на которые накладываются ограничения по пропускной способности ж/д станций отправления, ограничения направлений перевозки;
- автоперевозки, т. е. перевозки автотранспортом;
- конвейер;
- прочие перевозки.

Железнодорожные станции

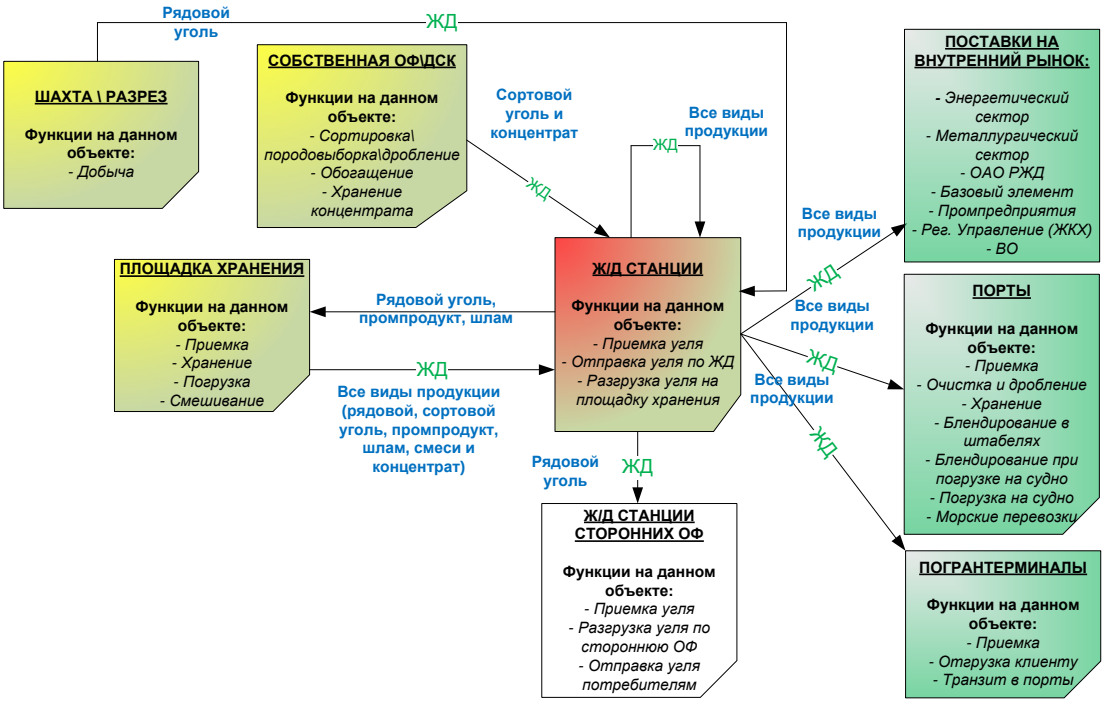


Рис. 24 – Моделирование ж/д станций

Железнодорожные станции (ж/д станции) (рисунок 24) моделируются с помощью следующих процессов:

- Приемка угля;
- Отправка угля по ж/д;
- Разгрузка угля на площадку хранения.

В таблице 15 представлено описание материальных потоков процессов ж/д станций.

Таблица 15

Материальные потоки процессов ж/д станций

Процесс	Откуда	Входящая угольная продукция	Выходящая угольная продукция	Куда	Транспорт-ные ограни-чения
Приемка угля	Шахта \Разрез	Рядовой уголь	Рядовой уголь	ж/д станция	ж/д перевозки
Приемка угля	Собственная ОФ\ДСК	концентрат сортовой уголь	концентрат сортовой уголь	ж/д станция	ж/д перевозки или без ограни-чений
Приемка угля	Площадка хранения	Все виды продукции	Все виды продукции	ж/д станция	ж/д перевозки или без ограни-чений
Приемка угля	ж/д станция	Все виды продукции	Все виды продукции	ж/д станция	ж/д перевозки

Окончание таблицы 15

Отправка угля по ж/д	ж/д станция	Все виды продукции	Все виды продукции	ж/д станция	ж/д перевозки
Отправка угля по ж/д	ж/д станция	Все виды продукции	Все виды продукции	Внутренний рынок	ж/д перевозки
Отправка угля по ж/д	ж/д станция	Все виды продукции	Все виды продукции	Порт	ж/д перевозки
Отправка угля по ж/д	ж/д станция	Все виды продукции	Все виды продукции	Погрантер-минал	ж/д перевозки
Отправка угля по ж/д	ж/д станция	Рядовой уголь	Рядовой уголь	ж/д станция сторонней ОФ	ж/д перевозки (кратное 1 маршруту = 4700 тонн)
Разгрузка на пло-щадку хранения	ж/д станция	Рядовой уголь Промпродукт Шлам	Рядовой уголь Промпродукт Шлам	Площадка хранения	Нет

Моделируемые ограничения процессов ж/д станции представлены в таблице16.

Таблица 16

Ограничения процессов сторонних ОФ

Процесс	Ограничение	Описание ограничения
Приемка угля	Вагонная норма	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть принят станцией ж/д за месяц
Разгрузка на пло-щадку хранения	Максимальная раз-грузка на площадку хранения	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть разгружен на площадку хранения за месяц

Железнодорожные станции сторонних ОФ

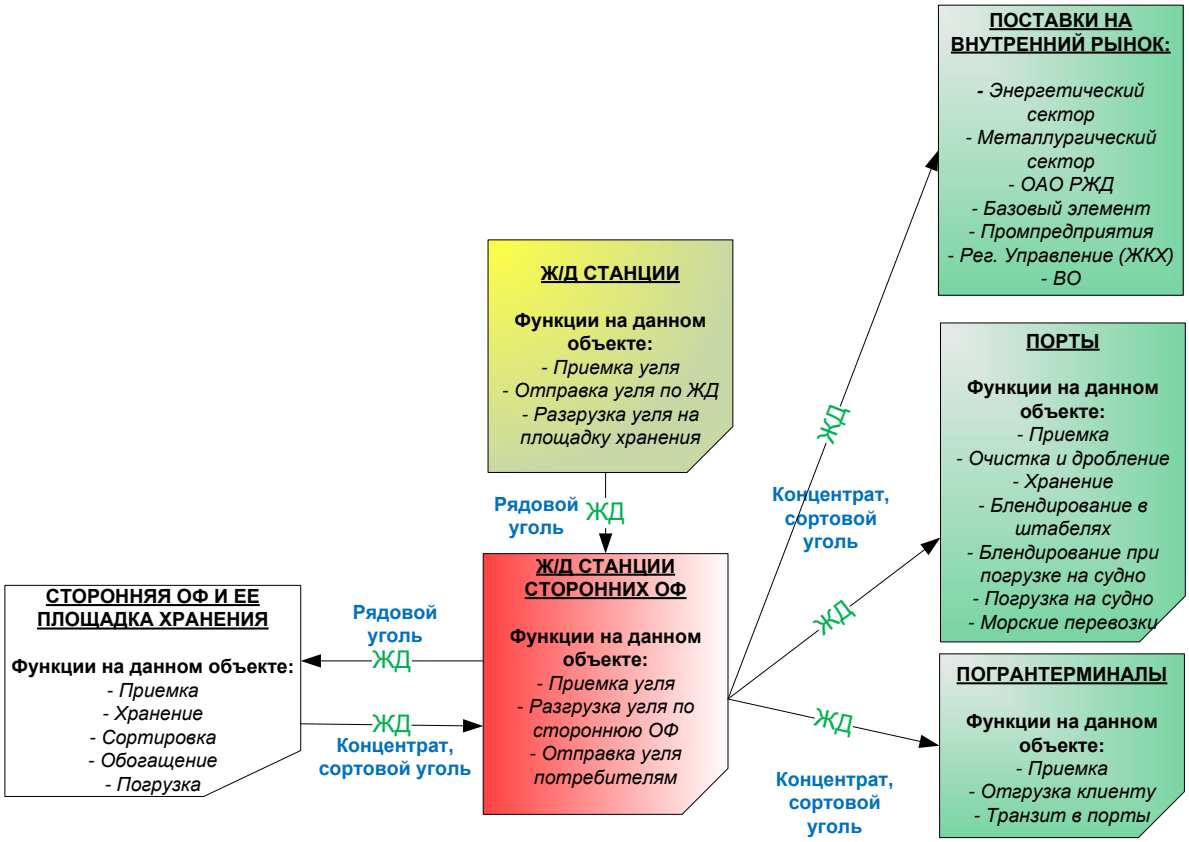


Рис. 25 – Моделирование ж/д станций сторонних ОФ

Железнодорожные станции (ж/д станции) сторонних ОФ (рисунок25) моделируются с помощью следующих процессов:

- приемка угля;
- разгрузка угла на стороннюю ОФ;
- отправка угля потребителям.

В таблице 17 представлено описание материальных потоков процессов ж/д станций сторонних ОФ.

Таблица 17

Материальные потоки процессов ж/д станций сторонних ОФ

Процесс	Откуда	Входящая угольная продукция	Выходящая угольная продукция	Куда	Транспортные ограничения
Приемка угля	ж/д станция	Рядовой уголь	Рядовой уголь	ж/д станция сторонней ОФ	ж/д перевозки (кратные одному маршруту = 4700 тонн)

Окончание таблицы 17

Приемка угля	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	Концентрат Сортовой уголь	Концентрат Сортовой уголь	ж/д станция сторонней ОФ	ж/д перевозки или без ограничений
Разгрузка угля по стороннюю ОФ	ж/д станция сторонней ОФ	Рядовой уголь	Рядовой уголь	Сторонняя ОФ и ее площадка хранения	ж/д перевозки (кратные одному маршруту = 4700 тонн)
Отправка угля потребителям	ж/д станция	Концентрат Сортовой уголь	Концентрат Сортовой уголь	Порты	ж/д перевозки
Отправка угля потребителям	ж/д станция	Концентрат Сортовой уголь	Концентрат Сортовой уголь	Погрантерминалы	ж/д перевозки
Отправка угля потребителям	ж/д станция	Концентрат Сортовой уголь	Концентрат Сортовой уголь	Внутренний рынок	ж/д перевозки

Моделируемые ограничения процессов ж/д станции сторонней ОФ представлены в таблице 18.

Таблица 18

Ограничения процессов ЖД станций сторонних ОФ

Процесс	Ограничение	Описание ограничения
Приемка угля	Вагонная норма ЖД станции сторонней ОФ	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть принят станцией ЖД сторонней ОФ за месяц
Разгрузка угля по стороннюю ОФ	Максимальная разгрузка угля на стороннюю ОФ	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть разгружен на стороннюю ОФ за месяц

Транспортные ограничения и структура затрат\доходов описаны в соответствующих подразделах.

Транспортные потоки внутри РФ

Транспортные потоки моделируются как материальные потоки угольной продукции между логистическими объектами. Транспортные потоки обладают следующими характеристиками:

- Тип транспорта

- В рамках РФ это:
    - Ж/д транспорт: вагоны и маршруты
    - Автотранспорт
    - Конвейер
    - Прочие виды транспорта
- За границей РФ это:
    - Транзитный ж/д транспорт – вагоны и маршруты
    - Морские перевозки

- Ограничения по пропускной способности.

Моделируемые ограничения по пропускной способности приводятся в разрезе типов транспорта.

<u>Ж/д перевозки по направлениям</u>

Ж/д перевозки это перевозки угольной продукции вагонами (маршрутами) по железнодорожному полотну. ж/д перевозки будут моделироваться с помощью двух типов объектов:

- транспортных ж/д плеч;
- направлений ж/д перевозки.

Транспортным ж/д плечом в модели называется:

- перевозка угольной продукции с ж/д станций потребителям внутреннего рынка;
- перевозка угольной продукции с ж/д станций в порты и погрантерминалы;
- перевозка угольной продукции с ж/д станций сторонних ОФ в порты и погрантерминалы;
- отправка угольной продукции с погрантерминалов в порты.

К транспортным ж/д плечам также относятся перевозки по доставке угольной продукции до ж/д станции отправления. В рамках этой категории выделяются следующие транспортные ж/д плечи:

- доставка от РПО угольного холдинга до ж/д станции отправления;
- перевозка от ж/д станции до ж/д станции сторонней ОФ;

- перевозка между ж/д станцией сторонней ОФ и сторонней ОФ и ее площадкой хранения;
- перевозка от ж/д станции до ж/д станции другой площадки хранения (для производства смесей);
- перевозка от ж/д станции до ж/д станции другой ОФ (для обогащения на другом РПО).

Ж/д плечи в модели будут обладать следующими параметрами:

- Максимальная пропускания способность ж/д плеча. То есть максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть перевезен по ж/д плечу за месяц.
- Время в пути. Параметр будет влиять на то, в каком временном периоде будет отражен факт прихода груза к станции назначения – в том же периоде, в котором груз был отправлен, или в следующем за ним.

Направление ж/д перевозки моделируется как совокупность нескольких транспортных ж/д плеч. Направления ж/д перевозки в модели обладают следующими параметрами:

- Максимальная пропускания способность ж/д направления. Т.е. максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть отправлен с ж/д станций отправления по данному ж/д направлению за месяц.

В модели считается, что количество вагонов не ограничено, т.е. всегда есть возможность привлечь дополнительные вагоны, если позволяют прочие ограничения, такие как вагонная норма ж/д станции, пропускная способность ж/д плеча и пропускная способность направления.

Автоперевозки

Автоперевозки – это перевозки угольной продукции автотранспортом, в том числе по дорогам общего пользования. Автоперевозки моделируются с помощью объекта:

- автотранспортное плечо.

Автотранспортным плечом называется:

- перевозка автотранспортом угольной продукции с площадки хранения на стороннюю ОФ и ее площадку хранения;

- перевозка автотранспортом угольной продукции с площадки хранения на ж/д станцию;
- перевозка автотранспортом угольной продукции с площадки хранения потребителю на внутренний рынок;
- перевозка автотранспортом угольной продукции с площадки хранения на другую площадку хранения.

Автотранспортное плечо в модели обладает следующими параметрами:

- Максимальная пропускания способность автотранспортного плеча. Т.е. максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть отправлен с площадки хранения по автотранспортному плечу за месяц.

Конвейер

Конвейер моделируется транспортным плечом от площадки хранения (например, Березовского разреза) до потребителя внутреннего рынка (например, Березовской ГРЭС). Транспортное плечо конвейера в модели обладает следующей характеристикой:

- Максимальная пропускания способность конвейера. Т.е. максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть отправлен с площадки хранения Березовского разреза на конвейер за месяц.

Прочие перевозки

Прочие перевозки, такие как речной транспорт от конечной ж/д станции до ВО, моделируются в логистической цепочке как доставка угля транспортным плечом непосредственно до клиента.

4.2.9. Продажи и транспортировка на экспорт

Продажи моделируются как максимальный и минимальный спрос клиента с указанием контракта, по которому произойдет поставка угольной продукции. Минимальный спрос клиента в модели должен быть удовлетворен обязательно, максимальный не может быть превышен.

Для определенных клиентов в модели могут быть заданы:

- Структура скидок по цене. Структура скидок будет зависеть от объема покупки – цена продажи будет уменьшаться с увеличением объема закупки. Уменьшение цены – ступенчатое, т.е. цена уменьшается при достижении

определенных объемов закупки. Ступеней уменьшения цены может быть несколько.

- Склады угольной продукции с моделированием требований к минимальным и максимальным остаткам продукции на складе клиента в конце периода.

Клиенты

Клиентами в модели являются сторонние юрлица и физлица, закупающие уголь:

- на внутреннем рынке – у российского представительства;
- на экспортном рынке – у зарубежного торгового дома.

Договоры

Спрос клиентов моделируется в разрезе договоров, т.е. минимальные и максимальные значения спроса указываются по каждому договору клиента.

Группы клиентов

В модели выделяются следующие группы клиентов:

- на внутреннем рынке:
  - Энергетический сектор
  - Металлургический сектор
  - ВО
  - Рег. управление (ЖКХ)
  - ОАО РЖД
  - Базовый элемент
  - Промпредприятия;
- на экспортном рынке:
  - Азия
  - Европа
  - Юг и погрантерминалы
  - Kl
  - Pl.

Приоритетность спроса

Приоритетность спроса в модели задается:

- для групп клиентов, т.е. вхождение клиента в группу дает по умолчанию определяет его приоритетность;
- для конкретного клиента, т.е. для каждого клиента можно скорректировать приоритетность относительно его значения по умолчанию.

Приоритетность спроса моделируется путем включения в целевую функцию оптимизации продажи клиентам с различными весовыми коэффициентами. Таким образом, приоритетность спроса может привести к уменьшению прибыли из-за удовлетворения спроса высокоприоритетных клиентов взамен отправки углей на более выгодные направления.

Взаимозаменяемость продукции

Взаимозаменяемость продукции при формировании смесей моделируется следующим образом:

- Для каждого контракта клиента, а также для смеси в штабеле, задается перечень наименований углей, возможных для формирования смеси:
  - Таким образом, в том числе удовлетворяется и требование к фракции поставляемой угольной продукции, не допуская слишком мелкую или крупную фракцию к замене.
- Задаются конечные показатели смеси, которые должны быть выдержаны при поставке, такие как калорийность, содержание влаги, зольность, содержание азота и др.:
  - Количество выдерживаемых показателей зависит от контракта. Например, по контракту потребителя, которому отгружают смесь в порту Вентспилс, требуется выдерживать только показатель калорийности, а по контракту потребителя, которому отгружают бленды в порту Ванино, еще и содержание азота.
  - Допустимые диапазоны конечных показателей смеси задаются с помощью диапазонов:
    - показатель калорийности в диапазоне от «Минимальная калорийность» смеси до «Максимальная калорийность» смеси;
    - показатель зольности в диапазоне от «Минимальная зольность» смеси до «Максимальная зольность» смеси;

- показатель содержания азота в диапазоне от «Минимальное содержание азота» смеси до «Максимальное содержание азота» смеси;
- и т. д.

Взаимозаменяемость продукции на внутреннем рынке, где поставка клиенту осуществляется без перемешивания наименований угольной продукции, моделируется следующим образом:

- Для каждого контракта клиента задается перечень наименований углей, возможных для поставки по контракту.
- Задаются коэффициенты поставки наименований угольной продукции, которые должны быть выдержаны при поставке. Коэффициент поставки показывает на сколько больше угля (в тоннах) альтернативной марки необходимо поставить клиенту для удовлетворения условий контракта.

Например:

- Для наименования угля, который явно указан в контракте на поставку, коэффициент поставки всегда равен единице.
- Для поставок по контрактам энергетикам коэффициент поставки может быть как больше, так и меньше единицы, т. к. уголь альтернативного наименования может быть как менее калорийным, чем законтрактованный, так и более калорийным.
- Для поставок по клиентам других групп (ВО, РЖД, и т. д., всех кроме энергетиков) коэффициент поставки может быть равен только единице, т. к. уголь альтернативного наименования может быть только более качественным или равным по качеству законтрактованному, и объем поставки не может быть меньше законтрактованного.

Зависимость цены смеси от конечных качественных характеристик

Зависимость цены продажи смеси от качественных характеристик будет моделироваться как линейная зависимость от конечных характеристик (подраздел 2.5. Алгоритм оптимизации смешения продукции).

Продажи на внутреннем рынке

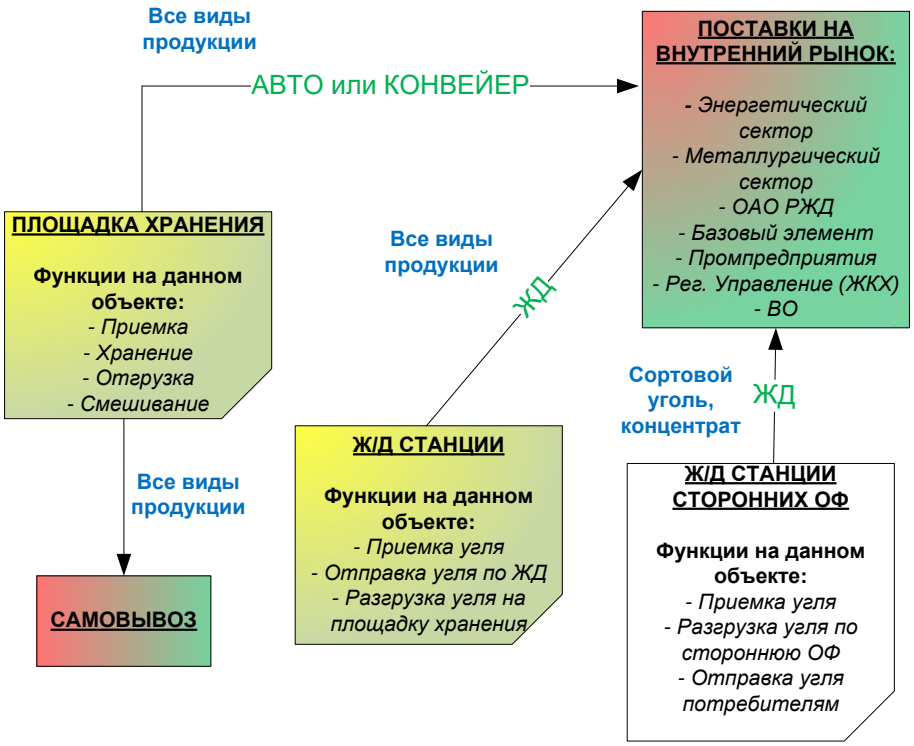


Рис. 26 – Моделирование продаж на внутреннем рынке

Продажи на внутреннем рынке (рисунок 26) моделируются по трем базисам поставки:

- EXW – самовывоз с площадок хранения;
- FCA – продажа угля клиенту на ж/д станциях отправления;
- CPT – продажа угля, доставленного клиенту по транспортному плечу (ж/д, авто или конвейер) или продажа сторонней ОФ части угля, который эта ОФ обогатила.

Склады и площадки хранения клиентов не моделируются.

Экспорт

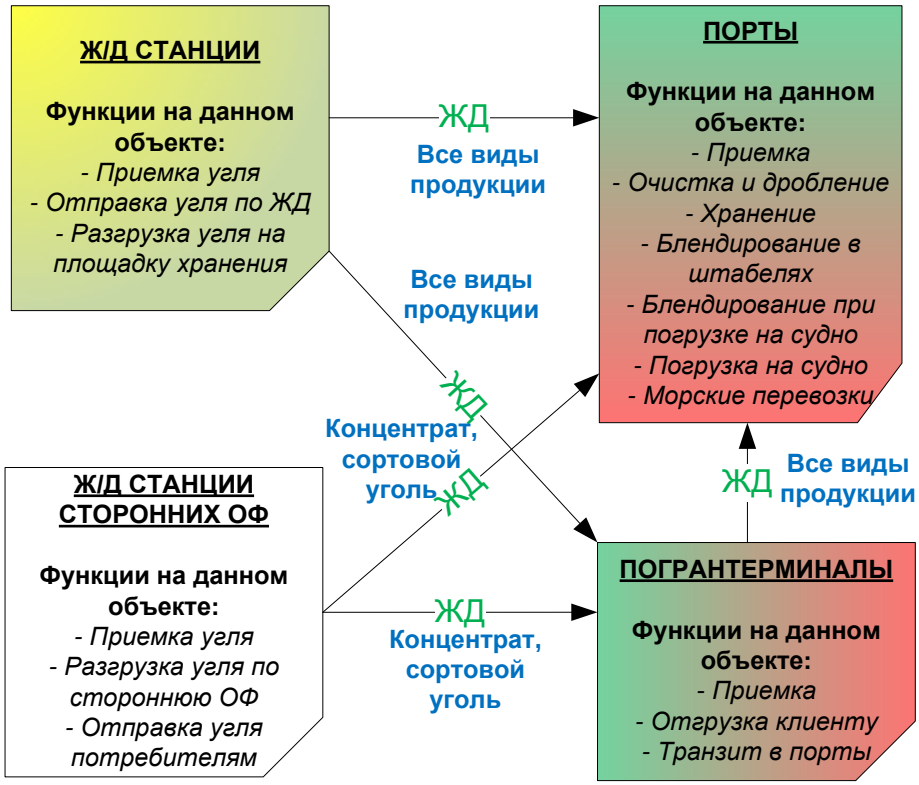


Рис. 27 – Моделирование экспортных продаж

Экспортные продажи (рисунок 27) моделируются по трем базисам поставки:

- DAF – продажи на погрантерминалах.
- FOB – продажа переваленного на корабль угля. Уголь может доставляться в порт не только напрямую по территории РФ, а также транзитом через другие страны, пройдя через погрантерминал на границе РФ.
- CIF – продажа угля, доставленного клиенту по морскому плечу в конечный порт.

Склады и площадки хранения клиентов не моделируются.

Продажа на погрантерминалах

Погрантерминалы моделируются с помощью следующих процессов:

- приемка угля;
- отгрузка угля клиенту;
- транзит в порты.

В таблице (таблица 19) представлено описание материальных потоков процессов погрантерминалов.

Таблица 19

Материальные потоки процессов погрантерминалов

Процесс	Откуда	Входящая угольная продукция	Выходящая угольная продукция	Куда	Транс-портные ограниче-ния
Приемка угля	ж/д станция	Все виды продукции	Все виды продукции	Погрантер-минал	ж/д перевозки
Приемка угля	ж/д станция сторонней ОФ	• Концентрат • Сортовой уголь	• Концентрат • Сортовой уголь	Погрантер-минал	ж/д перевозки
Транзит в порты	Погрантер-минал	Все виды продукции	Все виды продукции	Порт	ж/д перевозки
Отгрузка угля клиенту	Погрантер-минал	Все виды продукции	Все виды продукции	Клиент	Нет транс-портных ограничений

Моделируемые ограничения процессов погрантерминалов представлены в таблице 20.

Таблица 20

Ограничения процессов погрантерминалов

Процесс	Ограничение	Описание ограничения
Приемка угля	Максимальная приемка погран-терминала	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть принят погрантерминалом за месяц

Структура затрат\доходов описана в соответствующих подразделах.

Транзит до портов

Транзит от погрантерминалов до портов моделируется как транспортное ж/д плечо. Структура затрат/доходов описана в соответствующих подразделах.

Перевалка и продажа в портах

Порты моделируются с помощью следующих процессов:

- приемка;
- дробление и очистка;
- хранение;
- блендирование в штабелях;
- блендирование при погрузке на судно;

- погрузка на судно.

Порт, помимо причалов, на которых грузят уголь на судна, и ж/д станций, на которые приходят вагоны с углем, выделяет место для хранения продукции в штабелях. Порт может содержать один или несколько штабелей с углем. В модели каждый штабель будет моделироваться как отдельная площадка хранения в рамках порта, который может содержать:

- или одно определенное наименование продукции, сформированное по алгоритму 1, т.е. в штабель разгружается только одно наименование продукции;
- или одну блендовую смесь. Процесс смешивания углей различных наименований при их поочередной погрузке в штабель моделируется как процесс блендирования в штабелях. Наименование блендовой смеси такого штабеля будет формироваться по алгоритму 2, при этом контрагентом в наименовании блендовой смеси будет выступать штабель.

При погрузке угля на судно осуществляется смешивание угля из различных штабелей в результирующую экспортную блендовую смесь, что моделируется как процесс блендирования при погрузке на судно.

Оба процесса блендирования, в штабелях и при погрузке на судно моделируются с помощью задания диапазонов характеристик конечной блендововой смеси, таких как калорийность, содержание азота и т. д.

В таблице 21 представлено описание материальных потоков процессов портов.

Таблица 21

Материальные потоки процессов портов

Процесс	**Откуда**	**Входящая угольная продукция**	**Выходящая угольная продукция**	**Куда**	**Транс-портные ограниче-ния**
Приемка	ж/д станция	Все виды продукции	Все виды продукции	Порт	ж/д перевозки
Приемка	ж/д станция сторонней ОФ	• Концентрат • Сортовой уголь	• Концентрат • Сортовой уголь	Порт	ж/д перевозки

Окончание таблицы 21

Приемка	Погрантер-минал	Все виды продукции	Все виды продукции	Порт	ж/д перевозки
Очистка и дробление	Порт	Все виды продукции	Все виды продукции	Штабель в порту	Нет транс-портных ограничений
Хранение	Штабель в порту	Все виды продукции	Все виды продукции	Штабель в порту	Нет транс-портных ограничений
Блендиро-вание в штабелях	Порт	Все виды продукции	Блендовые смеси	Штабель в порту	Нет транс-портных ограничений
Блендиро-вание при погрузке	Штабель в порту	Все виды продукции	Блендовые смеси	Судно	Нет транс-портных ограничений
Блендиро-вание при погрузке	Порт	Все виды продукции	Блендовые смеси	Судно	Нет транс-портных ограничений
Погрузка на судно	Штабель в порту	Все виды продукции	Все виды продукции	Судно	Нет транс-портных ограничений
Морские перевозки	Судно в порту	Все виды продукции	Все виды продукции	Клиент	Морские перевозки

Моделируемые ограничения процессов портов и штабелей в порту представлены в таблице 22.

Таблица 22

Ограничения процессов портов

Процесс	Ограничение	Описание ограничения
Приемка	Максимальная приемка порта	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть принят портом за месяц
Очистка и дробле-ние	Максимальная очистка	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть очищен в порту за месяц
Хранение	Минимальные остатки порта	Минимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который должен храниться в конце месяца в порту
Хранение	Норма хранения порта	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может храниться в конце месяца в порту
Хранение	Максимальный объем штабеля	Максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может храниться в конце месяца в штабеле
Хранение	Минимальный объем штабеля	Минимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который должен храниться в конце месяца в штабеле
Бленди-рование в штабелях	Максимальное блендирование в штабелях	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть смешан в штабелях порта за месяц

Окончание таблицы 22

Блендирование при погрузке	Максимальное блендирование при погрузке	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть смешан при погрузке судна за месяц
Погрузка на судно	Максимальная погрузка на суда	Максимальный объем (в тоннах) угля, который может быть погружен на суда в порту за месяц

Порт обладает следующими общими характеристиками:

- максимальная мощность порта, т.е. максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть перевален из приходящих в порт вагонов на суда за месяц;
- минимальная мощность порта, т.е. минимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который должен быть перевален из приходящих в порт вагонов на суда за месяц.

Структура затрат/доходов описаны ниже в соответствующих подразделах.

Морские перевозки

Морские перевозки моделируются как перевозка угля на судах от портов до конечного потребителя и в модели называются морским плечом.

Морские плечи в модели обладают следующими параметрами:

- Максимальная пропускная способность морского плеча. Т.е. максимальный объем (в тоннах) угольной продукции, который может быть перевезен по морскому плечу за месяц.
- Время перемещения. Параметр будет влиять на то, в каком временном периоде будет отражен факт прихода груза к клиенту – в том же периоде, в котором судно было отправлено, или в следующем за ним.

В модели используется допущение, что всегда есть возможность зафрахтовать дополнительные суда для перевозки угля из порта до конечного потребителя.

4.2.10. Сторонние закупки угля

Закупки на внутреннем рынке

Закупки угольной продукции у сторонних организаций, не входящих в угольный холдинг, моделируются как:

- закупки угля российским представительством:
  - по базису поставки FCA, на ж/д станциях. Далее сторонний уголь направляется конечному потребителю на внутреннем рынке или на погрантерминалы, или порты на экспорт, как принадлежащий угольному холдингу, т.е. по тому же пути, что и собственный уголь;
  - по базису поставки CPT, у клиента или на погрантерминалах, или портах. Далее уголь продается клиентам или зарубежному торговому дому;
- закупки угля зарубежным торговым домом:
  - по базису поставки FCA, на ж/д станциях. Далее сторонний уголь направляется на погрантерминалы или порты на экспорт, как принадлежащий зарубежному торговому дому, т.е. по тому же пути, что и собственный уголь;
  - по базису CPT, в портах или на погрантерминалах. Далее уголь продается или направляется транзитом в порты как собственный.

В целях построения бюджета движения денежных средств (БДДС) моделируются различные условия оплаты (не больше 5) по закупке угля.

Закупки за границей РФ

Закупки угля за границей РФ не моделируются, т. к. нет условий для оптимизации этого процесса.

4.3. Финансовые потоки цепи поставок угольного холдинга

4.3.1. Используемые валюты

В модели используются следующие валюты (таблица 23):

Таблица 23

Валюты модели

Валюта	Код в модели	Описание
Российский рубль	RUR	Основная валюта модели
Американский доллар	USD	Дополнительные валюты. Для каждого временного периода модели задается курс каждой дополнительной валюты к основной (российскому рублю).
Польский злотый	PLN	
Евро	EUR	
Китайский юань	CNY	
Корейский вон	KRW	

4.3.2. Периметр консолидации угольного контура и его структура

Сегмент «Уголь» холдинга в модели представлен в разрезе юридических лиц и производственных единиц (ПЕ).

Все юридические лица и их ПЕ моделируются следующим образом:

- Предприятия (РПО) – региональные производственные объединения, т.е. добывающие и перерабатывающие предприятия, которые продают угольную продукцию российскому представительству. Остальные региональные юрлица, не участвующие напрямую в логистической цепочке угля, не моделируются.
- Российское представительство, в модели закупающее уголь у РПО или сторонних поставщиков и продающее его:
  - на внутреннем рынке – конечным потребителям или дочерним зависимым структурам (ДЗО);
  - при экспорте – Зарубежному торговому дому или конечному потребителю на экспортном рынке;
  - также на балансе Российского представительства есть ОФ, таким образом, моделируется переработка закупленного у РПО рядового угля в конечный продукт, продаваемый Российским представительством.

- Дочерние зависимые организации (ДЗО), которые выступают в модели в качестве клиентов Российского представительства на внутреннем рынке.
- Зарубежный торговый дом, который в модели закупает уголь у Российского представительства и продает его экспортным потребителям или компании Pl.
- Компания Pl, которая выступает в модели в качестве клиента Зарубежного торгового дома на экспортном рынке.
- Порт Ванино, который моделируется в части себестоимости аналогично РПО.
- Порт Малый, который моделируется в части себестоимости аналогично порту Ванино.

Затраты на переработку угля на сторонних ОФ будут моделироваться как постоянные и переменные затраты Российского представительства по переработке угля. Доставка угля до сторонних ОФ от станции отправления будет моделироваться как затраты Российского представительства.

4.3.3. Структура затрат модели

В модели принята следующая классификация затрат в зависимости от объекта логистической цепочки, на котором они возникают:

- шахты, разрезы, ОФ, ДСК, площадка хранения, доставка до ж/д станций – себестоимость угольной продукции;
- ж/д транспорт от ж/д станций до портов, погранпереходов и клиентов внутреннего рынка до сторонних ОФ – плановый ж/д тариф;
- автоперевозки – стоимость автоперевозки;
- конвейер – себестоимость конвейера;
- стороннее обогащение – стоимость стороннего обогащения;
- порты и транзит до портов – стоимость перевалки и транзита;
- морские перевозки – стоимость фрахта;
- сторонние закупки угля – стоимость закупки, стоимость транспортировки стороннего угля.

Постоянные и переменные затраты добывающих и перерабатывающих предприятий

Затраты добывающих и перерабатывающих предприятий (себестоимость угольной продукции), которые моделируются в логистической цепочке с помощью затрат шахт, разрезов, ОФ, ДСК, площадок хранения, а также доставки угольной продукции до ж/д станций отправления моделируются как перечень элементов затрат на каждом объекте. Максимальный перечень элементов затрат, который относится к одному объекту производственно-логистической цепочки, следующий:

- амортизация;
- расходы (кроме амортизации).

Каждый элемент затрат имеет:

- постоянную составляющую в данном периоде, независящую от объема продукции;
- переменную составляющую (кроме амортизации) в данном периоде, выражаемую как затраты на тонну.

Железнодорожный тариф по РФ и сопредельным государствам

Затраты на перевозку угольной продукции в модели вычисляются как плановый ж/д тариф минус транспортная выгода, при этом:

- Плановый ж/д тариф вычисляется как произведение планового тарифа перевозки по ж/д плечу одного вагона на кол-во вагонов. Кол-во вагонов может быть не целым.
- Транспортная выгода при перевозке по ж/д плечу (только в рамках РФ) задается выражением $K_н*M*S_{св}/S_0$, где:
  - $K_н$ (например, 45 руб. на тонну) – коэффициент транспортной выгоды по направлению перевозки (скидка с ж/д тарифа), на внутренний рынок и на экспорт. Соответственно, в модели в периоде задается два коэффициента транспортной выгоды;
  - M (например, 10000 тонн) – объем перевезенной по транспортному ж/д плечу угольной продукции;

- S_0 – норма расстояния, которое в среднем должен был пройти груз по направлению (на внутренний рынок или на экспорт);
- $S_{св}$ – средневзвешенное расстояние, которое прошел груз по направлению (на внутренний рынок или на экспорт). Вычисляется как сумма произведений расстояния и объема перевозки ж/д плеч направления деленная на весь объем перевозки по направлению.

Транспортная выгода вычитается только для ж/д перевозок по РФ. Для транзита по сопредельным государствам затраты на перевозку равны стоимости транзита.

Постоянные и переменные затраты автоперевозок и конвейера

Затраты на перевозку угля транспортным автоплечом или конвейером моделируются с помощью двух составляющих:

- постоянные затраты автоплеча (конвейера) в периоде;
- переменные затраты автоплеча (конвейера) в периоде, которые задаются как затраты на тонну перевезенной продукции.

Постоянные и переменные затраты на перевалку в портах

Затраты в собственных портах моделируются с помощью элементов затрат порта. Максимальный перечень элементов затрат, который относится к одному собственному порту, составляют следующие элементы:

- амортизация;
- постоянные расходы (кроме амортизации);
- коэффициент переменных затрат в данном периоде, выражаемый как затраты на тонну.

Затраты в коммерческих портах моделируются с помощью двух моделей:

- Модель постоянно-переменных затрат. Затраты в модели состоят из двух компонент:
  - постоянные затраты перевалки в коммерческом порту;
  - переменные затраты перевалки в коммерческом порту, которые задаются как затраты на тонну переваленной продукции.
- Модель порога постоянных затрат. Модель подразумевает, что затраты портов постоянны (S_0) до определенного порогового объема перевалки

(T_0). При объемах перевалки (T), превышающих пороговый объем T_0, затраты на перевалку (S) определяются формулой:

$$S= S_0+K_{перев}\times(T- T_0),$$

где $K_{перев}$ – коэффициент переменных затрат при перевалке сверх порога.

Затраты морских перевозок

Затраты на фрахт моделируются с помощью одной составляющей:

- переменные затраты морского плеча в периоде, которые задаются как затраты на тонну перевезенной продукции.

Сюрвей (Инспекции качества)

Инспекция качества входит в стоимость перевалки в портах и в себестоимость угля на РПО, и отдельной статьей не выделяется.

Таможенные расходы

Таможенные отчисления на шахтах/разрезах платит Российское представительство. Импортную пошлину платит покупатель. Таможенные платежи не моделируются, а отражаются в статье «Административные, коммерческие и прочие расходы» БДР по угольному контуру.

Прочее (комиссии, страхование)

Прочие расходы, такие как комиссии и страхование, не моделируются, а отражаются в статье «Административные, коммерческие и прочие расходы» БДР по угольному контуру.

4.3.4. Структура доходов модели

Структура доходов в модели состоит из двух составляющих:

- доходы от продажи угля с учётом хеджирования;
- транспортная составляющая.

4.3.5. Структура БДР группы компаний

В системе будет две формы структуры бюджета доходов и расходов (БДР):

- БДР по угольному контуру, который будет строиться по всему угольному контуру, а также отдельно по Российскому представительству и отдельно по Зарубежному торговому дому.

- БДР сокращенный, который будет строиться по юрлицам и ПЕ, относящимся к РПО.

Обе формы БДР содержат показатели доходов и расходов без НДС.

В доходной части БДР стоимость продажи угля приводится к базису FCA следующим образом:

- В случае продажи по базису CPT на внутреннем рынке или при продаже по базису DAF на погрантерминале из суммы продажи вычитается плановый ж/д тариф. Если уголь перевозился клиенту по автоплечу, то считается, что поставка осуществляется по базису CPT, и из суммы продажи вычитается стоимость автоперевозки.
- В случае продажи по базису FOB из стоимости продажи вычитаются плановый ж/д тариф и стоимость перевалки и транзита.
- В случае продажи по базису CIF из стоимости продажи вычитаются плановый ж/д тариф, стоимость перевалки и транзита, а также стоимость фрахта.

Доходная часть транспортной составляющей содержит плановый ж/д тариф, стоимость автодоставки, стоимость транзита и перевалки, стоимость фрахта.

Себестоимость наименования угля в расходной части разделяется на три составляющие: внутренний рынок, Европа и Азия. Разделение происходит в пропорции продажи этого наименования на различных рынках (пропорции по тоннам отгрузки, а не по стоимости реализации).

Расходная часть ж/д перевозок равна доходной части за минусом транспортной выгоды.

Затраты на обогащение на сторонней ОФ, включая затраты на доставку рядового угля от станции отправления добывающего РПО до сторонней ОФ, отражаются на статьях БДР угольного контура следующим образом:

- В доходной части БДР:
  - эти затраты не отражаются, т.е. по статье «стоимость FCA» отражается сумма продажи клиенту без затрат на транспортировку от станции отправления сторонней ОФ, перевалку и транзит, фрахт.

- В расходной части:
  - Затраты отражаются по статье «собственный уголь» себестоимости FCA, т.е. складываются с себестоимостью рядового угля РПО.

Структура статей БДР следующая (таблица 24).

Таблица 24

Структура статей БДР

Показатели
Объем реализации, тыс. тн
- внутренний рынок:
собственный уголь покупной уголь
- экспорт Европа:
собственный уголь покупной уголь
- экспорт Азия:
собственный уголь покупной уголь
Выручка от реализации
Реализация угля
- внутренний рынок:
стоимость FCA транспортная составляющая: ЖД перевозки автоперевозки и конвейер
- экспорт Европа:
стоимость FCA транспортная составляющая: ЖД перевозки транзит и портовая перевалка фрахт реализованный валютный хедж
-экспорт Азия:
стоимость FCA транспортная составляющая: ЖД перевозки транзит и портовая перевалка фрахт реализованный валютный хедж
Прочая реализация

Окончание таблицы 24

Себестоимость реализованной продукции
Себестоимость внутренний рынок (FCA):
собственный уголь
амортизация
покупной уголь
Себестоимость Европа (FCA):
собственный уголь
амортизация
покупной уголь
Себестоимость Азия (FCA):
собственный уголь
амортизация
покупной уголь
Транспортировка от станции отправления:
- транспортировка внутренний рынок (ЖД)
ЖД перевозки
транзит и портовая перевалка
- транспортировка Европа
ЖД перевозки
транзит и портовая перевалка
фрахт
- транспортировка Азия
ЖД перевозки
транзит и портовая перевалка
фрахт
Себестоимость - прочей реализации
Валовая прибыль
Стоимость FCA:
Стоимость FCA внутренний рынок
Стоимость FCA Европа
Стоимость FCA Азия
Транспортная выгода:
Транспортная выгода внутренний рынок
Транспортная выгода Европа
Транспортная выгода Азия
Прочая реализация

Административные, коммерческие и прочие расходы
Прочие (доходы)/расходы, нетто
Прибыль от операционной деятельности
Амортизация
EBITDA
EBITDA, %

Структура статей сокращенного БДР следующая (таблица 25):

Таблица 25

Структура статей сокращенного БДР

Показатели
Объем реализации, тыс. тн внутренний рынок экспорт
Выручка от реализации
Реализация угля(FCA) внутренний рынок экспорт
Себестоимость реализованной продукции
Себестоимость внутренний рынок (FCA) переменные постоянные, в том числе: амортизация Себестоимость экспорт (FCA) переменные постоянные, в том числе амортизация
Валовая прибыль
Стоимость FCA внутренний рынок экспорт
Прибыль от операционной деятельности
Амортизация
EBITDA
EBITDA, %

Серым цветом в структуре статей выделены те, которые поступают из других систем.

4.3.6. Структура БДДС (в части операционного денежного потока до финансовых расходов) группы компаний

При отражении в БДДС начисленного в БДР дохода от продажи угля в рамках контракта или закупки сторонних углей будут учтены условия оплаты по контракту:

- Т.е. начисленная в текущем периоде сумма дохода от продажи угля с НДС распределится на несколько сумм в нескольких периодах (текущий –

оплата в момент отгрузки, предыдущий – предоплата, следующий – отсрочка платежа) в соответствии с условиями оплаты по контракту.

- В модели все условия оплаты по контрактам учитываются несколькими типами условий оплат (не больше 10-ти типов условий оплат):
  - полная предоплата в периоде, предыдущем по отношению к периоду отгрузки;
  - 50% предоплата в периоде, предыдущем по отношению к периоду отгрузки, 50% оплата в периоде отгрузки;
  - 100% оплата в периоде отгрузки;
  - 90% оплата в периоде отгрузки, 10% оплата в периоде, следующем за периодом отгрузки;
  - 100% оплата в периоде, следующем за периодом отгрузки и т. п.
- Помимо моделируемых типов оплат (не больше 10 типов) в модели предусмотрена возможность настройки особого условия платежа для конкретного контракта.

Структура статей БДДС следующая (таблица 26):

Таблица 26

Структура статей БДДС

EBITDA
Корректировка на надежные доходы/расходы (-) проценты по начислению (-) налог на прибыль (текущая часть)
Операционный денежный поток до изменения РК
Изменение рабочего капитала
1. Изменение нетто дебиторской задолженности (+/-) изменение нетто дебиторской задолженности - внутренний рынок (+/-) изменение нетто дебиторской задолженности - Европа (+/-) изменение нетто дебиторской задолженности - Азия (+/-) изменение нетто дебиторской задолженности - прочее
2. Изменение запасов (+/-) изменение остатков готовой продукции (+/-) изменение остатков МТР

Окончание таблицы 26

3. Изменение нетто кредиторской задолженности
(+/-) изменение нетто кредиторской задолженности по транспорту
(+/-) изменение нетто кредиторской задолженности по покупным углям
(+/-) изменение нетто кредиторской задолженности по МТР (центр. поставки)
(+/-) изменение нетто кредиторской задолженности по УПХ (переходящие платежи с прошлого года)
(+/-) изменение задолженности по процентам к уплате
(+/-) прочее
4. Налоги
OCF

Серым цветом в структуре статей выделены те, которые не будут моделироваться и рассчитываться в системе планирования, а будут поступать из других систем.

Изменение дебиторской задолженности, кредиторской задолженности и задолженности по покупным углям моделируются в БДДС на основании сумм контрактов без НДС.

Изменение остатков готовой продукции – как произведение стоимости готовой продукции на изменение объемов остатков готовой продукции. Стоимость готовой продукции по периодам вводится в модель в интерфейсах редактирования дополнительных данных.

4.3.7. Трансфертные цены

Между Российским представительством и РПО, а также между Зарубежным торговым домом и Российским представительством расчет за угольную продукцию моделируется с помощью трансфертных цен.

Для расчета цены (все цены без НДС) между Российским представительством и Зарубежным торговым домом от усредненной цены продажи Зарубежного торгового дома на базисе FCA в модели будет вычтена заданная сумма.

Для расчета закупочных цен у РПО (все цены без НДС) усредненная FCA цена продажи клиентам и усредненная FCA цена продажи Зарубежного

торгового дома за минусом заданной суммы в модели умножается на заданный коэффициент.

Для углей, которые обогащаются на ОФ Российского представительства, перед умножением на заданный коэффициент из усредненной FCA цены вычитаются затраты на обогащение и учитываются потери при обогащении.

4.4. Оценка экономической эффективности

Благодаря внедрению системы тактического планирования деятельности угольного холдинга на базе Enterprise Optimizer, обеспечено формирование сбалансированного плана отгрузок угольной продукции на горизонтах планирования до 1,5 лет с помесячной разбивкой для нужд отдельных подразделений, а также формирование полной и достоверной программы продаж. Структура модели угольного холдинга в инструменте River Logic Enterprise Optimizer представлена на рисунке 28.

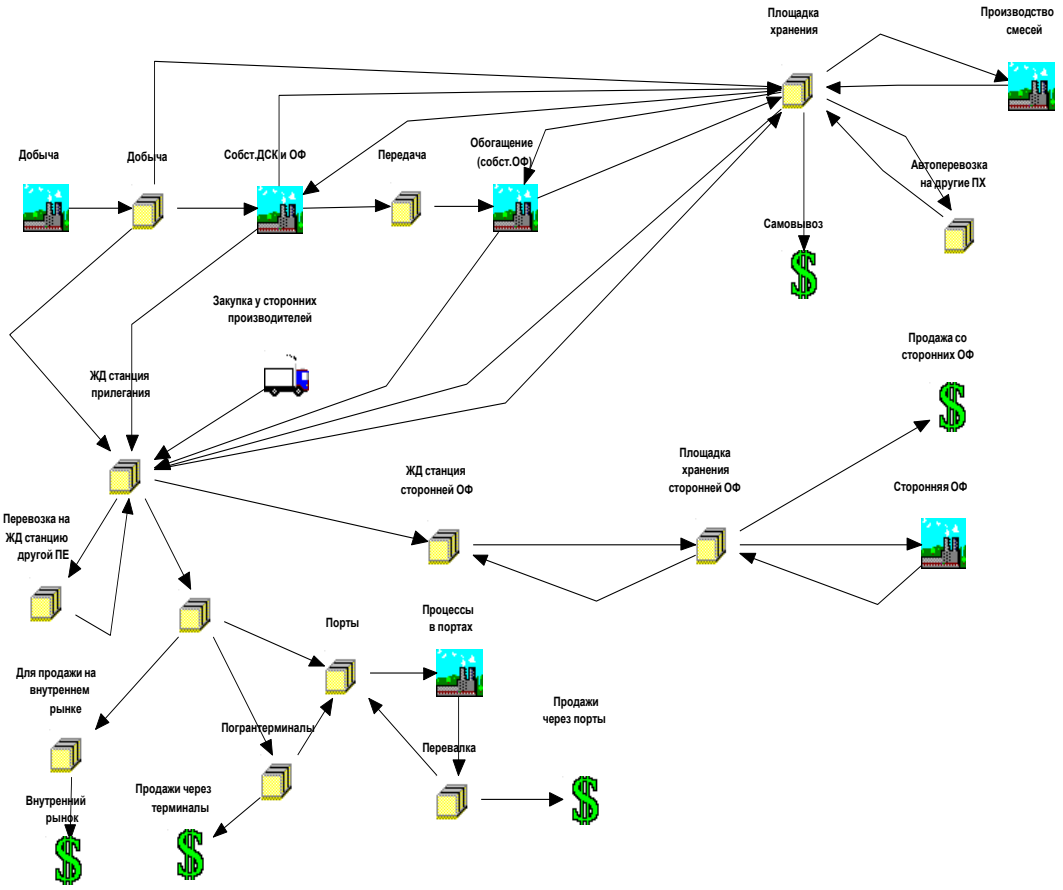


Рис. 28 – Структура модели угольного холдинга в инструменте River Logic Enterprise Optimizer

Результаты планирования помимо различных табличных форм и графиков могут быть визуализированы на географической карте. Пример визуализации направлений поставок приведен на рисунке 29.

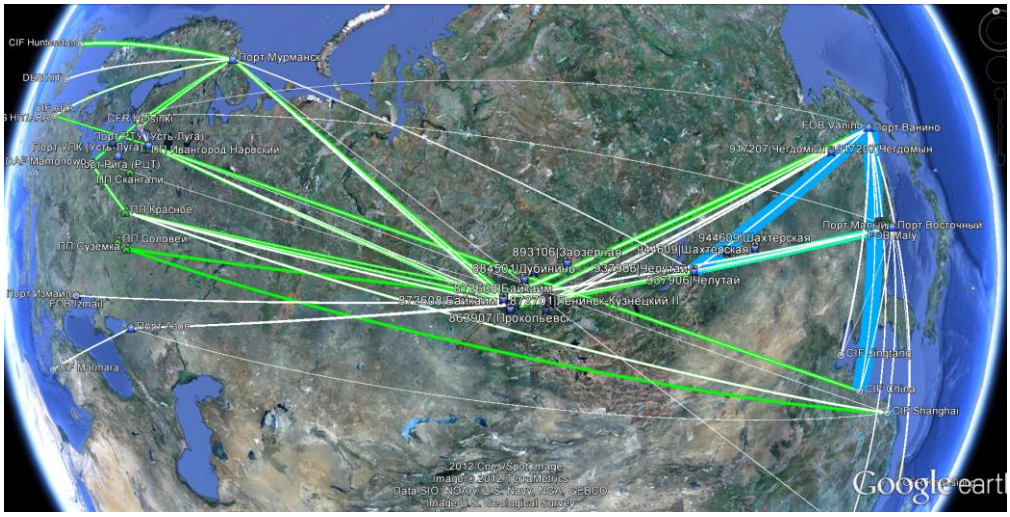


Рис. 29 – Пример направлений поставок на карте Google Earth

Ключевые результаты:

- время перепланирования сократилось в среднем с 2-4 дней до 2-5 часов;
- плановые остатки готовой продукции на площадках хранения сократились в среднем более чем на 40%;
- объем привлекаемых человеческих ресурсов для планирования сократился с нескольких десятков до 3-6 человек;
- повысилось качество обслуживания и удовлетворенность клиентов;
- возросла плановая прибыль.

Общий вывод

Формализованные в виде модели в настоящей главе особенности цепи поставок угольного холдинга являются характерными в той или иной степени для ряда промышленных предприятий, в том числе для компаний электродной промышленности, производства удобрений. В связи с этим предложенное методологическое обеспечение тактического планирования цепей поставок промышленных предприятий имеет высокую практическую ценность также для перечисленных выше отраслей.

ГЛАВА V. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ИНТЕГРИРОВАННОГО ТАКТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

5.1. Описание инструмента информационной поддержки

Enterprise Optimizer – революционный программный продукт, разработчиком которого является американская компания River Logic. В основе решения Enterprise Optimizer лежит концепция интегрированного бизнес-планирования (Integrated Business Planning, IBP), охватывающая различные горизонты планирования и позволяющая компании оперативно реагировать на меняющуюся ситуацию на рынке.

Интегрированное бизнес-планирование (Integrated Business Planning, IBP) – концепция, меняющая представление об управлении компанией и позволяющая поднять результаты ее деятельности на совершенно новые уровни.

Особенность и главное отличие Integrated Business Planning от существующих управленческих концепций состоит в том, что она объединяет управление корпоративной деятельностью, включая финансовое бизнес-планирование, бюджетирование и прогнозирование, с логистическим планированием, что дает компании возможность оперативно реагировать на изменение рыночной ситуации.

IBP предполагает построение оптимизационной динамической модели деятельности компании. Ключевыми элементами системы управления компанией, в основе которой лежит концепция интегрированного бизнес-планирования, являются:

- сценарное планирование и перепланирование деятельности;
- гибкий учет и анализ разнородных факторов внешней среды и изменений в деятельности компании;
- оперативное принятие решений с возможностью «увидеть» последствия данных решений на деятельность компании и оценить эффект от решений в стоимостном выражении.

Интегрированное бизнес-планирование предполагает увязку стратегических целей компании с тактическим и оперативным планированием на всех уровнях, что обеспечивает:

- формирование целостного понимания ключевых факторов прибыльности, денежных потоков, а также рентабельность активов (ROA);
- количественную оценку зависимости финансовых результатов и стратегических планов компании с целью обеспечения максимальной эффективности инвестиций в продукты, клиенты, каналы и операции;
- автоматическое согласование бюджетов и финансовых показателей со стратегическими решениями;
- поддержку анализа рентабельности по продуктам, клиентам, каналам и активам;
- повышение организационной гибкости, что позволяет компании более быстро и эффективно реагировать на изменения внешней среды;
- количественную оценку финансовых последствий в разрезе альтернативных стратегий деятельности компании.

Планирование деятельности компании тесно связано с реализацией процесса поддержки принятия решений. На сегодняшний день без технологической поддержки практически невозможно предвидеть, какие последствия для всей компании будет иметь отдельное управленческое решение.

Уникальность Enterprise Optimizer состоит в том, что решение позволяет представить целостную, унифицированную модель бизнеса одновременно с учетом финансовой и логистической перспективы (рисунок30). Enterprise Optimizer реализует комплексный подход к моделированию бизнеса и способно радикально изменить способ принятия компаниями решений. Заложенные в систему методология и алгоритмы позволяют не только определять оптимальное движение материалов и готовой продукции в цепи поставок, но и рассчитывать под это необходимый финансовый базис:

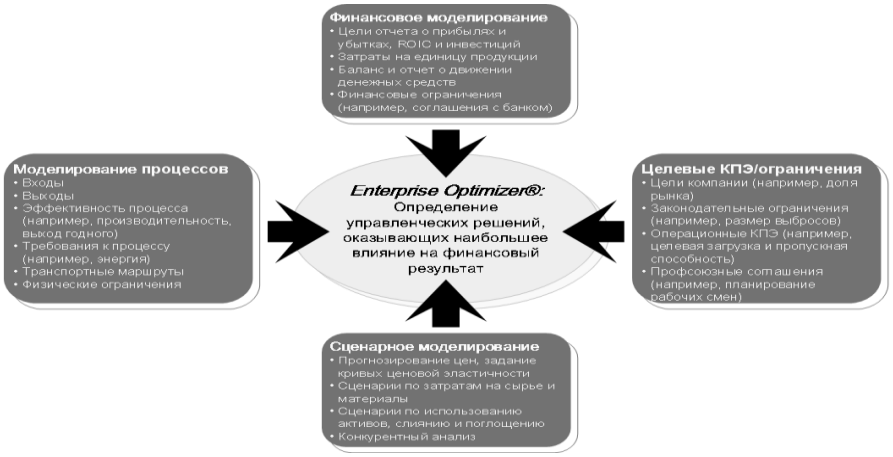


Рис. 30 – Подход к моделированию в Enterprise Optimizer

Использование технологии комплексного моделирования, предоставляемой Enterprise Optimizer, дает компании важные преимущества сразу в четырех направлениях:

1. Возможность быстрее принимать лучшие управленческие решения благодаря четкому и полному пониманию того, какое воздействие оказывают решения на ключевые составляющие бизнеса, одновременно с финансовой и логистической точек зрения.

2. Увязка стратегии с текущей деятельностью за счет выстраивания комплексной модели оптимизации работы компании, связывающей логистическую и финансовую деятельность на стратегическом и тактическом уровнях.

3. Увеличение эффективности, что выражается в оперативном получении сценария деятельности в текущих условиях, включающего важные финансовые и логистические параметры.

4. Создание надежной базы знаний о компании в виде моделей, где данные представлены в удобном для восприятия и пользования графическом интерфейсе, без кодирования и сложных математических уравнений.

Таким образом, River Logic Enterprise Optimizer (EO) – инструмент для комплексной оптимизации деятельности компании на стратегическом и тактическом уровне.

Данный инструмент обладает следующими ключевыми возможностями:

- сквозное кросс-функциональное моделирование деятельности цепи поставок на различных горизонтах, позволяющее сбалансировать интересы различных структурных подразделений и звеньев цепи поставок в рамках единой модели;
- оптимизация управленческих решений по финансовым и логистическим показателям (линейное и смешанное целочисленное программирование);
- проведение сценарного анализа «что если».

Результаты применения ЕО:

- поддержка принятия экономически обоснованных стратегических решений;
- формирование у руководства целостного понимания ключевых факторов, оказывающих положительное влияние на конечный результат деятельности компании;
- своевременное выявление неблагоприятных сценариев развития ситуации и определение наилучших альтернатив;
- повышение эффективности деятельности компании.

Компания River Logic и ее инструмент Enterprise Optimizer удостоились высокой оценки в престижном международном рейтинге Gartner в 2017 году. В категории Дифференцированные Системы (Systems of Differentiation SOD) для Планирования продаж и операций (тактическое планирование) компания заняла место в квадрате «лидеров» (рисунок 31).

Рис. 31 – Магический квадрат Gartner по системам Планирования продаж и операций (SoD)

Напомним, что Gartner разделяет информационные системы согласно со своей пятиуровневой моделью зрелости цепи поставок (Gartner Maturity Model for Supply Chain), в частности стоит отметить Системы Записи (Systems of Record), Дифференцированные Системы (Systems of Differentiation SOD) и Инновационные Системы (Innovation Systems).

Компоненты Enterprise Optimizer

Отчетность

Взаимодействие пользователей с Enterprise Optimizer осуществляется через приборные панели с использованием тонкого клиента (thin client). Пользователи могут просматривать выходные данные Enterprise Optimizer через приборные панели, реализованные в BI-системах. Описанная технология обеспечивает пользователей возможностями совместной работы сразу над несколькими сценариями.

Enterprise Optimizer Modeling Engine

Решение Enterprise Optimizer основано на ядре от компании River Logic. Оно осуществляет полный цикл вычислений, начиная от преобразования бизнес-представления исходной модели в математическую постановку задачи, оптимизации решения и обратного преобразования результатов вычислений в наглядное для конечного пользователя бизнес-представление.

Хранилище данных Enterprise Optimizer Data Store

Хранилище данных Enterprise Optimizer Data Store, основанное на технологии MS SQL, предназначено для сбора, проверки и консолидации необходимых для моделирования данных из разных источников; обновления модели Enterprise Optimizer в соответствии с заданной периодичностью. Enterprise Optimizer Data Store обеспечивает преобразование данных к формату, удобному для проведения анализа средствами системами BI. Data Store также обеспечивает сохранение результатов планирования по различным сценариям для нужд последующей аналитики.

Управление сценариями

Enterprise Optimizer позволяет пользователям в режиме реального времени анализировать сотни сценариев одновременно. При помощи аналитических средств пользователи могут сравнивать результаты планирования по разным сценариям между собой, а также с фактическими показателями.

Управление рабочими процессами (workflow)

Система поддерживает преднастроенный набор ролей пользователей и обладает возможностью настройки индивидуальных рабочих процессов, соответствующих потребностям заказчика.

Администрирование

Инструменты управления Enterprise Optimizer позволяют администраторам анализировать и управлять хранилищем данных Enterprise Optimizer Data Store, очередью заданий сервера Enterprise Optimizer, разрешениями пользователей, правами доступа к данным, сеансами/соединениями пользователей, расположениями/связями модели, лицензиями сервера Enterprise Optimizer® и иными сервисами.

Моделирование

Одной из ключевых особенностей Enterprise Optimizer является возможность построения целостной модели бизнеса предприятия при помощи комбинирования на графической диаграмме преднастроенных сущностей (склады, поставщики сырья, продажи) и затем определения взаимосвязей этих сущностей между собой (рисунок 32). Таким образом, настройка модели не требует построения или задания каких-либо уравнений: построение модели осуществляется методом «перетащить и отпустить» (drag and drop).

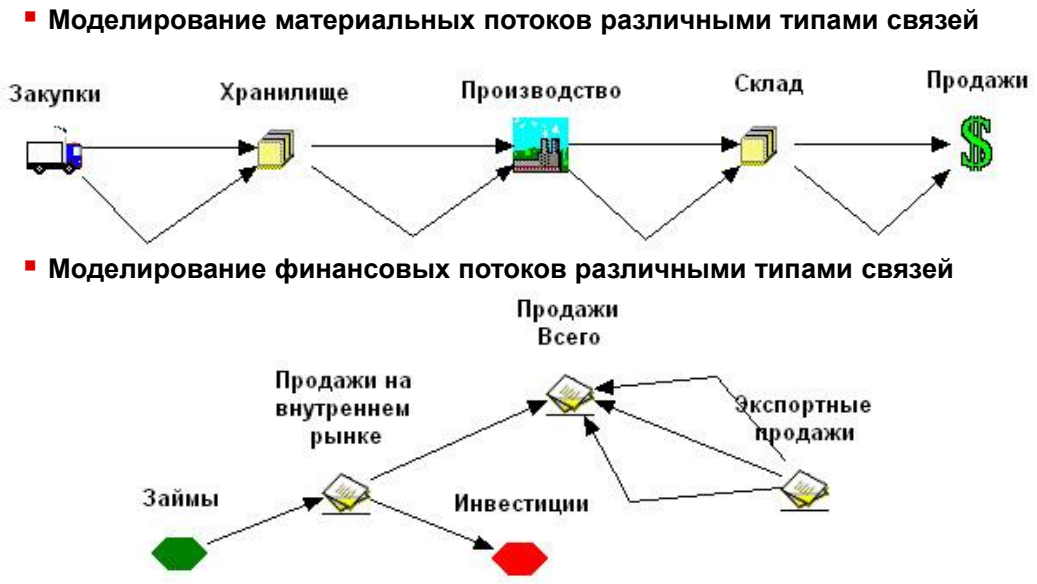


Рис. 32 – Графическая диаграмма RL EO

5.2. Структура автоматизированной системы тактического планирования

Автоматизированная система (тактического) планирования цепей поставок (АСП ЦП) состоит из следующих подсистем (рисунок 33):

- подсистема моделирования;
- подсистема редактирования дополнительных данных;
- подсистема сбора, обработки и хранения данных;
- подсистема построения аналитической отчетности;
- промежуточная БД, посредством которой осуществляется интеграция АСП ЦП с внешними системами.

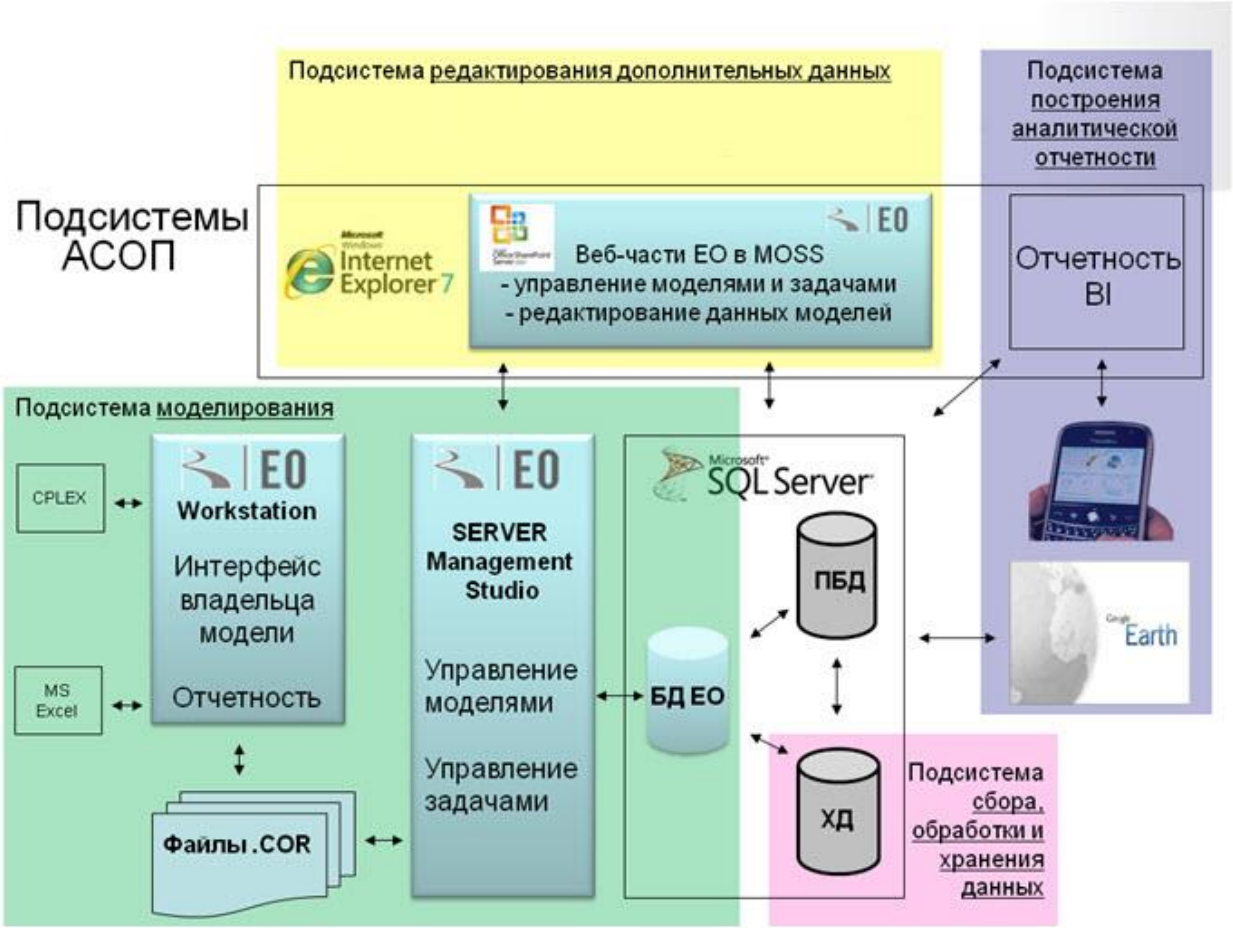


Рис. 33 – Структура АСП ЦП

Перечень основных групп функций подсистем со ссылкой на разделы с детальным описанием приведен в таблице 27.

Таблица 27

Функции и роли подсистем

Подсистема	Роли в подсистеме	Основные функции роли
Подсистема моделирования	Владелец модели	Изменение финансово-логистической цепочки
		Просчет модели
		Анализ результатов
Подсистема редактирования дополнительных данных	Владелец модели	Загрузка, сохранение, копирование сценариев (версий модели)
		Запуск задач (пример: задачи по оптимизации модели) и мониторинг статуса выполнения
		Предоставление актуальной версии модели для обновления участниками планирования
		Определение прав редактирования полей таблицы
	Участники планирования – сотрудники Производственного блока	Редактирование данных по модели
		Просмотр данных
	Участники планирования – сотрудники Финансово-экономического блока	Редактирование данных по модели
		Просмотр данных
	Участники планирования – сотрудники Коммерческого блока	Редактирование данных по модели
		Просмотр данных
	Участники планирования – сотрудники Зарубежного торгового дома	Редактирование данных по модели
		Просмотр данных
	Участники планирования – сотрудники Транспортного блока	Редактирование данных по модели
		Просмотр данных
	Участники планирования – сотрудники Блока стратегии	Редактирование данных по модели
		Просмотр данных
Подсистема сбора, обработки и хранения данных	Редактор хранилища	Изменение структуры хранилища
	Редактор хранилища	Настройка доступа к данным
Подсистема построения аналитической отчетности	Пользователи отчетов	Построение аналитической отчетности
	Редактор отчетов	Создание новых и изменение\дублирование существующих отчетов
	Редактор отчетов	Настройка доступа к отчетам

Пользователями АСП ЦП будут специалисты различных функциональных подразделений угольного холдинга.

Таблица 28

Пользователи АСП ЦП

Подразделение	Количество пользователей		
	Всего	Головной офис	Филиалы
Коммерческий блок	30	16	14
Производственный блок	9	2	7
Финансово-экономический блок	3	3	
Блок стратегии	1	1	
Итого:	43	22	21

5.3. Интеграция АСП ЦП со смежными системами

Схема интеграции АСП ЦП со смежными системами представлена на рисунке 34.

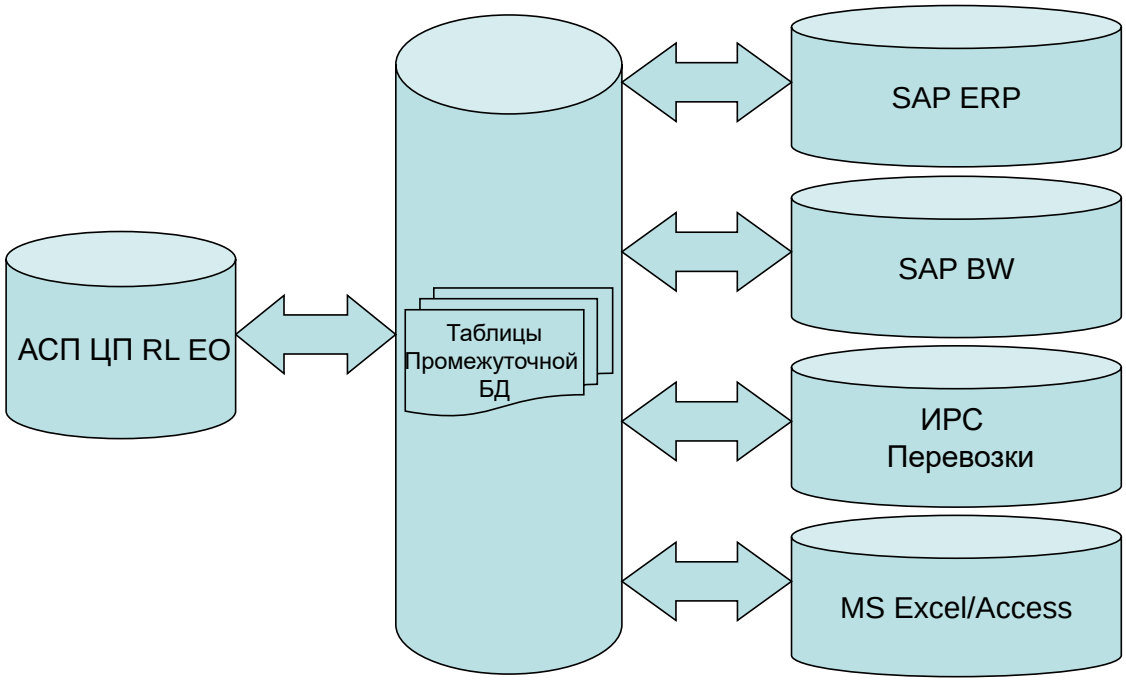


Рис. 34 – Схема интеграции

Входящие потоки данных, кроме справочников, перечислены в таблице 29.

Таблица 29

Входящие потоки данных

Описание данных	Источник данных
Заявки в натуральном и денежном выражении на реализацию угля на месяц в разрезе: • Клиент • Контракт • Базис поставки • Условия оплаты	SAP ERP
Фактические остатки наименований угля на площадках хранения и ОФ в разрезе: • Юрлицо • ПЕ • Площадка хранения • Марка угля	SAP ERP
Себестоимость угольной продукции FCA в разрезе • Период • Юрлицо • ПЕ • Бизнес-процесс • Элемент затрат • Признак постоянные \ переменные • Натуральные показатели	SAP BW
Показатели некоторых не моделируемых статей БДР угольного контура в разрезе • Период • Статья БДР	SAP BW
Показатели некоторых не моделируемых статей БДДС угольного контура в разрезе • Период • Статья БДДС	SAP BW
Себестоимость перевалки порта Ванино и порта Малый в разрезе • Период • Бизнес-процесс • Элемент затрат • Признак постоянные\переменные • Натуральные показатели	SAP BW
Тарифы на ЖД транспортировки и транзит в разрезе • Период • ЖД станция отправления • ЖД станция назначения	Excel/Access
Производственные мощности по добыче угля в разрезе • Период • ПЕ • Шахта\Разрез • Объем добычи	Excel/Access

Окончание таблицы 29

Производственные мощности по переработке угля в разрезе • Период • ПЕ • Процесс переработки • Объем переработки • Сортомарка угля • Размер кусков • Выход продуктов переработки • Качественные характеристики угольной продукции	Excel/Access

Выходящие потоки данных перечислены в таблице 30.

Таблица 30

Выходящие потоки данных

Описание данных	Получатель данных
План и Программа продаж на месячном горизонте планирования в разрезе • Рынок • Филиал • Шахта\разрез • Марка угля • Плательщик • Ответственный руководитель	SAP ERP (из SAP ERP происходит передача данных в ИРС Перевозки, Этран и SAP BW)
План отгрузок на 1.5 годовом, годовом и квартальном горизонте планирования в разрезе • Период • Регион • Шахта\разрез • Сортомарка угля • Размер кусков • Объем отгрузок • Качественные характеристики угля	SAP BW
План и Программа продаж на 1.5 годовом, годовом и квартальном горизонте планирования в разрезе • Период • Рынок • Филиал • Шахта\разрез • Марка угля • Плательщик • Ответственный руководитель	SAP BW
План по добыче и переработке на 1.5 годовом, годовом и квартальном горизонте планирования в разрезе • Период • Шахта\Разрез\ОФ\ДСК	SAP BW

Окончание таблицы 30

План по загрузке мощностей (железнодорожных станций, портов) на 1.5 годовом, годовом и квартальном горизонте планирования в разрезе • Период • ЖД станция\Порт	SAP BW
План по запасам угольной продукции на 1.5 годовом, годовом и квартальном горизонте планирования в разрезе • Период • Шахта\Разрез • Марка угля	SAP BW
План продаж на 1.5 годовом, годовом и квартальном горизонте планирования • Период • Рынок • Покупатель - обязательные данные • Филиал • Шахта\разрез • Марка угля (аналогично справочнику SAP) • Рядовой / обогащенный - обязательные данные • Плательщик тарифа • Базис поставки (FCA, CPT, DAF и др.) – обязательные данные • Базис поставки 2 (CP1,CP2и др.) - обязательные данные • Станция отправления • Код станции отправления - обязательные данные • Грузополучатель - обязательные данные • Станция назначения • Код станции назначения - обязательные данные • Дорога назначения - обязательные данные • Группа клиентов - обязательные данные • Завозы на ОФ - обязательные данные • Объемы (объемы по соответствующим периодам, включающие покупные угли) – обязательные данные	ИРС Перевозки

Взаимодействие с ИС заказчика осуществляется посредством обмена данными с использованием промежуточной базы данных (ПБД), которую разрабатывают специалисты Исполнителя в MSSQL. Структура ПБД согласуется с заказчиком.

Данные из сторонних систем предоставляет заказчик в формате XML и записывает в ПБД. Структура XML разрабатывается Исполнителем и

согласовывается с Заказчиком. Преобразование записанного Заказчиком XML в структуру сущностей ХД осуществляет Исполнитель.

Результаты планирования АСП ЦП Исполнитель выгружает в таблицы ПБД, преобразовывает в XML и записывает в соответствующие таблицы ПБД. Передача в сторонние ИС записанного Исполнителем XML находится в компетенции Заказчика.

При разработке интеграционных интерфейсов между ПБД и АСП ЦП Исполнитель отслеживает статусы приема/передачи XML Заказчику и осуществляет их протоколирование в специально созданной таблице в ПБД. Для визуализации текущего состояния статусов в ПБД разработан соответствующий отчет.

На второй фазе проекта на этапе создания Статической модели:

- Технические специалисты Заказчика предоставляют в формате Excel данные централизованных справочников ERP, BW бизнес специалистам.
- Бизнес специалисты готовят формы сбора данных с функциональных подразделений в формате Excel таблиц, используя выгруженные централизованные справочники.
- Специалисты Исполнителя осуществляют загрузку данных из форм сбора данных в модель.
- Дальнейшее изменение справочников, в том числе и создание новой записи, осуществляется только из Excel файла Владельцем модели.
- Данные в файл смогут попасть двумя способами:
  - Через заявку пользователем на создание справочной информации в SAP и обновленной выгрузкой файла отделом НСИ.
  - Могут быть занесены в файл непосредственно Владельцем модели, в случае, если сотрудники отдела НСИ вне досягаемости, но тем не менее затем включены в НСИ при возможности.

На третьей фазе, на этапе создания Динамической модели проекта, справочники сторонних ИС автоматически передаются в ПБД АСП ЦП:

- В справочники НСИ и сторонних систем, которые передаются в АСП ЦП, могут быть добавлены элементы «Элемент для АСП ЦП».

- Изменение справочников НСИ, в том числе и создание новой записи, осуществляется через службу НСИ.
- Допустимо создание новой записи (контрагент, разрез, железнодорожная станция, марка угля, прочее) в ХД АСП ЦП в случае, если данная информация не может быть заведена через службу НСИ или в справочниках сторонних ИС. Выгрузка данных по этим элементам во внешние системы либо не будет производиться, либо будет агрегировано отражаться на элементе «Элемент для АСП ЦП».
- Перед отправкой каких-либо данных во внешние системы на стороне АСП ЦП осуществляет проверку на синхронность справочников. Будет разработан отчет (Контрольный отчет по синхронизации справочников) и закреплена ответственность за Владельцем модели, либо в рамках интерфейсов осуществлена проверка и выдача журнала ошибок.

5.4. Техническая архитектура решения

Схема взаимодействия компонентов системы представлена на рисунке 35. В технической архитектуре возможны изменения в случае использования корпоративного ВО.

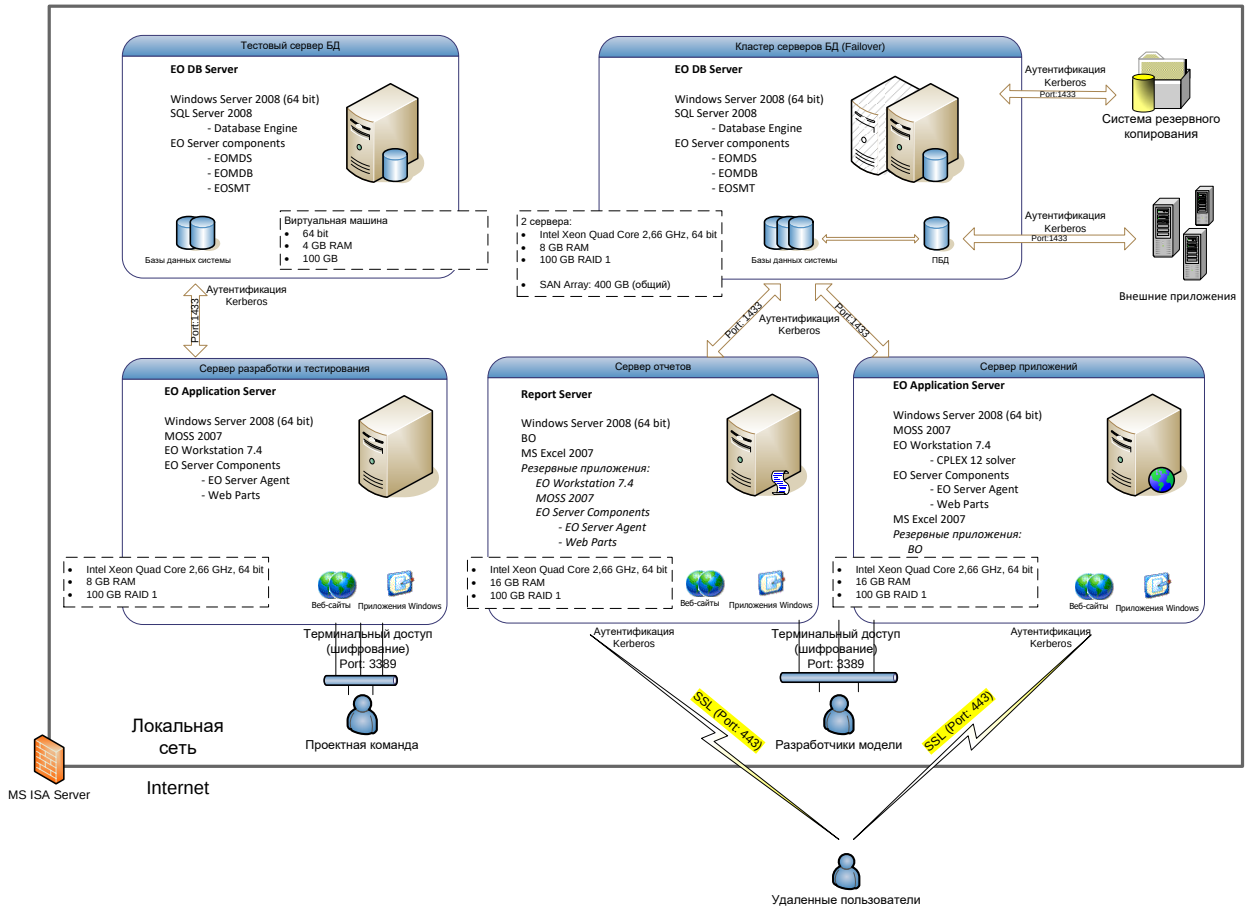


Рис. 35 – Схема взаимодействия компонентов системы

В рабочей (production) конфигурации система состоит из 4 серверов (серверных ресурсов – виртуальных машин):

- Кластер серверов баз данных (active/passive) – предназначен для хранения реляционных БД систем, обеспечения надежности хранения, обработки и предоставления данных.
- Сервер приложений – сервер обрабатывает данные, обеспечивает расчет и анализ данных модели, предоставляет средства для управления моделью.
- Сервер отчетов – обеспечивает доступ к отчетам и результатам расчетов для конечных пользователей.

В данной конфигурации сервер отчетов и сервер приложений являются взаимозаменяемыми и содержат одинаковый набор сервисов и приложений.

При нормальных условиях функционирования системы на одном из серверов активны компоненты сервера приложений, на другом – серверы отчетов. В случае отказа одного – на другом активируются службы отказавшего

сервера. Таким образом, система может поддерживать работоспособность до восстановления последствий аварии.

5.4.1. Режимы функционирования системы

АСП ЦП должна быть доступна для редактирования данных модели в режиме 20/7. АСП ЦП должна быть доступна для моделирования в режиме 16/5. АСП ЦП должна быть доступна для просмотра отчетов в режиме 22/7. Доступность системы должна составлять не менее – 95% (время простоя в месяц – 36 часов, время простоя в год – 18,26 дня).

5.4.2. Возможности по расширению функционала ЕО

Доработка функциональности Enterprise Optimizer находится целиком в компетенции производителя программного решения – компании River Logic.

5.4.3. Возможности по развитию модели

Масштабирование решения

Увеличение количества сущностей модели цепи поставок угольного холдинга (добавление разрезов/шахт, добавление угольной продукции, процессов) в рамках согласованной концепции осуществляется путем добавления соответствующих записей в таблицах ХД. Структура ХД, интеграционные интерфейсы между ХД АСП ЦП и ПБД, а также между ПБД и ИС заказчика не изменяются.

Изменение бизнес-логики модели

В случае изменения бизнес-логики решения (пример: расширение цепи поставок угольного холдинга и включение в нее энергетического контура, т.е. процессов генерации электроэнергии) необходимые изменения должны быть внесены в решение Владельцем модели. Также соответствующие настройки должны быть выполнены техническими консультантами в ПБД, интеграционных интерфейсах как между АСП ЦП и ПБД, так и между ПБД и ИС Заказчика.

5.4.4. Взаимодействие с другими системами

Взаимодействие с другими системами осуществляется посредством обмена данными с использованием промежуточной базы данных (ПБД), находящейся на сервере баз данных системы. Данные в ПБД выгружаются из

внешних систем и далее обрабатываются и преобразовываются в формат, необходимый для использования в модели.

5.4.5. Пользователи

Пользователи получают доступ к системе двумя способами в зависимости от их роли:

- используя терминальный доступ, разработчики модели подключаются к серверу приложений, на котором им доступны визуальные средства управления моделью, средства настройки отчетности и т. п.;
- остальные пользователи обращаются к системе через Интернет, используя веб-доступ к сайтам системы. При этом на сайтах пользователи могут редактировать данные в модели и строить отчеты.

Пользователи в системе работают с использованием Windows Integrated Security под своей учетной записью в домене организации.

5.4.6. Возможность виртуализации

Предложенная конфигурация предусматривает возможность виртуализации всех серверных компонентов при условии сохранения мощностных характеристик. Предпочтительно не виртуализировать наиболее нагруженный сервер – сервер приложений.

При использовании технологий виртуализации VMWARE не рекомендуется создавать кластер серверов баз данных. В этом случае можно ограничиться одной виртуальной машиной при условии ее периодического резервирования.

5.4.7. Зоны разработки и тестирования

В ходе проекта было предусмотрено выделение дополнительного серверного ресурса для разработки и тестирования. С использованием данного ресурса решались следующие задачи:

- разработка и установка дополнительной функциональности;
- проведение тестирования актуальных версий системы после произведенных доработок.

5.4.8. Требования к рабочим станциям

- Рабочие станции пользователей должны иметь возможность подключения к сети Интернет.
- Для обращения к сайтам системы на рабочих станциях должен быть установлен браузер MS Internet Explorer 7 или выше.
- На рабочих станциях разработчиков модели должна быть возможность подключения к серверу приложений с использованием Remote Desktop Connection.

5.4.9. Требования к серверам

В системе существует следующий набор серверов:

- сервер приложений;
- сервер баз данных;
- сервер отчетов;
- сервер разработки и тестирования;
- тестовый сервер БД.

Требования к аппаратному обеспечению серверов приведены в таблице 31.

Таблица 31

Требования к аппаратному обеспечению серверов

Функции сервера	Рекомендуемые технические характеристики
Сервер приложений	• Intel Xeon Quad Core 2,66 GHz • 64 bit • 16 GB RAM • 100 GB RAID 1
Сервер баз данных (2 сервера)	• Intel Xeon Quad Core 2,66 GHz • 64 bit • 8 GBRAM • 100 GB RAID 1 Дисковый массив общий для двух серверов: • 400 GB RAID 1+0
Сервер отчетов	• Intel Xeon Quad Core 2,66 GHz • 64 bit • 16 GB RAM • 100 GB RAID 1

Окончание таблицы 31

Сервер разработки и тестирования	• Intel Xeon Quad Core 2,66 GHz • 64 bit • 16GBRAM • 100 GB RAID 1
Тестовый сервер БД	• 64bit • 4GB RAM • 100 GB

Дополнительные требования к конфигурации серверов:

- Все объекты системы, к которым организуется веб-доступ, должны быть сконфигурированы для использования защищенного протокола обмена данными SSL 128 бит.
- Для доступа пользователей через Интернет веб-сайты системы должны быть опубликованы для доступа извне с использованием MS ISA Server (или другого соответствующего ПО).
- Для обеспечения надежности хранения информации должна быть предусмотрена система резервного копирования баз данных системы.

5.4.10. Требования к программному обеспечению серверов

Предоставление дистрибутивов программного обеспечения серверов, а также закупка необходимых лицензий, установка операционных систем и всех необходимых обновлений, а также обеспечение работы сетевой инфраструктуры (Active Direcotory, MS ISA и т.п.) находится в ведении заказчика. Установку и настройку остального программного обеспечения производит исполнитель.

Программное обеспечение серверов должно соответствовать требованиям, приведенным в таблице 32.

Таблица 32

Требования к программному обеспечению серверов

Функции сервера	Требования к программному обеспечению

Сервер приложений	• Windows 2008 Server x64
	• Internet Information Services
	• MS Office SharePoint Server 2007
	• EO Workstation 7.4
	  o CPLEX 12 solver
	• EO Server Components
	  o EO Server Agent
	  o Web Parts
	• MS Excel 2007
	
	Резервная установка:
	• Business Objects

Сервер баз данных	• Windows 2008 Server x64
	• MS SQL Server 2008
	• EO Server Components
	  o EOMDS
	  o EOMDB
	  o EOSMT

Сервер отчетов	• Windows 2008 Server x64
	• Internet Information Services
	• Business Objects
	• MS Excel 2007
	
	Резервная установка:
	• MS Office SharePoint Server 2007
	• EO Workstation 7.4
	• EO Server Components
	  o EO Server Agent
	  o Web Parts

Сервер разработки и тестирования	• Windows 2008 Server x64
	• Internet Information Services
	• MS Office SharePoint Server 2007
	• EO Workstation 7.3
	• EO Server Components
	  o EO Server Agent
	  o Web Parts

Тестовый сервер БД	• Windows 2008 Server x64
	• MS SQL Server 2008
	• EO Server Components
	  o EOMDS
	  o EOMDB
	  o EOSMT

5.4.11. Требования к каналам связи

Между серверами, входящими в техническую архитектуру АСП ЦП, в локальной сети предприятия должна быть обеспечена скорость передачи данных не ниже 1 Гб/сек.

Минимальная пропуская способность при терминальном соединении на каждые 10 пользователей составляет 80 кбайт/сек.

5.4.12. Обеспечение безопасности

АСП ЦП обеспечивает авторизованный (логин и пароль) доступ к данным, основанный на системе безопасности Windows (Windows Integrated Security), MS SQL Server и MS SharePoint Server.

АСП ЦП имеет возможность назначать роли пользователей и распределение прав доступа.

5.5. Примеры реализации усовершенствованного процесса тактического планирования цепей поставок в другой отрасли

Тактическое планирование в ММК

В настоящем подразделе анализируется опыт создания системы тактического планирования на Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК). Автор исполнял роли директора проекта внедрения и одного из архитекторов системы. В рамках описываемого проекта в ММК были реализованы основные положения метода послойной оптимизации [73].

Одними из ключевых стратегических задач развития Магнитогорского металлургического комбината (далее ММК) являются удовлетворение текущих и перспективных потребностей клиентов, расширение сортамента высококачественной продукции, фокус на наиболее маржинальные географические рынки сбыта. Усложнение цепи поставок ММК и планы по ее расширению определили потребность комбината в повышении эффективности процесса тактического планирования производства, разработки и внедрения экономико-математической модели для оптимизации сортамента производимой продукции с учетом логистических ограничений.

Проект по оптимизации планирования цепи поставок стал одним из ключевых компонентов долгосрочной стратегии ММК, направленной на укрепление лидирующих позиций компании на российском и мировом рынках производства стали. Одной из первоочередных задач, которые ставил ММК перед проектом, была интеграция среднесрочного планирования закупок,

производства, транспортировок, сбыта и финансов в рамках единой модели. Создание такой модели должно было позволить не только нивелировать риски, связанные с расширением деятельности комбината, но и поднять существующий процесс планирования на качественно новый уровень.

Описание компании ММК до внедрения нового процесса планирования

ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» входит в число крупнейших мировых производителей стали и занимает лидирующие позиции среди предприятий черной металлургии России. Активы компании в России представляют собой крупный металлургический комплекс с полным производственным циклом, начиная с подготовки железорудного сырья и заканчивая глубокой переработкой черных металлов (рисунок 36). ММК производит широкий сортамент металлопродукции с преобладающей долей продукции с высокой добавленной стоимостью.

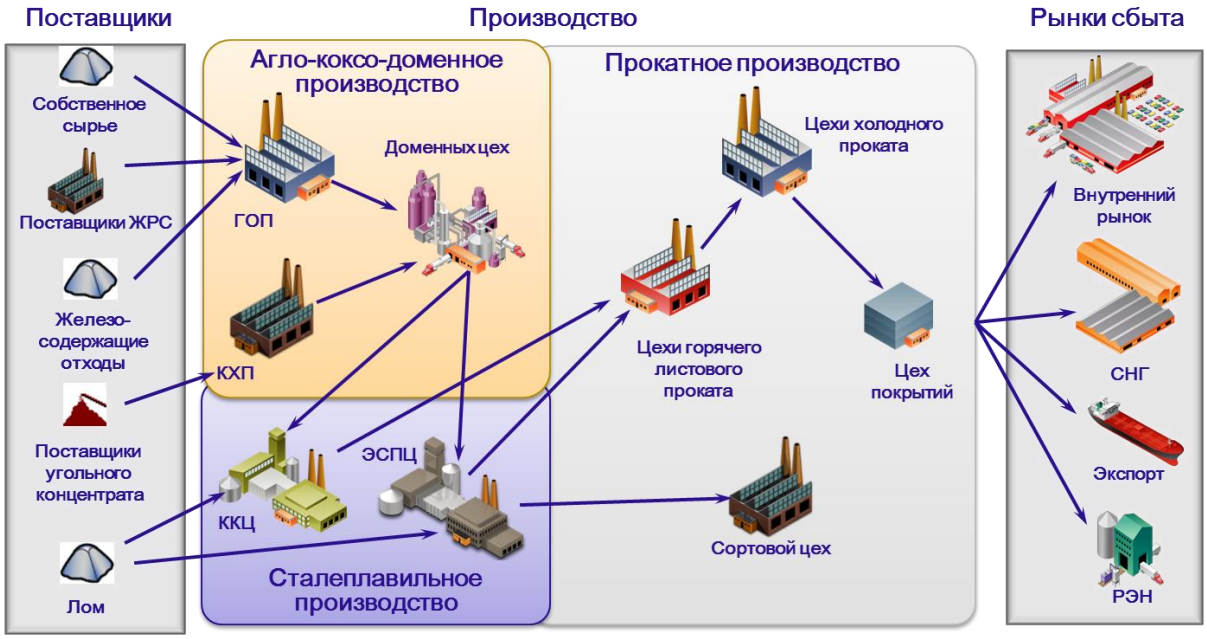


Рис. 36 – Цепь поставок ММК

На момент старта проекта по оптимизации производственной деятельности прогноз продаж компании формировался для нескольких десятков групп товарной продукции с учетом доступных ресурсов на планируемый период. На основании этого прогноза формировался план продаж путем разукрупнения этих групп на группы товарной продукции по рынкам сбыта (экспорт, СНГ, Беларусь) и каналам (направлениям) продаж на

внутреннем рынке. После этого создавалась производственная программа и рассчитывалась себестоимость продукции. В системе бюджетирования использовался тот же уровень детализации. Основными инструментами для планирования и калькулирования плановой себестоимости были MS Excel и корпоративная информационная система ММК. Основными недостатками данного подхода в планировании являлись: значительное упрощение модели, отсутствие масштабируемости, отсутствие возможности оптимизации портфеля заказов. Все вышеперечисленное определяло необходимость в разработке экономико-математической модели цепи поставок ММК в специализированном инструментарии с возможностью ее последующей оптимизации.

Организация процесса тактического планирования

Внедрение нового процесса тактического планирования цепи поставок базировалось, с одной стороны, на накопленном опыте компании ММК в области планирования, с другой стороны, учитывались такие методологии управления цепями поставок как SCOR и GSCF.

Как и на большинстве ведущих российских металлургических предприятий, тактическое планирование производства в ММК осуществляется на месячной основе с минимальным периодом планирования – месяц и состоит из двух основных шагов: прогнозирование спроса, синхронизация спроса с имеющимися производственными мощностями.

Очень сложно переоценить важность процесса прогнозирования спроса. Прогноз продаж определяет на будущее вероятностные характеристики спроса и является основой для планирования всей цепи поставок компании.

Процесс прогнозирования спроса начинается со статистического прогнозирования будущих продаж на основании имеющейся информации об отгрузках продукции в прошлом. Прогнозы включают в себя ожидания и оценки по имеющейся сезонности, цикличности, а также по существующим трендам в спросе.

Прогноз, полученный на этом шаге, как правило, носит предварительный характер. Участие специалистов из подразделения Сбыта, знающих потребности клиентов и текущую рыночную ситуацию, необходимо для того,

чтобы базовые статистические оценки превратились в прогноз продаж, за который Сбыт готов нести ответственность.

В то же время другие вовлеченные подразделения могут также внести свою лепту в формирование окончательного согласованного прогноза продаж.

Результатом этого процесса является прогноз потребностей рынка в денежном и натуральном выражении, который не ограничен имеющимися производственными мощностями. Прогноз также содержит информацию о приоритетности спроса. Прогноз продаж является ключевой исходной информацией для второго этапа процесса – синхронизации спроса с имеющимися производственными мощностями. Этот этап является краеугольным камнем всего процесса. Именно здесь спрос в виде прогноза продаж и предложение в виде производственных мощностей и запасов балансируются в соответствии с заданными бизнес-целями предприятия.

Для данного этапа особенно подходит определение процесса планирования как науки поиска и анализа альтернатив для принятия рациональных решений. Для этих целей сначала разрабатывается бизнес-модель предприятия. После того как модель верифицирована на основании истории или на основании экспертных оценок, возможно ее использование для оценки результатов принятия тех или иных управленческих решений. Отличительной особенностью применения методов математического моделирования является возможность быстрого расчета и сравнительного анализа большого количества вариантов планов. Традиционный подход зачастую едва позволяет просчитать и проанализировать в отведенное время один единственный вариант.

Основной исходной информацией для процесса тактического планирования цепи поставок являются:

- прогноз с заданной приоритетностью в тоннах в разрезе продуктовой линейки, рынков сбыта и периода загрузки;
- техкарты-маршруты производства;
- информация о входящих запасах позиций в тоннах;

- производительности, формулы (нормы расхода), переменные затраты на операции;
- график ремонтов и текущих простоев оборудования;
- уровни минимальных, максимальных и целевых запасов для различных местоположений.

Результатом работы системы тактического планирования цепи поставок является укрупненный помесячный план снабжения, производства и сбыта предприятия на горизонте планирования до 18 месяцев. Основные результаты включают в себя:

- уровень загрузки каждого производственного ресурса;
- план производства в запас для обеспечения бесперебойности поставок в случае ремонтов производственных ресурсов;
- оптимальный сортамент производства продукции;
- план отгрузок в разрезе групп продукции;
- потребности в сырье и основных материалах;
- оценка запасов и незавершенной продукции на конец каждого интервала планирования в разрезе групп продукции;
- оценка экономической составляющей планов для целей последующего сравнительного анализа альтернатив.

Следует отметить, что основная функция тактического планирования – предоставить возможность руководству просчитать последствия принятия тех или иных управленческих решений заранее и оценить их бизнес-эффект. Новый процесс планирования ММК, который основан на применении методов математического моделирования, позволяет эффективно решать эти задачи.

Внедрение системы планирования

Создание новой системы планирования осуществлялось поэтапно. При проектировании выбирались наиболее эффективные подходы к моделированию производственного комплекса предприятия, а также рассматривался опыт российских металлургических предприятий по управлению цепями поставок и международная практика применения систем планирования цепей поставок.

Одним из ключевых и продолжительных этапов при создании модели был этап подготовки исходных данных. В частности, большой объем трудозатрат пришелся на проектирование и создание целостной кодификации позиций планирования.

Практический опыт показывает, что уровень детализации позиций планирования оказывает существенное влияние на эффективность и жизнеспособность системы планирования.

Продукция, полуфабрикаты и сырье в компании, как правило, для разных задач кодируются по-разному. Бухгалтерия дифференцирует позиции, исходя из задачи корректного исчисления затрат. Сбыт использует наименования позиций, которые наилучшим образом служат для определения потребностей рынка. Подразделения планирования кодируют позиции исходя из задачи корректного моделирования маршрутов производства. Настоящим вызовом в такой ситуации становится задача приведения к единому знаменателю интерпретации этих позиций различными службами.

В компании ММК для решения этой задачи был внедрен подход на основании лучших практик, согласно которому в компании используется строго иерархическая структура кодирования позиций (рисунок 37). На вершине иерархии располагаются позиции прогнозирования. Эти позиции содержат характеристики продукции, которые необходимы для эффективного общения покупателей и продавцов. На втором уровне иерархии находятся позиции планирования, которые соотносятся с позициями прогнозирования как многие к одному. В основании иерархии находятся позиции учета. Эти позиции также соотносятся с позициями планирования как многие к одному.

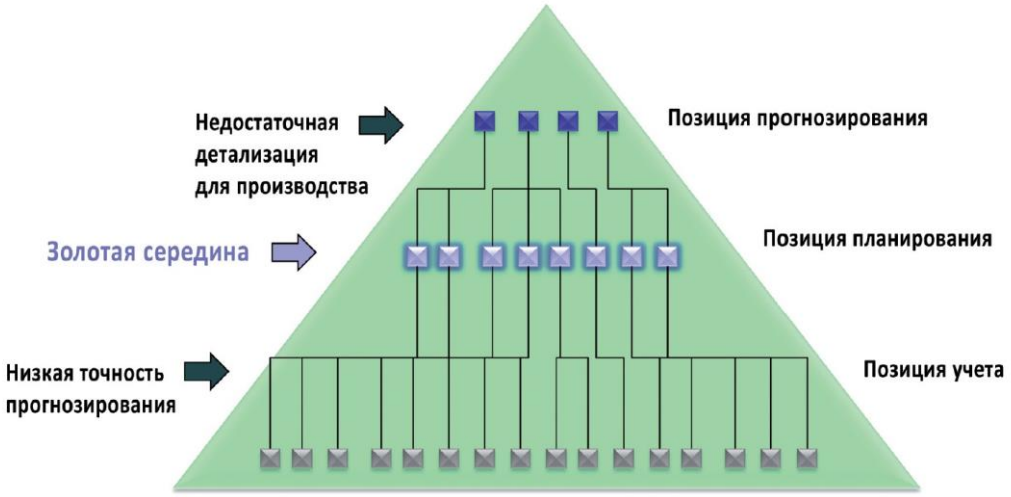


Рис. 37 – Иерархическая структура кодирования позиций

Проектирование позиций планирования – это всегда вопрос поиска компромиссов. Детализация позиций планирования должна быть достаточной для оптимизации производства, при этом не должна быть избыточной с точки зрения затрат времени и сил на ее поддержание в актуальном состоянии. В компании ММК такой уровень детализации был найден – не более 800 позиций готовой продукции. Данный уровень был определен на основании сравнительного анализа с другими ведущими металлургическими предприятиями и собственными экспертными оценками специалистов ММК.

При создании модели планирования одним из основных требований, предъявляемых к ней, являлось наличие возможности формирования оптимального портфеля заказов. Необходимо было обеспечить возможность не просто расчета объемного плана, сбалансированного по спросу и имеющимся логистическим мощностям, а возможность подбора заказов, которые обеспечивали бы предприятию максимальную маржинальную прибыль.

Традиционным подходом при анализе маржинальности альтернативных заказов является анализ заказов на основании показателя удельной прибыли. То есть, из выручки от продаж одной тонны продукции вычитаются переменные затраты на производство одной тонны продукции. Результаты двух альтернативных заказов сравниваются, и выбирается заказ с наибольшей удельной маржинальной прибылью.

Для того чтобы более наглядно продемонстрировать результат применения такого подхода рассмотрим следующий пример. Имеется два заказа, каждый из которых использует один и тот же ограниченный по мощности ресурс. Первый заказ, на рулон горячекатаный шириной 800 мм, имеет маржинальную прибыль $ 250 за тонну, другой заказ, на горячекатаный рулон шириной 1100 мм, имеет маржинальную прибыль $ 225 за тонну. Оба заказа нуждаются в обработке на стане горячего проката и порезке на агрегате продольной резки (АПР), которые ограничены по мощностям. При этом производительность горячего стана и АПР для заказа на рулон шириной 800 мм – 400 тонн в час, для рулона шириной 1100 мм – 470 тонн в час. Таким образом, за один и тот же час работы стана горячего проката и АПР заказ на рулон шириной 800 мм принесет $ 100 000 прибыли, тогда как заказ на рулон шириной 1100 мм принесет уже $ 105 750 прибыли. Таким образом, несмотря на начальные предположения о прибыльности заказов, заказ на рулон шириной 1100 мм более выгоден с экономической точки зрения.

Существуют множество причин стратегического и коммерческого характера, почему наиболее прибыльный сортамент не всегда идет в производство. Однако в случае благоприятной ситуации на рынке оптимизация производимого сортамента продукции становится очень важным фактором повышения экономической эффективности компании. Оптимизация производства также важна и в случае падения спроса на рынке. В этом случае компания за счет использования оптимизационных технологий имеет возможность сократить свои издержки и тем самым предложить более выгодные условия для своих потребителей по сравнению с конкурентами.

Исходя из всех этих соображений, в качестве основы будущей системы планирования в ММК были выбраны методы математического программирования, в частности, методы линейного программирования. Эти методы уже на протяжении многих лет успешно применяются в промышленности, сельском хозяйстве, логистике, системе здравоохранения. Математическая модель любой задачи линейного программирования включает: целевую функцию, оптимальное значение которой (максимум или минимум)

требуется отыскать; ограничения в виде системы линейных уравнений или неравенств; требование неотрицательности переменных. Ключевыми особенностями этого метода являются: детерминированность, динамичность, оптимальность.

В целом архитектуру системы планирования ММК можно представить в виде четырех взаимодействующих блоков (рисунок 38).

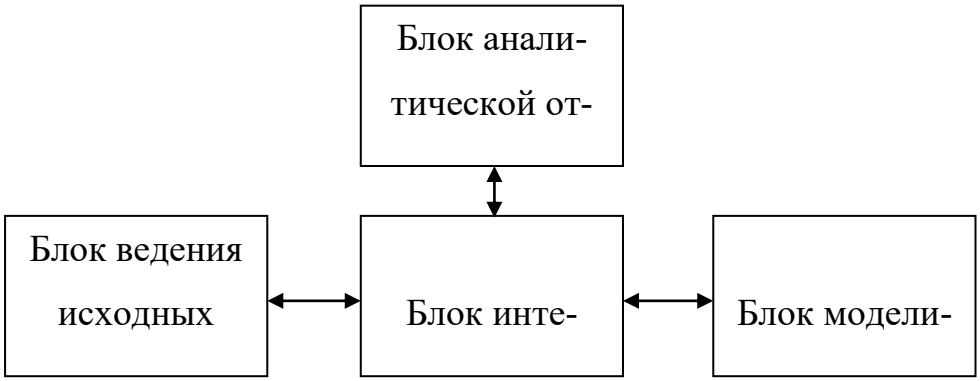


Рис. 38 – Архитектура системы планирования

Основные функции блоков системы планирования приведены в таблице 33.

Таблица 33

Функции блоков системы планирования

Блок системы	Основные функции
Блок ведения исходных данных	Ведение нормативно-справочной информации для планирования
	Формирование исходных данных
	Контроль исходных данных
	Управление доступом на ведение исходных данных
	Управление обменом данными
Блок интеграции	Обеспечение обмена данными
	Проверка исходных данных
	Хранение версий исходных данных и вариантов плана
Блок моделирования	Расчет плана
	Сценарный анализ
Блок аналитической отчетности	Формирование аналитической отчетности

С запуском системы планирования на основе методов линейного программирования ММК перешел на интегрированный подход к среднесрочному планированию. Созданная модель цепи поставок ММК

отражает весь производственный цикл предприятия и включает в себя собственных и внешних поставщиков сырья и материалов, агло-коксо-доменное производство, сталеплавильное производство, прокатное производство с дальнейшим переделом, рынки сбыта. Планирование в рамках единой модели позволяет ММК формировать целостное понимание ключевых факторов, оказывающих влияние на конечный результат, своевременно выявлять возникновение неблагоприятных ситуаций и определять наилучшие альтернативы деятельности комбината.

Результаты

Реализация проекта по внедрению системы тактического планирования цепи поставок позволила ММК получить важные конкурентные преимущества сразу в нескольких областях деятельности: производственной, сбытовой и финансовой.

В части сбытовой деятельности обеспечены возможности для:

- определения оптимального варианта удовлетворения спроса в условиях существующих рыночных и производственно-технологических ограничений;
- оптимизации сортамента производимой и реализуемой продукции на основе ее прибыльности с учетом производственных ограничений;
- предоставления месячных квот для приема фактических заказов клиентов.

В части производственной деятельности обеспечены возможности для:

- повышения качества планирования производства;
- обеспечения прозрачности процесса планирования производства по всей технологической цепочке.

В части экономической деятельности обеспечены возможности для:

- проведения оценки себестоимости в части переменных затрат по группам и видам продукции, рынкам сбыта;
- формирования исходных данных для процесса бюджетирования.

Заключение

На сегодняшний день одним из основных путей повышения эффективности тактического планирования цепи поставок является синтез высокоинтеллектуального математического инструментария с улучшаемыми бизнес-процессами. Результатом этого синтеза является комплексное улучшение в деятельности предприятия. Улучшения затрагивают производственную, сбытовую и финансовую области.

Повышение эффективности производства достигается за счет увеличения объемов отгрузки, повышения оборачиваемости запасов, снижения производственных затрат. Повышение эффективности сбытовой области достигается за счет оптимизации портфеля заказов, повышения гибкости удовлетворения запросов потребителей.

Повышение эффективности производства и сбыта неизбежно ведут к улучшению финансовых показателей компании, а именно: увеличение выручки за счет удовлетворения больших объемов и более гибкой ценовой политики, сокращение производственных затрат за счет более оптимального планирования операций.

Тактическое планирование в трубной компании

В рамках настоящего подраздела анализируется опыт создания системы тактического планирования в компании ОМК. В рамках описываемого проекта в ОМК были реализованы основные положения метода послойной оптимизации.

Интенсивный рост российских промышленных компаний в последние десятилетия, усложнение материальных, финансовых и информационных потоков в их цепях поставок, амбициозные цели на расширение бизнеса сделали невозможным дальнейшее использование существующих традиционных подходов по планированию и определили потребность компаний в разработке и внедрении новых методов и инструментов тактического планирования.

В рамках настоящего подраздела рассмотрены практические аспекты организации процесса тактического планирования цепи поставок в металлургической компании, занимающейся производством труб. Сформулированы рекомендации по повышению эффективности разработки и внедрения модели тактического планирования цепи поставок промышленного предприятия.

Материалы структурированы следующим образом:

- описание цепи поставок производителя труб;
- организация процессов планирования;
- моделирование цепи поставок;
- достигнутые результаты;
- выводы.

Описание цепи поставок производителя труб

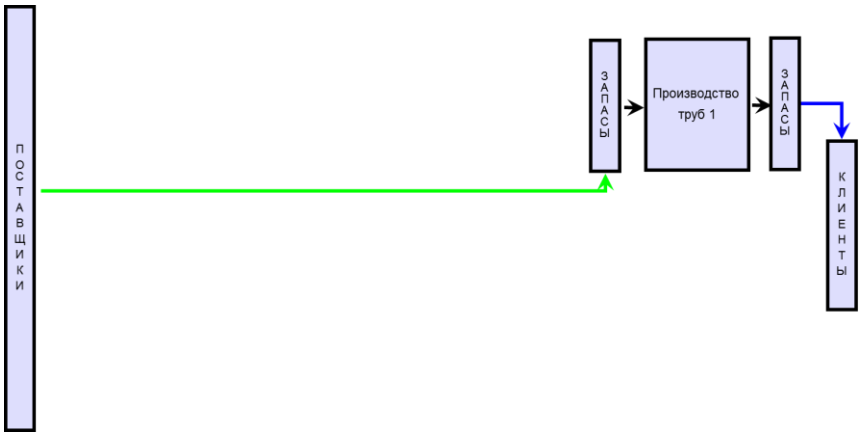
Трубная компания обслуживает ведущие российские и зарубежные компании энергетического сектора, а также отечественные предприятия коммунального хозяйства, строительные и торговые компании. Высокие мировые цены и растущий спрос на углеводороды являются гарантией процветания трубной промышленности в будущем.

В основу стратегии компании заложены следующие принципы:

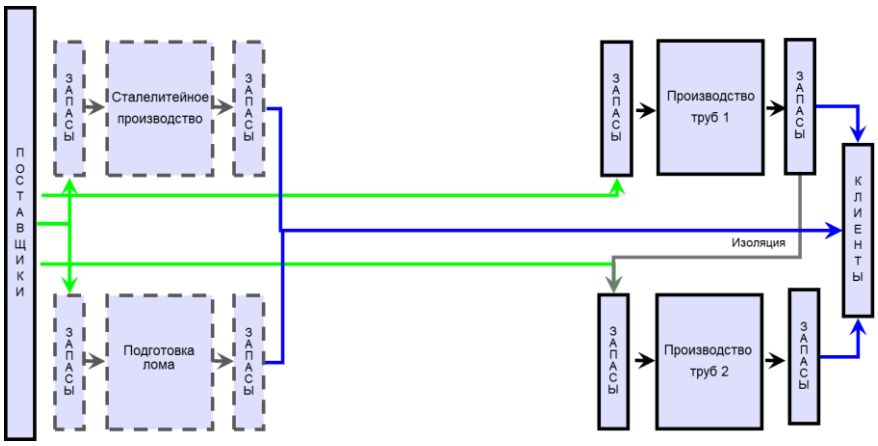
- вертикальная интеграция предприятий компании;
- концентрация производства на ограниченном числе производственных площадок, имеющих максимальный потенциал;
- сбалансированная диверсификация производства – расширение сортамента и выход на новые рынки;
- внедрение современных технологий.

Для удержания лидирующих позиций и удовлетворения будущего спроса трубная компания активно инвестирует средства в развитие своего бизнеса. Так, ее программа развития, в том числе, включает: интеграцию ранее приобретенных заводов в цепь поставок компании, строительство новых производственных мощностей. На рисунке 39 приведено схематическое изображение эволюции цепи поставок компании.

Трубная компания вчера



Трубная компания сегодня



Трубная компания завтра

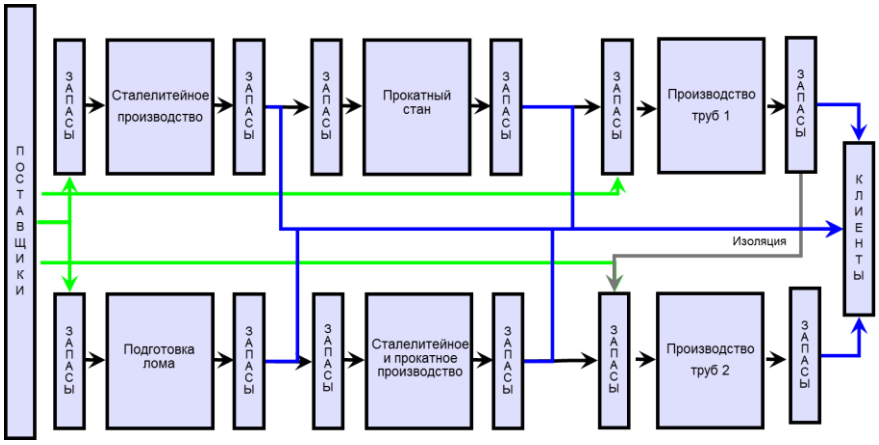


Рис. 39 – Эволюция цепи поставок компании

Анализ программы развития компании позволяет выделить ключевой риск, который может возникнуть в ходе реализации стратегий руководства, –

несинхронизованный и несбалансированный поток материалов в цепи поставок. Негативные последствия данного риска:

- повышенный уровень запасов;
- упущенные продажи;
- снижение дохода и маржинальной прибыли.

Основной стратегией нивелирования риска несинхронизированного потока материалов в цепи поставок компании является внедрение тактического планирования, которое включает в себя синхронизацию планов сбыта, производства, транспортировок и закупок.

Организация процессов планирования

Уровни планирования

Для лучшего понимания целей и задач тактического планирования рассмотрим более подробно его место и связь с другими уровнями, приведенными на рисунке 40.

Рис. 40 – Уровни планирования

Стратегическое планирование – инструмент высшего руководства, позволяющий определять наиболее перспективные направления деятельности организации, обеспечивающие ее рост и процветание.

Оперативное планирование – рабочий инструмент для оперативного управления цепью поставок. Компании, которые работают с коротким временем выполнения заказа, модифицируют детальные оперативные планы

почти непрерывно, однако ежедневное обновление подобных планов является более типичным.

Тактическое планирование необходимо для связи стратегических планов компании с более детальными оперативными планами. Оно служит промежуточным звеном и проводником политики руководства компании на более детальные уровни планирования, с одной стороны, и обратной связью о реальном состоянии дел в цепи поставок, с другой стороны. Горизонт тактического плана, как правило, не превышает 18 месяцев. План обновляется ежемесячно или еженедельно. Основной временной диапазон – месяц, хотя он может быть детализирован до одной недели для нескольких первых периодов планирования.

Сверху вниз связь стратегического и тактического уровней планирования осуществляется через политики руководства, которые проявляются в тактической модели планирования в виде целевых функций. Связь тактического и оперативного уровней планирования осуществляется через процесс приемки фактических заказов клиентов. Тактические планы определяют целевой портфель заказов для продавцов и являются ориентиром в ценовой политике компании. Таким образом, клиентский заказ без предварительной проверки на предмет соответствия квотам тактического плана никогда не попадет в производство. Описанный выше механизм как раз иллюстрирует идею доведения политики руководства на самые детальные уровни планирования, а также исполнения.

Снизу вверх приходит уточняющая информация о возможности исполнения планов и факт исполнения. По результатам анализа отклонений принимаются решения о принятии дополнительных мер для выполнения планов или внесения изменений в них.

Таким образом, построение эффективного процесса тактического планирования является ключевым фактором успеха достижения поставленных перед компанией стратегических и оперативных целей.

Организация тактического планирования цепи поставок

Тактическое планирование в трубной компании было организовано традиционным образом по следующему алгоритму:

1. Создание изолированных тактических планов структурных подразделений на основании экспертных оценок, данных за предыдущие периоды (сбыт, транспортировка, производство, закупка).

2. Балансировка разработанных планов, сведение их воедино.

3. Расчет финансовых показателей сбалансированного плана.

4. В случае если финансовые показатели неудовлетворительны, возврат на второй шаг. В противном случае публикация плана и мониторинг его исполнения.

Данная организация процесса имела следующие недостатки:

- изолированность процессов создания планов структурных подразделений;
- длительный цикл балансировки планов структурных подразделений, экономика в последнюю очередь;
- отсутствие возможности сквозной многокритериальной оптимизации по всей цепи поставок и сценарного моделирования.

Ключевыми причинами указанных проблем являлись:

- отсутствие эффективной методики формализации данных, необходимых для моделирования;
- отсутствие эффективной методики и инструмента оптимального тактического планирования цепи поставок предприятия.

Для трубной компании сложность материальных, финансовых и информационных потоков приводила к тому, что зачастую при планировании происходило недопустимое упрощение проблемы и, как результат, страдали реалистичность и качество плана.

В целях решения этих проблем в трубной компании был разработан и внедрен усовершенствованный процесс тактического планирования цепи поставок, приведенный в подразделе. Рассмотрим его более подробно (рисунок 41).

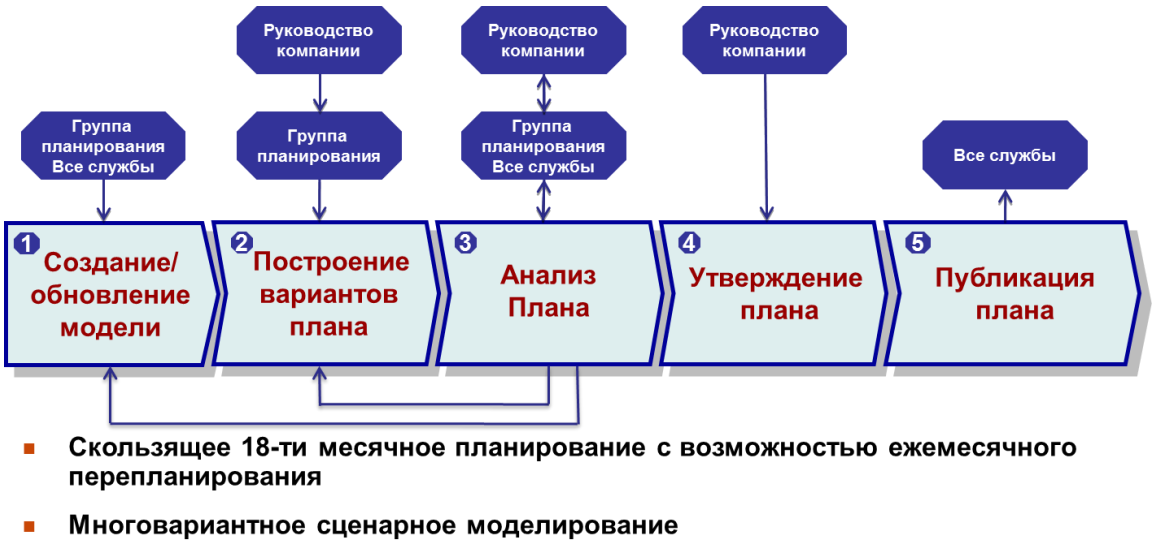


Рис. 41 – Схема тактического планирования цепи поставок

В рамках усовершенствованного процесса структурные подразделения готовят не отдельные изолированные планы, а исходную информацию, необходимую для моделирования. Данная информация включает в себя прогноз спроса, логистическую нормативно-справочную информацию и т.д. Балансировка и оптимизация тактического плана происходит в рамках моделирования (построение вариантов планов) автоматически в специализированном инструментарии на основании заданных целевых функций и ограничений.

С целью формализации процесса тактического планирования в компании были разработаны соответствующие регламенты и инструкции. В качестве примера можно привести таблицу ролей основных участников процесса планирования и их основные задачи (таблица 34).

Таблица 34

Роли и задачи для процесса тактического планирования

Наименование роли	Задачи, выполняемые в процессе
Руководитель группы планирования	Информирование сотрудника группы планирования, отвечающего за проверку данных о необходимости начала проверки целостности полученных исходных данных; информирование координатора процесса тактического планирования о возможности начала построения вариантов тактического плана; информирование координатора процесса тактического планирования о возможности проведения совещания по рассмотрению сценариев тактических планов; участие в совещании по рассмотрению сценариев тактических планов; организация обновления сценария утвержденного тактического плана.

Окончание таблицы 34

Координатор процесса тактического планирования	Рассылка сценариев тактического плана; проведение совещания по рассмотрению сценариев тактических планов; рассылка результатов совещания по рассмотрению сценариев тактических планов; проведение совещания по согласованию тактического плана; рассылка результатов совещания по согласованию тактического плана; подготовка и проведение встречи по утверждению сценария плана; публикация утвержденного сценария тактического плана; передача утвержденного сценария тактического плана руководителю группы планирования.
Сотрудники группы планирования	Проверка обновления данных. формирование перечня не обновленных данных; проверка корректности данных; формирование перечня некорректных данных. группировка данных; проверка условий формирования группировок; информирование руководителя группы планирования о возможности начала построения сценариев тактического плана. ввод в систему планирования критериев оптимизации; расчет сценариев тактического плана; информирование руководителя группы планирования о факте завершения расчёта сценариев. проверка сценариев укрупненного плана.
Руководство компании	Утверждение сценария тактического плана; утверждение решений вынесенных на рассмотрение; определение ответственных за исполнение утвержденных решений; принятие решений по открытым вопросам
Руководители подразделений	Подготовка к совещанию по рассмотрению сценариев тактических планов; участие в совещании по рассмотрению сценариев тактических планов; участие в совещании по согласованию тактического плана.
Координаторы процесса тактического планирования со стороны подразделений	Организация подготовки данных для процесса тактического планирования; контроль за своевременным вводом данных для планирования в информационную систему; оповещение группы планирования о факте завершения ввода данных в информационную систему.
Сотрудники подразделений	Сбор данных; обновление данных; проверка данных; расчет прогноза сбыта; расчет прогноза цен на сырье; расчет пропускной способности; расчёт переменных передельных затрат; расчет расходных коэффициентов; расчет выхода годного; расчет фондов рабочего времени; расчет зарезервированных машино-часов; передача данных в группу планирования.

Опыт применения усовершенствованного процесса тактического планирования в трубной компании показывает, что он отличается синергией и

обеспечивает получение оптимального и реалистичного плана деятельности в рамках заданных условий.

Ключевыми преимуществами усовершенствованного процесса являются:

- реалистичность и экономическая обоснованность планов;
- целостность взгляда на цепь поставок;
- оптимальность (возможности сквозной многокритериальной оптимизации);
- производительность (сокращение времени планирования, изменение баланса времени работы специалистов – увеличение доли времени на сценарный анализ планов).

Следует отметить, что обязательным условием применения описанного процесса планирования является наличие адекватной поставленным целям математической модели цепи поставок компании, а также использование соответствующих алгоритмов оптимизации.

Моделирования цепи поставок

Технологии

Для моделирования цепи поставок трубной компании были выбраны методы математического программирования, в частности, методы линейного программирования. Эти методы уже на протяжении многих лет успешно применяются в моделировании экономических систем. Их ключевыми особенностями являются детерминированность, динамичность, оптимальность.

На сегодняшний день существует большое количество научно-исследовательских инструментов, профессиональных средств разработки и бизнес-приложений для оптимизационного моделирования цепей поставок промышленных предприятий. В трубной компании выбор был сделан в пользу специализированного бизнес-приложения от ведущего производителя систем управления цепями поставок. Это объясняется простотой поддержания и развития модели, высокой производительностью приложения за счет узкой специализации.

Для решения задачи оптимизации модели цепи поставок трубной компании был выбран поэтапный подход – метод декомпозиции. Данный

научный метод позволяет, используя структуру задачи, заменить решение одной большой задачи решением серии меньших взаимосвязанных и более простых задач. В контексте линейного программирования суть метода заключается в решении последовательности целевых функций (критериев) оптимизации при условии, что результаты применения первого по порядку критерия не могут быть (по умолчанию) нарушены применением второго критерия.

Еще одной особенностью решения описанной задачи являлось использование послойной оптимизации. Метод декомпозиции совместно с послойной оптимизацией оказался интуитивно более понятный пользователям и соответствовал принятой в компании бизнес-логике.

Моделирование

При разработке модели цепи поставок трубной компании использовался итеративный подход, который заключался в постепенном усложнении модели по мере реализации фаз проекта (рисунок 42). Длительность фазы не превышала 3-х месяцев.

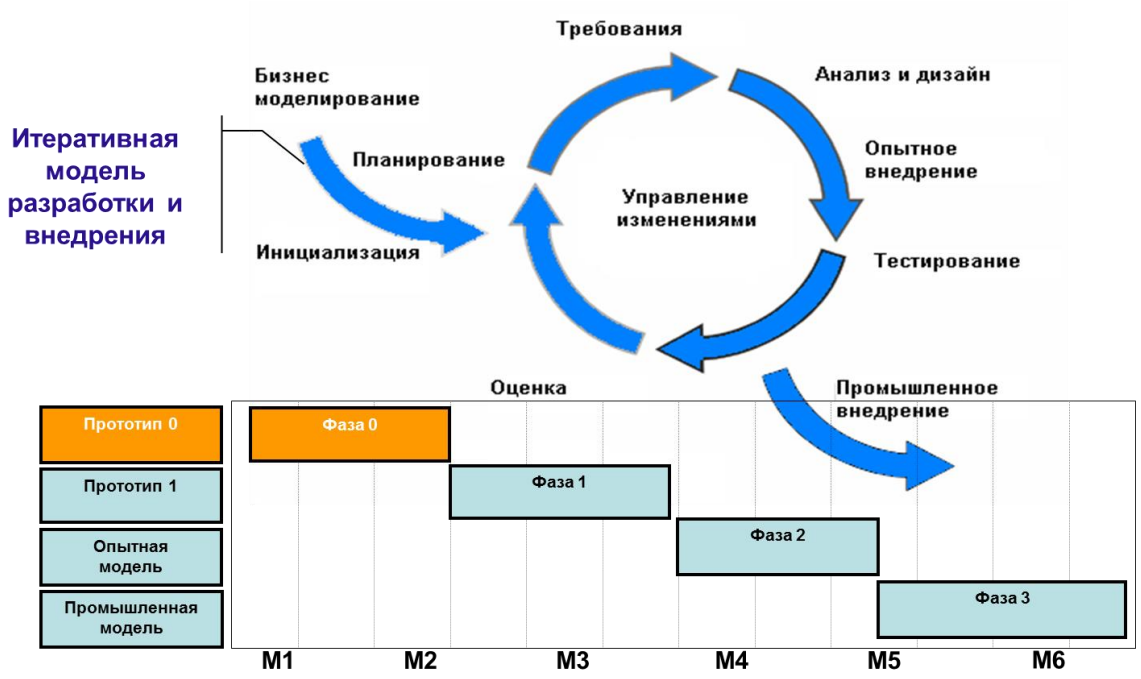


Рис. 42 – Итеративная модель разработки и внедрения

Такой тип жизненного цикла позволяет своевременно выявить проблемные области модели и внести необходимые изменения на ранних стадиях с минимальными издержками.

В рамках настоящего подраздела по соображениям конфиденциальности приводятся результаты нулевой фазы проекта внедрения тактического планирования в трубной компании.

Целями нулевой фазы являлось создание базовой модели цепочки поставок трубной компании и уточнение требований на следующие этапы. Задачами нулевой фазы являлись:

- Подготовка данных по параметрам цепи поставок:
  - графическое описание цепи поставок;
  - базовые группировки продукции;
  - описание параметров модели цепи поставок в табличном виде.
- Создание модели цепи поставок в специализированном инструментарии – проверка на адекватность.
- Расчет сценариев и анализ.

Базовая модель цепи поставок включала участки выплавки и разливки, проката, а также участок производства сварных труб. Для участка выплавки и разливки был определен один поставщик сырья. Для участка производства сварных труб, кроме рулонов, поставляемых с участка проката, имелась возможность закупать материальные ресурсы у двух сторонних поставщиков подката. Свободный рынок в модели представлен тремя регионами: ближнее зарубежье (БЗ), Российская Федерация (РФ) и дальнее зарубежье (ДЗ) (рисунки 43 и 44).

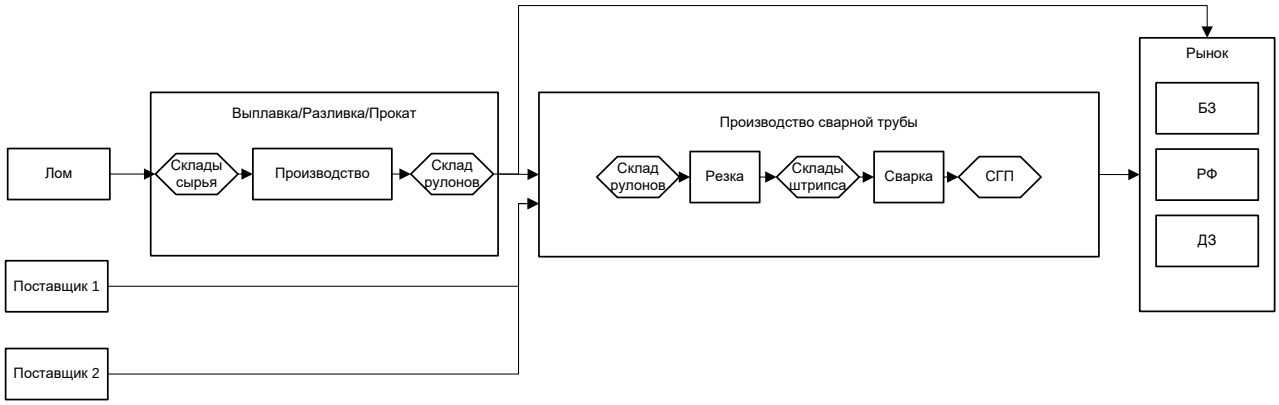


Рис. 43 – Общая схема тестовой цепи

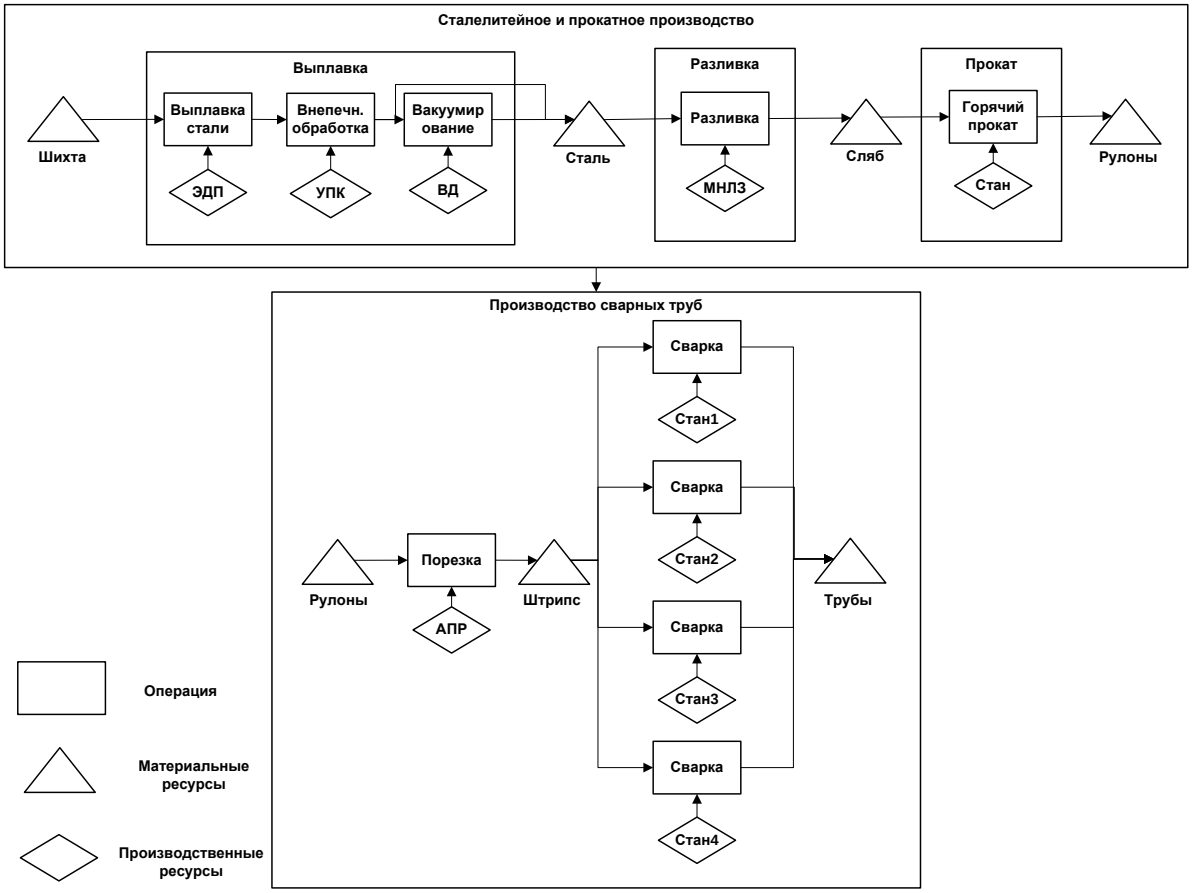


Рис. 44 – Внутрицеховые схемы в тестовой модели

На вход модели был подан прогнозируемый помесячный спрос продукции на сварные трубы и рулоны на 18 месяцев с помесячным шагом. В качестве базы для прогноза трубы использовались данные по фактическим отгрузкам за предыдущие периоды. В качестве прогноза по сталеплавильному и прокатному производству использовалась прогнозная потребность участка

производства сварных труб. Трубы могли поставляться в три региона: БЗ, РФ, ДЗ. Рулоны поставлялись только в РФ.

Базовая модель цепи поставок трубной компании была создана и протестирована в специализированном программном обеспечении. В ходе тестирования были опробованы три сценария: оптимизация по маржинальной прибыли без учета ограничений по производственным мощностям, максимизация удовлетворения спроса с учетом производственных мощностей и оптимизация маржинальной прибыли с учетом всех ограничений.

Для вычисления маржинальной прибыли в качестве доходной части бралась выручка с продаж, расходная часть включала в себя затраты на закупку сырья, логистические и производственные операции.

Основные виды результатов тактического планирования приведены на рисунке 45.

Рис. 45 – Результаты тактического планирования

Результаты проверки модели экспертами отдела планирования позволили сделать вывод, что модель адекватно отражает специфику цепи поставок трубной компании и можно перейти к следующей фазе уточнения модели и включения в нее новых участков производства.

Итеративный подход разработки модели позволил поэтапно усовершенствовать модель, на каждом этапе внося необходимые уточнения. В конечной модели были включены все основные активы цепи поставок

предприятия. Производилось моделирование не только материальных потоков, но и рассчитывались финансовые потоки.

Достигнутые результаты

Реализация проекта внедрения решения по тактическому планированию в целом позволила получить следующие результаты:

В части сбытовой деятельности:

- определять оптимальный вариант удовлетворения спроса в условиях существующих рыночных и производственно-технологических ограничений;
- оптимизировать сортамент производимой и реализуемой продукции на основе его прибыльности с учетом производственных ограничений;
- предоставлять месячные квоты для приема фактических заказов клиентов.

В части производственной деятельности:

- повысить качество планирования производства;
- обеспечить прозрачность процесса планирования производства по всей технологической цепочке.

В части финансовой деятельности:

- проводить оценку себестоимости в части переменных затрат по группам и видам продукции, рынкам сбыта;
- предоставлять исходную информацию для процесса бюджетирования.

Выводы

Тактическое планирование является необходимым связующим звеном между стратегическим и оперативным уровнем планирования. В современных условиях этот процесс требует формализации и внедрения инструментов информационной поддержки. Это особенно актуально в условиях расширения цепи поставок, усложнения материальных, финансовых и информационных потоков, что характерно для многих промышленных предприятий, в частности, для металлургических компаний.

Предложенный в работе подход к организации тактического планирования цепи поставок, а также итеративный метод создания и внедрения соответствующей модели планирования опробованы на ряде крупных

российских и зарубежных промышленных предприятий. Данный подход и метод рекомендованы к внедрению на предприятиях рассматриваемого класса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных исследований в настоящей работе были решены следующие научные задачи:

1. Обоснована необходимость систематизации и развития методологии интегрированного планирования цепей поставок в части тактического планирования, определяющаяся потребностью ее применения для обеспечения конкурентоспособности современных промышленных предприятий.

2. Предложены усовершенствованные методы, процессные и математические модели, алгоритмы тактического планирования цепей поставок промышленных предприятий на примере угольного холдинга:

- обобщен и уточнен процесс тактического планирования цепи поставок на основе интегрированной модели;
- предложен метод и критерии определения уровня детализации объектов модели цепи поставок, позволяющие повысить качество интегрированного планирования и сократить время планирования;
- предложен метод определения точки безубыточности производственных подразделений в цепи поставок предприятия в условиях трансфертного ценообразования;
- предложен алгоритм оптимизации смешения продукции в цепи поставок предприятия с широкой номенклатурой взаимозаменяемой продукции;
- формализована в виде математической модели общая задача тактического планирования цепи поставок угольного холдинга.

3. Разработана практическая методика реализации тактического планирования цепей поставок промышленных предприятий.

4. Создана модель цепи поставок угольного холдинга, отличающаяся возможностью интегрированного планирования финансовой, сбытовой, транспортной, производственной и закупочной деятельности промышленного предприятия с географически распределенными активами и широкой номенклатурой взаимозаменяемой продукции, и осуществляющая

динамическую адаптацию к изменениям внутренних и внешних условий деятельности.

5. Разработана техническая архитектура решения по тактическому планированию на примере угольного холдинга.

С использованием предложенной методики и разработанной модели реализован регулярный процесс тактического планирования цепи поставок угольного холдинга. Результаты исследования нашли свое применение при определении среднесрочной стратегии работы компании, оформлены в виде технической документации и переданы вместе с созданной моделью для промышленного использования в соответствующие подразделения компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбеков А.У. Логистика коммерции / А.У. Альбеков, В.П. Федько, О.А. Митько. – Ростов-на-Дону: Изд-во Феникс, 2001. – 158 с.

2. Аникин Б.А. Коммерческая логистика: Учебник / Б.А. Аникин, А.П. Тяпухин. – М.: Проспект, 2013. – 432 с.

3. Аникин Б.А. Логистика: [учебник для вузов] /Под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 170 с.

4. Бауэрсокс Д.Дж. Логистика. Интегрированная цепь поставок. / Д.Дж. Бауэрсокс, Д.Дж. Клосс. – М.: Изд-во ЗАО «ОЛИМП-БИЗНЕС», 2001. – 640 с.

5. Белоусов А.Г. Коммерческая логистика/А.Г. Белоусов, Д.В. Стаханов, В.Н. Стаханов – Ростов-на-Дону, "Феникс", 2010. – 151 с.

6. Белохвостиков А.Ю. Управление цепочками поставок металлургического холдинга. Российский опыт [Электронный ресурс] / А.Ю. Белохвостиков. – Режим доступа: http://www.remmag.ru/admin/upload_data/remmag/10-6/OMK.pdf.

7. Бережная Е.В. Математические методы моделирования экономических систем / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы и Статистика, 2006. – 432 с.

8. Бочкарев А.А. Автоматизация планирования и моделирования цепи поставок: монография / А.А. Бочкарев. – СПб.: СПбГИЭУ, 2008. – 291 с.

9. Бочкарев А.А. Интегрированные модели цепи поставок / А.А. Бочкарев, И.В. Кирина// Логистика сегодня. – 2006. – № 6 (18). – С. 344-359.

10. Бочкарев А.А. Планирование и моделирование цепи поставок : учебно-практическое пособие / А.А. Бочкарев. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. – 192 с.

11. Бочкарев А.А. Применение оптимизационного моделирования для стратегического планирования цепи поставок / А.А. Бочкарев, И.В. Кирина // Вестник ИНЖЭКОНА: Серия «Экономика». – 2006. – Вып. 4 (13). – С. 173-183.

12. Брынцев А.Н.Фрагментация и барьеры в логистике/ А.Н. Брынцев – М.: Экономика и жизнь, 2011.

13. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1988. – 206 с.

14. Веселевич В.И. Планирование на горном предприятии: Учебник для вузов./ В.И. Веселевич, С.С. Лихтерман, М.А. Ревазов – М: Горная книга, 2005. – 405 с.

15. Гаджинский А.М. Логистика: учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А.М. Гаджинский. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИКЦ «Маркетинг», 2002. – 408 с.

16. Ганицкий В.И. Менеджмент в горном деле: Справочное пособие/ В.И. Ганицкий, В.И. Эйрих. – М.: ООО "НИПКЦ Восход-А", 2010. – 368 с.

17. Гордон М.П. Логистика товародвижения / М.П. Гордон, С.Б. Карнаухов – М.: Центр экономики и маркетинга, 1998. – 168 с.

18. Джонс Дж.К. Методы проектирования. / Дж. К. Джонс. – М.: Мир, – 1986. – 326с.

19. Дыбская В.В. Логистика. В 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / В.В. Дыбская, В.И. Сергеев: под общей и науч. ред. В.И. Сергеева. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 317с.

20. Дыбская В.В. Логистика. В 2 ч. Часть 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / В.В. Дыбская, В.И. Сергеев: под общей и науч. ред. В.И. Сергеева. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 341с.

21. Ермолина М. В. Возможности объединения процессов S&OP и CPFR в рамках полного цикла интегрированного планирования в цепи поставок / М.В. Ермолина//Логистика и управление цепями поставок. – 2014. – № 5 (64). – С. 31-39.

22. Залманова М.Е. Производственно-коммерческая логистика/ М.Е. Залманова, О.А. Новиков, А.М. Семененко. – Саратов: СГТУ, 1995.

23. Иванов Д.А. Управление цепями поставок / Д.А. Иванов. – СПб.:Изд-во политехн. ун-та, 2009. – 660 с.

24. Карминский А.М. Информатизация бизнеса: концепции, технологии, системы/ А.М. Карминский, С.А. Карминский, П.В. Нестеров, Б.В. Черников. – М.: ФиС, 2006. – 624 с.

25. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5/ Ю. Г. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.

26. Кельтон В. Имитационное моделирование. Классика С8: [пер. с англ.] / В. Дэвид Кельтон, Аверилл М. Лоу. – 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа ВНУ, 2004. – 847 с.

27. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: учеб. пособие / Н.Б. Кобелев. – М.: Дело, 2003. – 336 с.

28. Конвичка Д. Инновационное планирование и составление графиков в комплексных средах/Д. Конвичка, В.В. Солодовников// Логистика и управление цепями поставок. 2015. – № 6 (71). – С. 77-83.

29. Конвичка Д. Системы расширенного планирования и диспетчирования для комплексных сред / Д. Конвичка, В.В. Солодовников // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2017. – № 1. – С. 204-210.

30. Костоглодов Д.Д. Распределительная логистика / Д.Д. Костоглодов, Л.М. Харисова – М.: Экспертное бюро, 1997.

31. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок: Пер. с англ. / М. Кристофер. – СПб.: Питер, 2004. – 316 с.

32. Марченко И.В. Экономико-математические методы [Электронный ресурс] / И.В. Марченко – Режим доступа: http://eos.ibi.spb.ru/umk/4_4/5/print/5_R1_T8.pdf.

33. «Мечел» и i2 СНГ объявляют о начале создания системы производственно-экономического планирования на предприятиях «Мечела» [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://it.metalinfo.ru/2006/ prezent/i2/news_mechel.pdf.

34. Миротин Л.Б. Логистика для предпринимателя / Л.Б. Миротин, И.Э. Тышбаев. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 142 с.

35. Михелькевич В.Н. Основы научно-технического творчества/ В.Н.Михелькевич, В.М. Радомский. – Ростов-на-Дону:Феникс, 2004. – С. 320.

36. Мищенко А.В., Косоруков О.А. Исследование операций: учебник/ А.В. Мищенко, О.А. Косоруков. – М: Экзамен, 2003.

37. Мищенко А.В. Оптимизационные модели управления финансовыми ресурсами предприятия / А.В. Мищенко, Е.В. Виноградова. – М.: ИНФРА-М, РИОР, 2015.

38. Мищенко А.В. Методы и модели оценки эффективности управления производственно-финансовой деятельностью в промышленной логистике / А.В. Мищенко, Т. Апалькова // Логистика и управление цепями поставок. – 2016. – № 2. – С. 8-27.

39. ММК намерен оптимизировать продажи с помощью решений JDA [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.metalinfo.ru/ru/news/47250.

40. Науменко К.Д. Организация, планирование и управление производством на предприятиях горной промышленности. 2-е изд., перераб. и доп./ К.Д. Науменко. – М.: Недра, 1977. – 480 с.

41. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: учебник для вузов / Ю.М. Неруш. – М.: Банки и биржи, 2008. – 271 с.

42. Новикова А.Ю. Интегрированное планирование в цепях поставок вертикально-интегрированных горнодобывающих компаниях / А.Ю. Новикова // Логистика и управление цепями поставок. – 2015. – № 2 (67). – С. 37-43.

43. Новиков О.А. Логистика: учебное пособие / О.А. Новиков, С.А. Уваров. – СПб.: Изд-во Бизнес-пресса, 2007. – 208 с.

44. ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» повышает эффективность производственно-экономического планирования [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://mmk.ru/press_center/13921/.

45. Осмоловский В.В. Организация производства и планирование на горнорудных предприятиях / В.В. Осмоловский. – Недра, 1975. – 296 с.

46. Опыт развития систем управления цепочками поставок в ОМК [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://it.metalinfo.ru/2010/02_omk.htm.

47. Плоткин Б.К. Введение в коммерческую логистику. Учеб. Пособие / Б.К. Плоткин – СПб.: СпбУЭиФ, 1996.

48. Плотников А.Д. Математическое программирование: экспресс-курс / А.Д. Плотников. – Минск: Новое знание, 2006. – С. 171.

49. Пузанова И.А. Интегрированное планирование цепей поставок / И.А. Пузанова. – М.: Юрайт, 2014. – 320 с.

50. Пузанова И.А. Управление цепями поставок: учебник для бакалавриата и магистратуры. Под ред. Б.А. Аникина / И.А. Пузанова. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 320 с.

51. Пучков А.Л. Экономика и планирование горного производства / А.Л. Пучков. – М.: Изд-во МГГУ, 2004.

52. Ревазов М.А. Планирование на горном предприятии. / М.А. Ревазов. – М.: Горная книга, 2005.

53. Решения i2 повысят прибыльность портфеля заказов Северстали [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.pressroom.ru/ release.php? id=26738.

54. Северсталь завершила внедрение системы оптимизации портфеля заказов и планирования производства [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.infogeo.ru/metalls/news/?act=show&news=12266.

55. Семененко А.И. Логистика. Основы теории. Учебник / А.И. Семененко, В.И. Сергеев. – М.: Союз, 2015. – 544 с.

56. Сергеев В.И. DCOR моделирование как развитие стандарта SCOR-модели / В.И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2008. – № 4. – С. 8-13.

57. Сергеев В.И. Использование SCOR-модели для контроллинга цепей поставок / В.И. Сергеев, В.В. Дыбская // Логистика сегодня. – 2014. – № 3. – С. 134-148.

58. Сергеев В.И. Логистика и управление цепями поставок – антикризисные инструменты менеджмента / В.И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2015. – № 1. – С. 9-23.

59. Сергеев В.И. Процессный подход к анализу цепей поставок в разрезе эволюции SCOR-модели / В.И. Сергеев // Интегрированная логистика. – 2011. – № 5. – С. 5-6.

60. Сергеев В.И. Развитие интеграции в цепи поставок на основе технологии S&OP – «Планирование продаж и операций» / В.И. Сергеев, Е.Д. Гранкин // Логистика и управление цепями поставок. – 2008. – № 4. – С. 51-70.

61. Сергеев В.И. Контроллинг в логистических системах / В.И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2005. – № 4. – С. 60-85.

62. Сергеев В.И. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / В.И. Сергеев. – М.: Инфра-М, 2005. – 975 с.

63. Сергеев В.И. Рекомендуемая модель операций в цепях поставок – SCOR-модель / В.И. Сергеев // Логистика и управление цепями поставок. – 2005. – №1. – С. 56-71. – № 2. – С. 64-75.

64. Сергеев В.И. Управление цепями поставок. Учебник/В.И. Сергеев. – М.: Юрайт, 2015. – 480 с.

65. Смехов А.А. Введение в логистику / А.А. Смехов. – М.: Транспорт, 1993. – 112 с.

66. Смирнова Е.А. Управления цепями поставок. Учебное пособие / Е.А. Смирнова. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. – 120 с.

67. Солодовников В.В. Методология интегрированного планирования цепей поставок промышленных предприятий (на примере комплексов черной металлургии): монография / В.В. Солодовников – М.: ОАО «ИТКОР», 2017. – 334 с.

68. Солодовников В.В. Модели интегрированного планирования для металлургических предприятий / В.В. Солодовников // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2017. – № 4. – С.238 -242.

69. Солодовников В.В. Планирование спроса в цепях поставок / В.В. Солодовников // Логистика и управление цепями поставок. – 2016. – № 1 (72). – С. 14-30.

70. Солодовников В.В. Производственно-экономическое планирование цепи поставок Магнитогорского металлургического комбината / В.В. Солодовников, А.А. Еремин, В.К. Рузанкин // Логистика и управление цепями поставок. – 2015. – № 1 (66). – С. 35-43.

71. Солодовников В.В. Совершенствование процесса тактического планирования цепей поставок металлургических предприятий / В.В. Солодовников // Логистика и управление цепями поставок. – 2018. – № 2 (85). – С. 15-29.

72. Солодовников В.В. Тактическое планирование производства Магнитогорского металлургического комбината / В.В. Солодовников, А.А. Еремин, В.К. Рузанкин // Логистика. 2017. – № 5. – С. 12-16.

73. Солодовников В.В. Тактическое планирование цепи поставок трубной компании / В.В. Солодовников // Логистика и управление цепями поставок. – 2015. – № 3 (68). – С. 76-88.

74. Стаханов В.И. Торговая логистика: Учеб. Пособие / В.И. Стаханов, Р.В. Шеховцов – М.: ПРИОР, 2000. – 112 с.

75. Стаханов В.Н. Теоретические основы логистики / В.Н. Стаханов, В.Б. Украинцев. – Ростов-на-Дону: Изд-во Феникс, 2001. – 103 с.

76. Сток Дж. Р. Стратегическое управление логистикой: Пер. с англ. 4-е изд. / Дж. Р. Сток, Д.М. Ламберт. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 797 с.

77. Таха Х. Введение в исследование операций. 7-е издание / Х. Таха. – М.: Вильямс, 2005. – 912 с.

78. Уваров С.А. Логистика общая концепция, теория и практика / С.А. Уваров. – СПб.: Инвест-НП, 1996.

79. Уоллас Т. Планирование продаж и операций: Практическое руководство. 3-е изд. Пер. с англ. / Т. Уоллас, Р. Сталь. – СПб.: Питер, 2010.

80. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок: Пер. с англ. / Д. Уотерс. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.

81. Управление цепями поставок: Справочник издательства Gower / Под ред. Дж. Гатторны. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 670 с.

82. Хорошев А.Н. Введение в управление проектированием механических систем: Учебное пособие / А.Н. Хорошев. – Белгород, 1999. – 372 с.

83. Шапиро Д. Моделирование цепи поставок / Д. Шапиро. – СПб.:Питер, 2006. – 720с.

84. Шимко П.Д. Оптимальное управление экономическими системами / П.Д. Шимко. – СПб.: Бизнес-пресса, 2004. –240 с.

85. Щербаков В.В. Основы логистики / Под редакцией В.В. Щербакова. – М.: Питер, 2016. – 432 с.

86. Affonso R. Sales and operations planning: the supply chain pillar/R. Affonso, F. Marcotte, B. Grabot // Production Planning and Control, Vol. 19. – No. 2, 2008. – pp. 132-41.

87. Bower P. 12 most common threats to sales and operations planning process/P. Bower// Journal of Business Forecasting. – 2005. – № 3. – P. 4-14.

88. Dougherty J. Sales & Operations planning Best Practices/ J. Dougherty , C. Gray// Partners for Excellence. – 2006. – 348 p.

89. Grimson J. A. Sales and operations planning: an exploratory study and framework / J. A. Grimson, D.F. Pyke // The International Journal of Logistics Management. – 2007. – № 3. – P. 322-346.

90. GSCF [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://fisher.osu. edu/ centers/scm/members/.

91. Feng Y. The value of sales and operations plannign in oriented strand board industry with make-to-order manufacturing system: Cross functional integration under deterministic demand and spot market resources/Y. Feng, S. D'Amours, R. Beauregard// International Journal of Production Economics, 115(1), 2008. – pp. 189-209.

92. Kambo N.S. Mathematical programming techniques / N.S. Kambo. – New Delhi, India:Affiliated East-West Press, 1984. – 719 p.

93. Lambert D.M. Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance, 4th Edition / D.M. Lambert. – Ponte Vedra Beach, FL: Supply Chain Management Institute, 2014. – 463 p.

94. Lapide L. Sales and Operations Planning Part I: The Process/L. Lapide// The Journal of Business Forecasting – Vol. 23. – No 3. – 2004. – pp. 17-19.

95. Lapide L Sales and Operations Planning Part II: Enabling Technology / L. Lapide // The Journal Business Forecasting. – Vol. 23. – No 4, 2004. – pp. 18-20.

96. Lapide L., Sales and Operations Planning Part III: A Diagnostic Model / L. Lapide // Journal of Business Forecasting – Vol. 24. – No 1, 2005. – pp. 13-16.

97. Mentzer J. Defining Supply Chain Management / J. Mentzer, W. DeWitt, J. Keebler, S. Min, N. Nix, C. Smith, Z. Zacharia // Journal of Bisiness Logistics. – 2001. – Vol. 22. – № 2. – p. 1-25.

98. Milliken A.L., Sales & Operations Planning: Building the Foundation/ A.L. Milliken//The Journal of Business Forecasting. – 2008. – № 3. – P. 4-12.

99. Oliver K. Supply chain management: Logistics Catches up with Strategy / K. Oliver, M. Webber Ed. By M.Cristipher // Logistics: The Strategy Issues. – 1982. – p. 63-75.

100. Stadtler H. Supply Chain Management and Advanced Planning. Third Edition / H. Stadtler, Ch. Kilger. – Berlin:Springer, 2004. – 512 p.

101. Supply Chain Operations Reference Model v 10.0. – SCC, 2010. – 856 p.

102. Wallace T.F. Forecasting and sales and operations planning: synergy in action/ T.F. Wallace// Journal of Business Forecasting. – 2006. – № 1. – P. 16-36.

103. Wallace T. Sales and Operations Planning – The How-To Handbook / T. Wallace – T.F. Wallace & Company, 1999. – 133 p.

104. Wight, O. An Executive Guide to Integrated Business Planning / O. Wight – Oliver Wight EAME LPP. – 16 p.

105. Winston W.L. Operations research: applications and algorithms (with CD-ROM and InfoTrac) 4th Edition / W.L. Winston. – Pacific Grove, CA:Duxbury Press, 2003. – 1440 p.

Монография

Солодовников Виталий Витальевич

Тактическое планирование цепей поставок промышленных предприятий (на примере угольного холдинга)

Компьютерная верстка Сафоновой Л.В.

Издание подготовлено к печати ОАО «ИТКОР»

125319, Москва, ул. Черняховского, д. 16,
помещение 1, комната 8
тел. 8 (499) 152-18-23

E-mail: ls-office@itkor.ru
www.itkor.ru

Сдано в набор 27.07.18. Подписано в печать 03.08.18.
Формат 60x90/16. Заказ № 24. Усл. печ. л.12,25.
Тираж 1000 экз.

Отпечатано: ООО "Белый Ветер", 115407, Москва,
Нагатинская набережная, дом № 54, оф.4,
тел.: (495) 651-84-56

Совместный проект

Институт ИТКОР

Издательский дом «Экономическая газета»

Издание авторских монографий

Мы гарантируем:

- СКОРОСТЬ
  Необходимый Вам тираж издается в течение 30 дней
- КАЧЕСТВО
  Монографии оформляются с выполнением всех требований для научных изданий

Мы предлагаем:

- присвоение международного кода ISBN
- допечатная подготовка: редактирование, корректура, верстка
- печать
- обязательная рассылка в Книжную палату РФ
- проведение независимого рецензирования научных работ

E-mail: monograph@itkor.ru, ls-office@itkor.ru
тел. 8(499)152-18-23

125319, Москва, ул. Черняховского, 16
www.itkor.ru

АКАДЕМИЯ МБА

АНО «Академия менеджмента и бизнес-администрирования»
www.a-mba.ru

МЕНЕДЖМЕНТ
и Бизнес-Администрирование

www.mba-journal.ru

Представление комплексной и систематизированной информации
по теории и практике, направленной на повышение качества
и эффективности управленческих процессов
на различных уровнях хозяйствования.

Журнал включен в Перечень ВАК.

ПОДПИСКА:

- В редакции: (499) 152-88-51, 152-04-90, podpiska@ideg.ru
- Через интернет-каталог «Российская периодика»: www.arpk.org
- В любом отделении почтовой связи по Объединенному каталогу «Пресса России»

СОЛОДОВНИКОВ ВИТАЛИЙ ВИТАЛЬЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры управления цепями поставок Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», директор по развитию бизнеса в России и СНГ в компании «ЛОГИС» (г. Френштат-под-Радгоштем, Чешская Республика – Москва, Россия). Эксперт по управлению цепями поставок с более чем 15-летним стажем. Специализируется на внедрении решений по интегрированному планированию в промышленных предприятиях. Список заказчиков включает такие компании, как Сибирская угольная энергетическая компания, Корпорация ВСМПО-АВИСМА, TimkenSteel, Магнитогорский металлургический комбинат, «Северсталь», Объединенная металлургическая компания и др.

Автор имеет более 48 научных работ, ведет преподавательскую деятельность по дисциплинам «Интегрированное планирование в цепях поставок», «Контроллинг логистических бизнес-процессов», «Стратегическое планирование цепей поставок» и др..