

Ю.В. Забайкин, В.М. Заернюк

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ:
ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ**

Монография

Научные технологии

Москва – 2017

УДК: 330.341

ББК: 65.301

3-12

Рецензенты:

А.Ф. Плеханов, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой Текстильных технологий, проф. кафедры Производственного менеджмента Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),

О.В. Каурова, декан факультета подготовки научных и научно-педагогических кадров Российского государственного социального Университета, д-р экон. наук, профессор.

Забайкин Ю.В., Заернюк В.М.

3-12 Совершенствование механизма устойчивого развития управления промышленного предприятия: теория и методология / Забайкин Ю.В., Заернюк В.М.: Монография. – М.: Научные технологии, 2017. – 263 с.

ISBN

DOI

В монографии систематизированы задачи по оптимизации длительности производственного цикла исполнения заказа, а так же выявлены проблемы планирования под заказ, что позволяет сократить сроки выполнения заказа, а так же сформировать более прибыльный портфель заказов. Системно и последовательно изложены базовые теоретические положения задачи по управлению запасами, но даны практические рекомендации по оптимизации сложных систем снабжения сырьем и выявлена необходимость совместного решения задачи по оптимизации длительности производственного периода и задачи по управлению запасами сырья. Предложена методика и даны рекомендации по совершенствованию организации производства «под заказ». Рассмотрены теоретические и методологические вопросы выявления и оценки рисков промышленного предприятия.

Для студентов, аспирантов, преподавателей высших учебных заведений и всех, интересующихся вопросами устойчивого развития промышленных предприятий.

© Забайкин Ю.В., Заернюк В.М., 2017

© Научные технологии, 2017

ISBN

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА.....	9
1.1. Определение проблемы планирования под заказ	9
1.2. Определение системы показателей при оптимизации периода производства.....	45
ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ПЛАНОВ ПРОИЗВОДСТВА.....	53
2.1. Планирование в условиях неполной определенности	53
2.2. Факторы эффективности производства	61
2.3. Описание предлагаемой методики оптимизации планового срока выполнения заказов	67
2.4. Методика оптимального перемещения рабочих между операциями	80
2.5. Распределение совместителей при полной взаимозаменяемости рабочих	90
2.6. Перестановка рабочих при неполной взаимозаменяемости	93
2.7. Предлагаемый алгоритм оптимизации численности рабочих на операциях и минимизации производственного срока исполнения заказа	96
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	103
3.1. Характеристика базового предприятия – фабрики головных уборов ООО "СУЛУС-XXI"	103
3.2. Пояснение в необходимости проекта производства головных уборов из полуфабриката «Фетровый колпак»	112
3.3. Формирование исходных данных для расчета производственной программы	122
3.4. Формирования матриц исходных данных при расчете производственной программы «под заказ» по критерию минимума времени	140
3.5. Интерпретация результатов оптимизации планов производства по гейм- методике.....	146
3.6. Трактовка дробных значений численности исполнителей по технологическим операциям.....	152
ГЛАВА 4. ОБЩАЯ СХЕМА И ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ	158
4.1. Задача управления запасами	158
4.2. Система с фиксированным размером заказа	164

4.3. Выявление особенностей классической модели расчета параметров заказа - EOQ модели	170
4.4. Пример расчёта запасов сырья согласно классической схеме управления запасов	176
4.5. Анализ использования экономико-математических моделей при решении задачи оптимизации производственной программы	180
4.6. Анализ основных методов и моделей управления запасами.	182
4.7. Результаты анализа использования ЭММ в оптимизации производственной программы	191
4.8. Методика совместной оптимизации производственной программы и запасов сырья (ZM)	192
4.9. Инструкция по построению графика Ганта на примере производства головных фетровых изделий	195
ГЛАВА 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	203
5.1. Оценка техногенных рисков промышленного предприятия: проблемы и решения	203
5.2. Информационная и операционная безопасность как часть системы планирования ресурсов предприятия.....	214
5.3. Валютные риски в деятельности промышленных предприятий: теоретические аспекты, методология.....	225
5.4. Метод Due Diligence как инструмент снижения предпринимательских рисков в промышленности	230
ВЫВОДЫ	239
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	244

ВВЕДЕНИЕ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
НЕ ПРОТЕКАЮТ САМИ ПО СЕБЕ, ПРОИЗВОЛЬНО,
ОНИ НАПРАВЛЯЮТСЯ, ПЛАНИРУЮТСЯ,
РЕГУЛИРУЮТСЯ, УПРАВЛЯЮТСЯ.

Переход к рыночной экономике требует от предприятий повышения эффективности производства, конкурентоспособности продукции и услуг на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, эффективных форм хозяйствования и управления производством, преодоления бесхозяйственности, активизации предпринимательства и инициативы.

Сущность планирования, формирования и управления предприятием заключается в том, чтобы товаропроизводитель своевременно предлагал определенную совокупность товаров, которые бы, соответствуя в целом профилю его производственной деятельности, наиболее полно удовлетворяли требованиям определенных категорий покупателей.

Планирование в экономике есть сознательное воздействие человека на объекты с целью придать определенную направленность экономическим процессам и получить желаемые результаты.

Управление предприятием представляет собой процесс обеспечения его деятельности для достижения поставленных целей. Предприятие может обеспечивать свое выживание в долгосрочной перспективе только в том случае, если будет производить продукт, который будет стабильно находить покупателей. Это означает, что продукт нужен покупателям, и они готовы платить за него деньги. Он интересен покупателю более чем аналогичный по потребительским свойствам продукт, производимый другими фирмами. Если продукт

обладает этими двумя свойствами, то он имеет конкурентные преимущества.

Таким образом, в современных условиях, при расчёте производственной программы, предприятие ориентируется на заказы потребителей. Общее количество и сложность изготовления изделий, включаемых в «портфель заказов», предопределяет срок производства. Содержимое «портфелей заказов», а, следовательно, и сроки исполнения, могут существенно колебаться по отдельным периодам. В таких условиях планирование должно осуществляться непрерывно во времени. Исходным моментом непрерывного планирования является не фиксированный период, а фиксированный объём (заказ). Как показал литературный поиск, методология непрерывного планирования в полной мере не разработана. Расчет мощности в условиях одно – номенклатурного производства выражается в единицах выпускаемой продукции.

Однако при большой номенклатуре выпускаемых изделий невозможно выделить универсальную единицу оценки мощности. Часто используют следующие понятия мощности:

- проектная мощность – как максимальный объем выпуска;
- эффективная мощность – как максимально возможный объем выпуска с учетом видов продукции, рабочих графиков, загрузки оборудования;
- реальный выпуск: действительный объем выпуска. Он не может превышать эффективную мощность и часто даже бывает по технологическим причинам гораздо ниже эффективной мощности.

Загрузка оборудования определяется как отношение реального выпуска к проектной мощности.

В эффективной мощности основными являются расчеты количества и состава необходимого оборудования с учетом их загрузки. Дифференцированно для каждой стадии производства (заготовительная,

обрабатывающая, сборочная) и структурных подразделений в них рассчитывается количество оборудования. Для расчета необходимо знать годовую программу выпуска, трудоемкость каждой операции технологического процесса, производительность и полезный фонд времени работы оборудования в год.

При расчетах проектной мощности используют укрупненную оценку. Изменения во внешней и внутренней среде производства приводят к необходимости уточнения всех составляющих производственных мощностей, выявлению как узких мест в производстве, так и их избытка.

Производственные подразделения имеют идеальный или оптимальный уровень производства с точки зрения издержек на единицу продукции. Идеальный уровень соответствует минимальным издержкам. Большой или меньший объем выпуска приводит к росту затрат. При отклонении объема производства от оптимального уровня происходит рост затрат.

Оптимальный объем производства и минимальные затраты на единицу являются функцией общей мощности производственной единицы. Например, при повышении общей производственной мощности предприятия повышается и оптимальный объем выпуска, а минимальные затраты на оптимальный выпуск снижаются. Таким образом, более крупные предприятия имеют более высокие оптимальные объемы производства и меньшую величину минимальных затрат.

Выбирая мощность производственной единицы, менеджер должен принять во внимание все факторы наряду с имеющимися финансовыми и иными ресурсами и прогноза ожидаемого спроса.

Наиболее очевидны экономические факторы – такие, как экономическая оценка осуществимости варианта с оптимальной мощностью, его стоимость, издержки, срок предполагаемого действия, совместимость с процессами и персоналом.

Из опыта взаимодействия с промышленностью следует, что предприятия нуждаются в новой методике планирования, соответствующей современным требованиям.

Целью данной работы является разработка научно-методической базы в целях совершенствования механизма устойчивого развития управления промышленного предприятия, в частности, разработка методики непрерывного планирования производства, ориентированного на полное удовлетворение заказов потребителей в минимальный срок и с максимальной прибылью.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Определение проблемы планирования под заказ

Планирование – это упорядоченный, основанный на обработке информации процесс по разработке проекта, который определяет параметры для достижения целей в будущем [145, с. 282].

В данной работе будут рассматриваться вопросы планирования производственной деятельности на промышленном предприятии.

Длительность периода, на который составляется план, называется временным горизонтом.

С учетом временного горизонта различают [145, с. 292]:

- краткосрочное планирование (на период не более года);
- среднесрочное планирование (на период от одного до пяти лет);
- долгосрочное планирование (на срок свыше пяти лет).

Существуют два основных подхода к планированию:

- 1) под фиксированный период (планирование во времени);
- 2) под фиксированный объем (предметное планирование).

В современных экономических условиях, когда связи между деловыми партнёрами больше не носят устойчивый характер, но возникают спонтанно и на неопределённые промежутки времени, актуальным становится предметное планирование, частным случаем которого является планирование «под заказ».

Службы маркетинга и сбыта промышленного предприятия, используя эффективные средства связи (интернет, выставки, конференции и проч.) выясняют намерения потенциальных потребителей в отношении спроса на производимую продукцию, после чего производятся необходимые экономические расчеты, из которых должны определяться сроки исполнения заказов и оптимальные цены на

продукцию. Если результаты предварительных расчетов устраивают обе стороны, заключаются договоры о производстве и поставке с указанием конкретных сроков, объемов и ассортимента. Поскольку объем и ассортимент – заданные величины, расчёту подлежат именно сроки исполнения заказов.

По опыту работы с предприятиями, а также в процессе литературного поиска, было установлено, что методика планирования «под заказ» не является в полной мере проработанной, что вызывает трудности практического и теоретического характера. Стремление устранить пробелы, существующие в теории планирования, явилось предпосылкой данного исследования.

В самом общем виде различия между двумя видами планирования – «под период» и «под заказ» - отслеживаются из сопоставления формул (1) и (2).

Планирование «под период»

$$B = \frac{T \times L}{\tau}, \quad (1)$$

Планирование «под заказ»

$$T = \frac{Z \times \tau}{L}, \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) параметры означают следующее:

B – объем производства продукции на фабрике, единиц/период;

Z - объем заказанной продукции, единиц/заказе;

T – продолжительность расчетного периода, часов;

L – среднесписочная численность производственных рабочих на фабрике, чел.;

τ – производственная трудоёмкость единицы продукции, чел.- ч.

Формула (2) отражает суть рассматриваемого нами планирования под заказ в самых общих чертах. При разработке реальных планов по

этой формуле, в условиях широкого ассортимента изделий, возникает множество трудностей.

Рассмотрим перечисленные предпосылки исследования более подробно, после чего выполним аналитический обзор соответствующих литературных источников. Так, к примеру, рассмотрим характеристики системы управления производством «точно в срок». Термин «точно в срок» (just in time – J I T) используется по отношению к промышленным системам, в которых перемещение изделий в процессе производства и поставки от поставщиков тщательно спланированы во времени.

Основная идея состоит в том, чтобы сделать процесс как можно короче, используя ресурсы оптимальным способом. Степень достижения этой цели зависит от того, насколько достигнуты дополнительные (вспомогательные) цели, такие, как:

- исключить сбои и нарушения процесса производства;
- сделать систему гибкой;
- сократить время подготовки к процессу и все производственные сроки;
- свести к минимуму материальные запасы;
- устранить необоснованные затраты.

Выполняются эти цели при реализации четырех формирующих блоков:

- проект изделия;
- проект процесса;
- кадровые/организационные документы;
- планирование и управление производством.

Ключевым понятием системы «точно в срок» являются стандартные комплектующие, модульное проектирование, качество, а также скорость и простота.

Общая черта системы «точно в срок» - наличие множества производственных ячеек. Они объединяют оборудование и инструменты

для обработки группы деталей со сходными технологическими требованиями. По своей сути ячейки – это высокоспециализированные и эффективные производственные центры. Важнейшие преимущества производственных ячеек таковы: сокращается время перехода к новому виду изделия, эффективно используется оборудование, рабочим легче овладеть смежными специальностями. Сочетание высокой эффективности работы ячеек с малыми размерами производственных партий приводит к минимальному объему незавершенного производства.

Система «точно в срок» была реализована на итальянском автомобильном заводе корпорации «Фиат» в г. Мельфи, в 1996 г., где были использованы все прогрессивные подходы к организации производства в комплексе по производственному циклу.

Начинается цикл с автоматической линии штамповки, построенной по принципу гибкого автоматизированного производства. Отштампованные детали в специальных стеллажах в режиме «точно в срок» передаются на автоматизированную линию сварки кузовов. Варка кузовов производится на полностью автоматизированных поточных линиях, оснащенных роботами. По окончании сборки кузова с поточной линии также в режиме «точно в срок» поступают в отделения окраски и сушки и далее в том же режиме на линию окончательной сборки.

Ручная сборка расчленена на рабочие зоны с учетом ритма работы и трудоемкости сборочного процесса. Синхронно на рабочие места линии сборки подаются все комплектующие с предприятий других фирм, расположенных на территории завода, в режиме «точно в срок» за 40 мин. До начала использования.

Общий цикл изготовления автомобилей составляет менее 18 часов за счет синхронизации и параллельного выполнения производственного процесса.

Конечная цель системы – плавное и непрерывное производство определенного ассортимента изделий. Потенциальное препятствие на

пути к этой цели – это так называемые узкие места, заторы в производстве, которые появляются там, где некоторые части системы перегружены. Существование таких заторов – следствие отсутствия гибкости в системе. Повысить гибкость производства можно посредством целого ряда способов:

1. Уменьшить время простоя при переходе от одного процесса к другому, сократив срок подготовки оборудования.

2. Использовать профилактическое техобслуживание на ключевом оборудовании, чтобы сократить поломки и простои.

3. Обучать рабочих смежным специальностям, чтобы они могли оказывать помощь там, где в производстве возникают заторы, или заменять отсутствующих рабочих.

4. Использовать много небольших производственных единиц, что позволит легче изменять объем производства.

5. Использовать резервы. Хранить редко используемые резервные запасы подальше от производственной зоны, чтобы не загромождать ее.

6. Создавать резервные мощности для самых важных заказчиков.

В условиях постоянства ассортимента выпускаемой продукции сопряженность оборудования, необходимого для выполнения различных технологических операций, является устойчивой. При изменении ассортимента приходится пересчитывать сопряженность. Под каждый новый заказ требуется новый расчет сопряженности оборудования и расстановки рабочих.

Сопряженность оборудования рассчитывается из следующего условия: на разных производственных участках в равные промежутки времени должно производиться одинаковое количество продукции.

Количество полуфабриката, необходимого для получения единицы готового продукта, зависит от вида готового продукта, поэтому при изменении ассортимента потребность в полуфабрикатах на разных участках меняется, следовательно, необходимо пересчитывать сопряженность. При этом могут возникать следующие проблемы: количество машин и обслуживающего

персонала, необходимых для обеспечения заданного выпуска, на одних операциях являются избыточными, а на других недостаточными.

Следовательно, необходимо выравнивание мощностей различных операций за счёт установления оптимальных уровней интенсивности и экстенсивности работы оборудования и исполнителей. Кроме того, требуется оптимизация ротации (перестановок) рабочих.

Из экономико-математических методов, предназначенных для решения рассматриваемых проблем, можно назвать следующие: графики оперативно календарного планирования Ганта, сетевые графики, модели оперативного планирования и другие. Эти методы широко известны и подробно освещены в учебной литературе [2-5, 8-13, 15,16, 18, 26-30, 90-111].

Из известных университетских учебников вопросы компоновки рабочих наиболее подробно освещены в учебнике «Экономика предприятия» [145]. Расчёт рабочего времени (в нашем случае времени исполнения заказа) находится в прямой зависимости от обеспечения и расстановки рабочей силы. В свою очередь «при изменении производственной программы меняется и расстановка кадров. А трудоёмкость зависит от технико-организационных условий, например мероприятий, которые влияют на использование рабочей силы. Точно так же рабочее время в определённых границах зависит от принимаемых на предприятии решений (например, сверхурочная работа и работа с неполным рабочим днём или неполной рабочей неделей). При определении потребности в рабочей силе, кроме того, используются стандарты и нормативы, например, при расчете трудоёмкости и рабочего времени» (с. 869). Далее здесь же отмечается, что «квалификационное соответствие достигается сложно, поскольку необходимая квалификация (штатной) рабочей силы редко совпадает с той квалификацией кадров, которая требуется для конкретной производственной программы. В рассматриваемом источнике предлагаются четыре основные типа моделей планирования персоналом:

- (1) Модели планирования использования рабочей силы;
- (2) Модели планирования обеспечения рабочей силы;

- (3) Модели планирования применения рабочей силы;
- (4) Модели синхронного планирования рабочей силы.

В целом «решаемая проблема состоит в том, чтобы найти потребность в рабочей силе и конкретное распределение (использование) существующей рабочей силы». Выбор конкретной модели зависит от производственной ситуации. Из материала рассматриваемого источника вырисовывается следующее мнение авторов: на смену распределения имеющегося потенциала рабочей силы должно приходиться покрытие потребностей в рабочей силе (с. 878). А в нашей работе научная предпосылка состоит в том, что бы оптимально использовать имеющийся трудовой потенциал, а не набирать временных рабочих со стороны. Целесообразность такого подхода определяется следующими факторами социального и экономического характера:

- руководители предприятия (работодатели) несут моральную, этическую, юридическую ответственность за исполнение социальных гарантий персонала (непрерывность стажа работы, оплата вынужденных простоев и проч.);

- мероприятия по увольнению и зачислению работников требуют денежных затрат, связанных с выплатой выходных пособий, оплатой труда сотрудников отделов кадров;

- миграция кадров приводит к снижению уровня квалификации, отсутствию корпоративного духа, снижению заинтересованности персонала в результатах предприятия и прочее.

Экономико-математические модели, приведенные в [145], не соответствуют целям, поставленным в нашей монографии. В списке символов вышперечисленных моделей [145, с. 883-884] в качестве переменных выступают показатели использования рабочей силы, оснащенности рабочей силы, а также потребность в рабочей силе, которые присутствуют в разных моделях в различных сочетаниях. Исходными данными моделей являются следующие показатели:

- коэффициенты пригодности рабочей силы для выполнения конкретного вида деятельности;

- затраты на наём и увольнение рабочей силы, на содержание персонала;

- убытки в связи с нехваткой исполнителей;

- доходы от использования избыточной рабочей силы.

Кроме того, должны быть заданы следующие величины [106, с. 884]:

- максимальное число выполнения процесса j за период t ($\overline{X_{jt}}$);

- установленное количество выпуска продукта i за период t ($\overline{v_{jt}}$).

Как видно, рассматриваемое управление персоналом базируется на расчетах «под период», под которым чаще всего понимается месяц и год. Кроме того, перемещения по службе (которые являются сутью данной работы), в этих моделях не предусмотрены (с. 882). Далее, методы формирования необходимых исходных параметров в рассматриваемом университетском учебнике не рассматриваются. Таким образом, изучение источника [145] показало, что проблема планирования использования рабочей силы является актуальной, но до конца не раскрытой. Проблемы синхронизации операций и выравнивания времени загрузки рабочих мест рассматриваются также в [101]. В частности рассматривается задача «Балансировка линий сборки». Технологически неделимые операции объединяются в организационные с целью максимально равномерной загрузки рабочих мест. Результат расчета оформляется в виде показателя «эффективность балансировки линий». Данный показатель определяется по формуле:

$$\text{Эффективность балансировки линий} = \frac{\text{Суммарное время выполнения операций}}{\text{число рабочих мест} \times \text{время цикла}}, \quad (3)$$

Показатель эффективности балансировки соответствует доле эффективного времени рабочих ко всему времени их использования

(присутствия на работе). Считается, что 75-процентное использование рабочего времени является высоким, поскольку «полная загруженность рабочих практически недостижима». Таким образом, в [101] проблема комплектования кадров признается актуальной.

Теоретические основы управления человеческими ресурсами предприятия

Управление как специфический вид социальной деятельности, базируясь на финансовых, сырьевых и других материальных ресурсах, включает три главных составных части, или три сферы:

- Планирование, т.е. определение целей и задач предприятия и любой другой организации, а также путей их реализации;
- Организацию, упорядочивающую и регулирующую деятельность людей;
- Управление людьми.

Последняя из этих составных частей имеет ключевое значение для успеха деятельности любого предприятия. Подсчитано, что в среднем руководитель тратит на управление сотрудниками или кадрами до 80% своего рабочего времени.

Персонал включает всех работников организации, всех занятых на предприятии, исключая его собственника в том случае, если он непосредственно не выполняет каких – либо производственных функций.

Для характеристики человеческого фактора производства используются такие понятия, как «рабочая сила», «трудовые ресурсы», «личность», «работник», «рабочий».

Рабочая сила представляет собой совокупность физических и умственных способностей человека, которые он использует для производства материальных благ и услуг.

Под трудовыми ресурсами понимается все социально активное население. Цель управления этим видом ресурсов – социальная

активизация населения в решении бытовых, семейных, культурных, экологических и экономических проблем. В трудовой процесс вовлекается большая часть человеческих ресурсов.

Для выражения нового взгляда на роль человека в производстве с середины 80-х годов все чаще стали использоваться термины «человеческий фактор» и «трудовой потенциал».

В понятие «человеческий фактор» вкладывается более широкий смысл, чем в понятия «рабочая сила» и «трудовые ресурсы».

Так что же такое человеческий фактор производства?

Человеческий фактор производства – это система взаимодействующих, занимающих разное положение классов, слоев и групп, деятельность и взаимодействие которых обеспечивают прогрессивное развитие общества.

Личный фактор производства – характеризует все многообразие качеств субъекта, проявляющееся в процессе его трудовой деятельности.

Человеческий фактор – это люди организаций, объединенные для совместной деятельности. В структурном плане – это в первую очередь личность, рабочая группа, трудовой коллектив.

Движение от абстрактного, одностороннего к конкретному, развернутому, многообразному в познании человеческого фактора привело к введению в научный оборот термина «трудовой потенциал».

Этот термин был введен в научный оборот 10 – 15 лет назад. Широкая трактовка смыслового понятия «потенциал» состоит в его рассмотрении как источника возможностей, средств, запаса, которые могут быть приведены в действие, использованы для решения какой – либо задачи или достижения определенной цели: возможности отдельного лица в определенной области.

Трудовой потенциал работника представляет собой совокупную способность физических и духовных свойств отдельного работника достигать в заданных условиях определенных результатов его

производственной деятельности, с одной стороны, и способность совершенствоваться в процессе труда, решать новые задачи, возникающие в результате изменений в производстве, - с другой.

Структура трудового потенциала организации представляет собой соотношение различных демографических, социальных, функциональных, профессиональных и других характеристик групп работников и отношений между ними.

Сущность современного подхода к управлению человеческими ресурсами заключается в том, что люди рассматриваются как достояние компании, которое обеспечивает ее успех в конкурентной борьбе и которое надо размещать, мотивировать, развивать, чтобы достичь поставленных организацией целей. Управление человеческими ресурсами должно рассматриваться в комплексе с изменениями внешней среды организации. В процесс управления человеческими ресурсами должно быть активно вовлечено высшее звено управления компании.

Современный этап научно-технической революции привел к качественному изменению роли человека в производстве, превращению его в решающий фактор обеспечения конкурентоспособности компаний.

Управление человеческими ресурсами, являясь одним из важнейших направлений в деятельности организации, считается основным критерием ее экономического успеха. Если раньше главное внимание уделялось развитию и совершенствованию технического прогресса, внедрению прогрессивных технологий, модификации организационных структур, то в настоящее время сделан крен в сторону человеческого фактора, иными словами, сущность и эффект бизнеса определяют люди.

В суровых условиях рыночной конкуренции только упор на человека дает возможность постоянно поддерживать высокий темп производства и обеспечивать нескончаемый поток высококачественной

продукции, Например, японские, европейские и американские прославленные менеджеры добиваются завидных успехов в производстве дешевых и качественных товаров именно благодаря бережному отношению к персоналу. Как отмечают специалисты, в умении обходиться с людьми кроется сама суть управления.

Управление человеческими ресурсами может существенно повлиять на результаты компании только тогда, когда различные его функции, такие как развитие карьеры, отбор сотрудников и прием на работу, мотивация, аттестация, тренинг, партнерство наемных работников и менеджеров и др. объединены в одну цельную программу, являющуюся частью стратегии бизнеса. Если же внедрения в общую бизнес-стратегию не произойдет, то эффект от внедрения практики УЧР будет также неполным,

Управление человеческими ресурсами исходит из того, что в мире возрастающей глобальной конкуренции наиболее важными факторами национальной конкурентоспособности являются не земля, капитал и природные ресурсы, а высококвалифицированные и мотивированные человеческие ресурсы, а также научная база.

Для управления человеческими ресурсами характерно рассмотрение персонала как одного из важнейших ресурсов организации, необходимого для достижения всех ее целей, в том числе стратегических. В XXI веке успех любой деловой организации все в большей степени зависит от ее сотрудников. Сотрудники – важнейшее достояние организации, которое надо сохранять, развивать и использовать для успеха в конкурентной борьбе. Действительно, в настоящий момент технологические возможности во многих сферах деятельности исчерпали себя, в то время как человеческий фактор еще не изучен до конца. Сейчас недостаточно разбираться в технических, экономических и финансовых аспектах деятельности компании, нужно еще понимать психологию людей, работающих в ней, понимать

механизмы, определяющие поведение людей, побуждающие их совершать те или иные поступки. Где та граница, которую человек не сможет преодолеть? На этот вопрос сейчас никто не даст однозначного ответа. Не случайно менеджмент сегодня - это прежде всего управление людьми.

В первую очередь к возрастанию роли человеческого фактора привели структурные изменения в экономике.

Изменения в сфере производства требуют наличия современных, эффективных производственных мощностей и, как следствие, изменения квалификации рабочей силы. Они напрямую влияют на человека, побуждая его к совершению определенных действий.

Изменения в структуре мирового товарооборота также непосредственно влияют на организации и людей. Рост доли услуг в структуре мирового товарооборота неизбежно окажет влияние на рабочую силу; возрастет занятость в сфере малого бизнеса, возможно увеличение числа занятых неполный рабочий день или неполную рабочую неделю. Все это неизбежно приведет к изменению уровня заработной платы, условий труда, психологической нагрузки работников. Следствием этого процесса может стать изменение государственных программ социальной поддержки населения.

Нельзя не учитывать в деятельности организации и возрастание роли общественных организаций в последние годы, так как общественные силы - достаточно мощный фактор влияния, который будет либо способствовать развитию основной деятельности организации, либо противодействовать ей.

Вторая группа факторов, повлиявших на изменение роли персонала в современной организации, связана с изменением характера рабочей силы.

За последние годы произошли и в последующие годы произойдут изменения в структуре трудовых ресурсов.

В 2008-2015 годах Россия в полной мере ощутит последствия снижения рождаемости в начале 90-х годов (Таблица 1.1). Если возникнет дефицит рабочей силы, то отечественные компании, скорее всего, сохранят рабочие места за людьми более старшего возраста. Такая политика будет имеет определенные последствия: общеизвестно, что с годами вырабатываются стереотипы мышления и большинство людей старше 50 лет очень неохотно приветствует нововведения в деятельности организаций. А без инноваций в наши дни завоевать сильные конкурентные позиции практически невозможно.

Таблица 1.1

Динамика естественного движения населения (тыс. чел.)¹

Годы	Всего, человек			На 1000 человек населения ²		
	родившихся	умерших	естественный прирост	родившихся	умерших	естественный прирост
Все население						
1950	2 745 997	1 031 010	1 714 987	26,9	10,1	16,8
1960	2 782 353	886 090	1 896 263	23,2	7,4	15,8
1970	1 903 713	1 131 183	772 530	14,6	8,7	5,9
1980	2 202 779	1 525 755	677 024	15,9	11,0	4,9
1990	1 988 858	1 655 993	332 865	13,4	11,2	2,2
1995	1 363 806	2 203 811	-840 005	9,3	15,0	-5,7
2000	1 266 800	2 225 332	-958 532	8,7	15,3	-6,6
2001	1 311 604	2 254 856	-943 252	9,0	15,6	-6,6
2002	1 396 967	2 332 272	-935 305	9,7	16,2	-6,5
2003	1 477 301	2 365 826	-888 525	10,2	16,4	-6,2
2004	1 502 477	2 295 402	-792 925	10,4	15,9	-5,5
2005	1 457 376	2 303 935	-846 559	10,2	16,1	-5,9
2006	1 479 637	2 166 703	-687 066	10,3	15,1	-4,8
2007	1 610 122	2 080 445	-470 323	11,3	14,6	-3,3
2008	1 713 947	2 075 954	-362 007	12,0	14,5	-2,5
2009	1 761 687	2 010 543	-248 856	12,3	14,1	-1,8
2010	1 788 948	2 028 516	-239 568	12,5	14,2	-1,7
2011	1 796 629	1 925 720	-129 091	12,6	13,5	-0,9
2012	1 902 084	1 906 335	-4 251	13,3	13,3	0,0
2013	1 895 822	1 871 809	24 013	13,2	13,0	0,2
2014	1 942 683	1 912 347	30 336	13,3	13,1	0,2
2015	1 940 579	1 908 541	32 038	13,3	13,0	0,3

¹ Источник: Росстат.

http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#

Представим фрагмент данных таблицы 1.1 в виде графического изображения (рисунок 1.1):

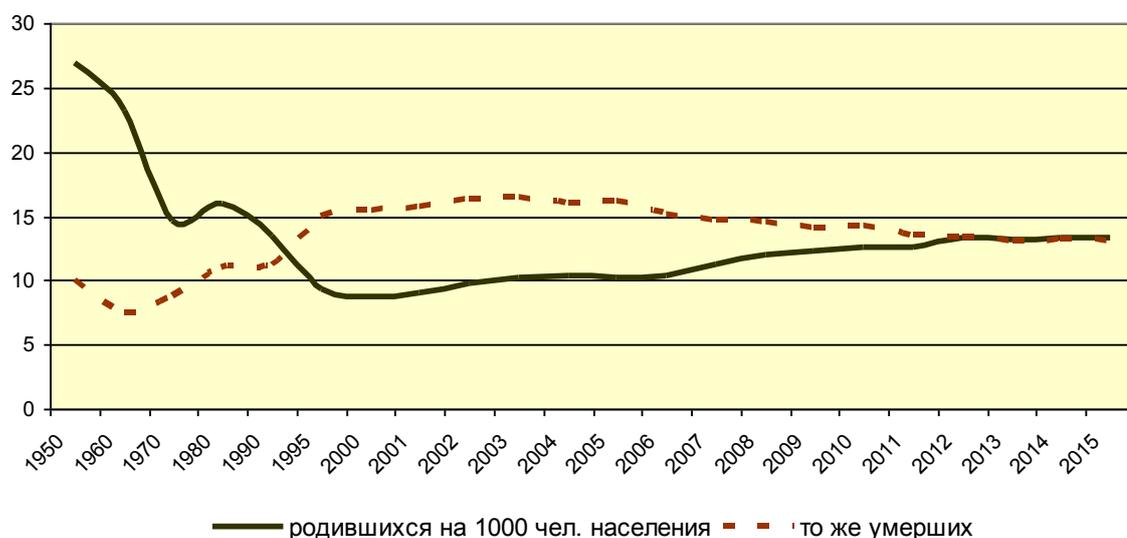


Рис. 1.1 – Изменение числа родившихся и умерших на 1000 человек населения в 1950-2015 гг.

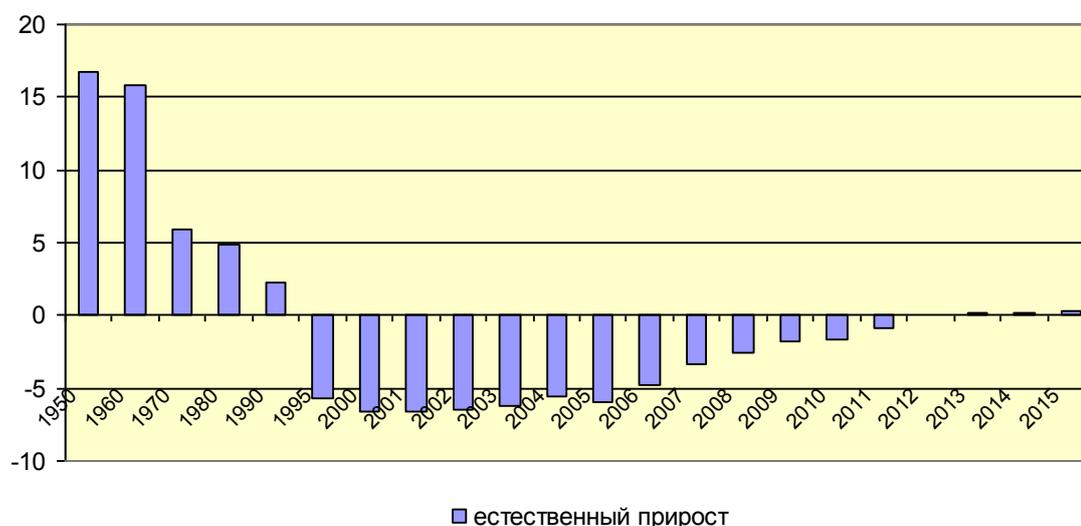


Рис. 1.2 – Динамика естественного прироста на 1000 человек населения в 1950-2015 гг.

Из данных таблицы можно сделать следующие выводы, что рождаемость в начале 90-х годов падает и из-за этого может возникнуть дефицит рабочей силы, и на предприятиях будут работать люди более старшего возраста. С одной стороны это хорошо, такие люди уже опытные и знают свое дело, а с другой они уже стареют и

становятся мало активными, больше болеют и из-за этого процесс производства продукции может замедляться.

Изменения в половой структуре трудовых ресурсов связаны прежде всего с тем, что более активно, чем в предыдущие годы, чисто мужские профессии осваивают женщины (Таблица 1.2). Одной из причин является то, что женщин больше чем мужчин. Еще не так давно словосочетание «женщина - банкир» звучало бы как шутка, а сейчас посты президентов и вице-президентов банков или генеральных директоров компаний довольно часто занимают представительницы слабого пола.

Таблица 1.2

Численность мужчин и женщин²

Годы	Все население,	в том числе		В общей численности населения, процентов	
	млн.	мужчины	женщины	мужчины	женщины
	человек				
1991	148,3	69,5	78,8	47	53
1996	148,3	69,5	78,8	47	53
2001	146,3	68,3	78,0	47	53
2002	145,2	67,6	77,6	47	53
2003	145,0	67,5	77,5	47	53
2004	144,3	67,0	77,3	46	54
2005	143,8	66,7	77,1	46	54
2006	143,2	66,3	76,9	46	54
2007	142,8	66,0	76,8	46	54
2008	142,8	66,0	76,8	46	54
2009	142,7	65,9	76,8	46	54
2010	142,9	66,1	76,8	46	54
2011	142,9	66,1	76,8	46	54
2012	143,0	66,1	76,9	46	54
2013	143,3	66,3	77,0	46	54
2014	143,7	66,6	77,1	46	54
2015	146,3	67,8	78,5	46	54
2016	146,5	67,9	78,6	46	54

² Данные приведены: 2002 г. - по переписи на 9 октября, 2010 г. - по переписи на 14 октября, за остальные годы - оценка на 1 января соответствующего года. 1926, 1939 гг. - наличное население, за последующие годы - постоянное население. Данные на 1 января 2004-2010 гг. пересчитаны с учетом итогов Всероссийской переписи населения 2010 года.

Как видно из таблицы, что с каждым годом ситуация не меняется: женщин больше чем мужчин, а так как мужской силы не хватает и многие мужчины больны (алкоголизм, наркомания), и женщинам приходится осваивать работу мужчин.

За последние годы претерпели значительные изменения трудовые ценности. В Советском Союзе у людей с детства воспитывалось уважение к труду, работа всегда стояла на первом месте, человек оценивался по его трудовым достижениям, обеспечивающим ему общественное признание и материальное поощрение. В настоящее время люди склонны, в первую очередь, к созданию присущего им образа и стиля жизни, и лишь на втором месте стоит работа, поддерживающая этот образ и стиль. Работа часто рассматривается не как цель, а как средство существования. Такая ситуация требует более гибкой и либеральной политики управления, демократичного подхода и достаточной мотивации сотрудников.

От характера персонала непосредственно зависят экономические и другие возможности организации. Поэтому к персоналу необходим интегрированный подход с точки зрения всей организации как системы. Интегрирование управления персоналом в общую стратегию организации – важнейшее отличие управления человеческими ресурсами от управления кадрами. При этом любые управленческие решения должны учитывать человеческий аспект, т.е. возможности людей и влияние на персонал.

Управление человеческими ресурсами наиболее полно и широко используется в коммерческом секторе. Компании, практикующие управление человеческими ресурсами, как правило, отличаются более высокой эффективностью, близостью к рынку, большей степенью удовлетворения потребностей потребителей. В таких организациях лучше система мотивации и карьерные перспективы, меньше несчастных

случаев, прогулов, ниже текучесть кадров персонала, выше удовлетворенность трудом.

Основными элементами управления человеческими ресурсами являются: акцент на качество привлечения, найма и развития сотрудников; применение коллективных, групповых методов организации труда в целях формирования благоприятного климата для делегирования компетенции и ответственности, а также сотрудничества работников. На основе эмпирических исследований нескольких сот компаний, культивирующих управление человеческими ресурсами, М.Альберт³ выделяет следующий перечень приоритетов их деятельности:

- Занятие руководящих должностей в первую очередь сотрудниками своей компании;
- Забота о качестве и гордость за достигнутые результаты;
- Устранение статусного разрыва между руководителями и подчиненными (ликвидация различных привилегий: отдельных ресторанов, парковок и т.п. для руководителей);
- Обеспечение благоприятных условий труда и окружающей среды;
- Поощрение открытого делового общения, обоснованности и доказательности решений, участия работников в принятии решений;
- Увязка увольнения с попытками найти сотруднику другую работу;
- Обучение работе в команде и формирование соответствующей культуры;
- Участие работников в прибыли компании;
- Повышение квалификации работников.

Можно отметить, что суть современного этапа в управлении человеческими ресурсами составляют:

³ Соколова М.И. УЧР, Учебник, М, Проспект, 2005. стр. 17

- представление управления человеческими ресурсами на высшем уровне руководства организацией;
- его вовлечение в определение стратегии и организационной структуры компании;
- участие всех линейных руководителей в реализации единой политики и решении задач в области управления человеческими ресурсами;
- интеграция деятельности менеджеров по персоналу и линейных руководителей, постоянное участие первых в качестве советников вторых при решении вопросов, связанных с персоналом, во всех подразделениях и на всех уровнях корпорации;
- системное, комплексное решение вопросов управления человеческими ресурсами и всех других стратегических задач на основе единой программы деятельности организации.

И. Прокопенко⁴ выделяет целый ряд тенденций в эволюции управления человеческими ресурсами. Эти тенденции таковы:

1. Переход управления кадрами к управлению человеческими ресурсами, т.е., от вертикального управления, централизованной кадровой функции и традиционного отдела кадров к горизонтальному управлению, децентрализованной функции управления персоналом, вовлекающей линейное управление; от планирования персонала как реакции на производственные планы к планированию человеческих ресурсов, полностью интегрированному в корпоративное планирование;
- 2) Трансформация управления человеческими ресурсами из инструментальной кадровой функции в стратегический компонент корпорации. Главный аспект кадровой политики смещается с подбором и расстановкой кадров к участию в формировании и реализации стратегии организации;

⁴ Соколова М.И. УЧР, Учебник, М, Проспект, 2005. стр. 19

3) Переход от фрагментарной, служебной кадровой деятельности к интеграции функций руководства и кадровых функций. При этом линейное руководство вовлекается в управление человеческими ресурсами, особенно в развитие будущего человеческого потенциала организации, и одновременно получает помощь со стороны служб персонала. Сохраняя ряд прежних кадровых функций, управление человеческими ресурсами добавило себе новую важную функцию – оказание помощи линейному руководству в развитии и лучшем использовании подчиненных ему сотрудников;

4) Профессионализация функции управления человеческими ресурсами. Стратегический и интегративный характер функции управления персоналом, более широкое вовлечение в ее осуществление линейного руководства, а также повышение ее консультативного характера приводят к необходимости профессионализации управления человеческими ресурсами;

5) Повышение значимости управления изменениями среди функций управления персоналом. Поскольку гибкость и способность к изменениям выступают сегодня ключевым факторами успеха, а основным препятствием (равно как и двигателем изменений) являются люди – человеческие ресурсы компании, поскольку одной из важнейших функций управления человеческими ресурсами становится активное управление изменениями и организационное развитие;

6) Интернационализация функции управления человеческими ресурсами. Глобализация производства, развитие международных связей, кооперации и интеграции делают необходимым развитие многонациональных коллективов с различной системой ценностей и культур;

7) Возрастание в управлении человеческими ресурсами удельного веса функций углубления социального партнерства и регулирования трудовых отношений. Социальное партнерство означает,

прежде всего, признание различия и взаимозависимости интересов предпринимателей, с одной стороны, и наемных работников – с другой, необходимости солидарности всех участников производства для достижения общих корпоративных целей;

8) Изменение принципов и системы мотивации. Наиболее важными принципами мотивации сегодня являются: создание атмосферы взаимного доверия; сохранение занятости; равные возможности для занятости, повышения в должности и оплаты труда в зависимости от достигнутых результатов; защита здоровья, обеспечение нормальных условий труда; справедливое распределение доходов от повышения производительности между наемными работниками и предпринимателями;

9) Переход от повышения квалификации к развитию человеческих ресурсов. Традиционный тренинг или такая фрагментарная функция, как повышение квалификации, уже не способны решать новые задачи в области подготовки компетентных работников, поэтому развитие сотрудников становится все более важной задачей управления человеческими ресурсами.

Все отмеченные тенденции свидетельствуют об обогащении функции управления человеческими ресурсами в обозримом будущем и возрастании ее значимости в управлении в целом, что в свою очередь обуславливает повышение роли науки, изучающей и конструирующей эту важнейшую сферу управленческой деятельности.

Также отражением резкого возрастания роли человека в современном производстве явился человеческий капитал.

Человеческий капитал – это знания, навыки и профессиональные способности работника. Само понятие «человеческий капитал» характеризует качество рабочей силы, возможности работника в трудовом процессе.

Ученые школы «человеческого капитала» изучали влияние сроков обучения работников, их навыков и способностей на заработную плату, эффективность и экономический рост предприятий. Иными словами, их главной задачей было определить экономическую отдачу от инвестиций в человека.

Человеческий капитал неоднороден. Он подразделяется на общий (перемещаемый) и специальный. Общий капитал включает теоретические и другие достаточно универсальные знания, имеющие широкую область применения и приобретаемые, прежде всего, в школах, вузах и других образовательных учреждениях, а также общие профессиональные знания.

Специальный капитал соотносим лишь с конкретной организацией. Он включает знания особенностей рабочего места, руководства, товарищей по работе, их возможностей, достоинств и недостатков, клиентов, специфики предприятия, региона и т.п., а также практические навыки по использованию этого рода знаний. Специальный капитал накапливается в процессе трудовой деятельности, приобретения практического опыта.

Накапливание общего и специального человеческого капитала служит одной из важнейших предпосылок наиболее эффективного использования человеческого ресурса. Оно обеспечивает высокую компетентность и неформальную вовлеченность работника в дела коллектива, позволяет ему максимально проявить инициативу, раскрыть свои способности и дарования.

В современном производстве многие фирмы сделали наращивание человеческого капитала непрерывным процессом. Наличие персонала высочайшей квалификации и качества делает их практически недостижимыми для менее богатых человеческим капиталом конкурентов, которые, даже обладая такой же передовой техникой и

технологией, обычно не в состоянии использовать их со столь высокой отдачей.

Наращивание и оптимальное использование человеческого капитала в современных условиях зависит в первую очередь от управления человеческими ресурсами. Что же представляет собой эта важнейшая сфера управления.

Понятие и цели управления человеческими ресурсами

Управление людьми - одна из наиболее важных областей управления организацией. Люди являются важнейшим ресурсом любой организации. Они создают новые продукты, контролируют качество, аккумулируют и используют финансовые ресурсы. Люди способны к постоянному совершенствованию и развитию. Их возможности и инициатива безграничны, в то время как другие ресурсы ограничены.

Управление человеческими ресурсами – это стратегический и целостный подход к управлению наиболее ценными активами организации, а именно людьми, которые индивидуально и коллективно вносят свой вклад в достижение организационных целей. Управление человеческими ресурсами представляет собой человеческий аспект управления предприятием и отношений работников со своими компаниями.

Управление человеческими ресурсами основывается на достижениях психологии труда и использует технологии и процедуры, совокупно называемые «управление кадрами», т.е. касающиеся комплектования штата предприятия, выявления и удовлетворения потребностей работников и практических правил и процедур, которые управляют взаимоотношениями между организацией и ее работником.

Цель УЧР - обеспечить использование человеческого потенциала компании таким образом, чтобы наниматель мог получить максимально возможную выгоду от их умений и навыков, а работники - максимально

возможное материальное и психологическое удовлетворение от своего труда

Основная цель УЧР направлена на развитие организационной способности достигать успеха за счет использования людей.

В частности, УЧР направлено на:

- помощь организации в приобретении и удержании необходимой квалифицированной, приверженной и мотивированной рабочей силы:

- максимизацию и развитие внутренних способностей людей – их вклада, потенциала и статуса на рынке труда – путем создания возможностей для обучения и постоянного развития:

- развитие высокоэффективных рабочих систем, которые включают «четко структурированные процессы найма и отбора, системы компенсации и стимулов на основе результатов труда, а также деятельность по обучению и развитию управленческих кадров, связанную с потребностями организации»;

- становление действенной практики, ориентированной на признание менеджерами ценности сотрудников как одной из основных заинтересованных сторон в организации, и стимулирование развития атмосферы сотрудничества и взаимного доверия;

- создание климата, способствующего становлению эффективных и гармоничных партнерских отношений между менеджерами и их подчиненными;

- культивирование среды, благоприятной для командной работы, и обеспечение гибкости процессов;

- помощь компании в разработке сбалансированного и адаптивного подхода к удовлетворению потребностей заинтересованных сторон (владельцев, государственных учреждений или доверительных управляющих, руководства, сотрудников, потребителей, поставщиков и общества в целом);

- создание условий для оценки и вознаграждения людей по результатам их действий и достижений;
- управление разнообразием, присущим трудовым коллективам, принимая во внимание индивидуальные и групповые различия в трудовых отношениях, стилях поведения и устремлениях;
- создание условий для проведения политики равных возможностей применительно ко всем сотрудникам организации;
- осуществление этнического подхода к управлению, основанного на заботе о людях, справедливости и прозрачности деятельности;
- поддержание и совершенствование физического и морального благополучия работников.

Амбициозность вышеперечисленных целей не исключает трактования их как традиционной декларации намерений. Управление начинается с благих намерений частично или полностью выполнить намеченное, однако собственно реализация, т.е. «теория на практике», часто затруднительна. Эти трудности, как правило, связаны с контекстуальными и процессуальными проблемами: разные приоритеты бизнеса, краткосрочная перспектива, отсутствие поддержки менеджеров низшего звена, неадекватная инфраструктура вспомогательных процессов, отсутствие необходимых ресурсов, сопротивление изменениям и климат полного недоверия работников.

Как может быть достигнута цель?

С помощью жесткого и гибкого подхода к управлению человеческими ресурсами.

Жесткий подход к управлению человеческими ресурсами основывается на количественном, измерительном и стратегическом аспектах управления численностью рабочей силы и осуществляются такими же рациональными методами, какие применяются к любому другому экономическому фактору. Философия этого бизнес – ориентированного подхода подчеркивает необходимость управления

людьми таким методом, способствовал бы созданию дополнительной ценности и формированию конкурентного преимущества организации. Причем люди рассматриваются как человеческий капитал, который при необходимых инвестициях в его развитие может обеспечить желаемый доход. Фомбрун и соавторы (1984) в своей работе дают прямое определение работникам «как ключевому ресурсу в руках менеджеров». Гест (1999) комментирует это следующим образом:

«Стремление внедрить управление человеческими ресурсами исходит из необходимости организаций адекватно реагировать на внешнюю угрозу со стороны ужесточающейся конкуренции. Эта концепция становится привлекательной для менеджеров, вынужденных наращивать конкурентное преимущество своих компаний, когда они наконец понимают, что для достижения цели им необходимо вкладывать средства не только в новую технологию, но и в человеческие ресурсы».

Таким образом, данный подход фокусируется на следующих аспектах:

- удовлетворение интересов руководства;
- реализация стратегического подхода, согласующегося со стратегией организации;
- создание дополнительной ценности благодаря развитию человеческих ресурсов и управлению эффективностью труда;
- потребность в сильной корпоративной культуре, выраженной в миссии и ценностях организации и подкрепленной процессами коммуникации, обучения и управления эффективностью труда.

Гибкий подход к УЧР уходит корнями в школу человеческий отношений, основанную на коммуникации, мотивации и лидерстве. По определению Стори (1989), данный подход предписывает «относиться к работникам как к ценным активам, создающим конкретное преимущество за счет своей приверженности работе, адаптивности и высокого качества труда (навыков, умения эффективно работать и т.д.)».

По мнению Геста (1999), такой подход расценивает работников прежде всего как средство, а не как объект управления. Основная идея гибкого подхода к УЧР заключается в достижении приверженности «сердец и умов» работников целям компании с помощью вовлечения их в процесс, создания благоприятных условий для общения и обмена информацией и других методов формирования компаний с высокой степенью приверженности и доверия работников. Значительное внимание при этом уделяется ключевой роли организационной культуры.

Центром внимания при таком подходе являются «взаимность – убежденность в том, что интересы руководства и работников могут и должны совпадать. Иными словами, это унитаристский подход.

Понятия «управление человеческими ресурсами» и «управление персоналом».

Существует ли принципиальная разница между управлением персоналом и управления человеческими ресурсами, представляет интерес только для ученых. Тем не менее, учитывая, что значительное число коммерческих и государственных организаций переходят от управления персоналом к управлению человеческими ресурсами. Рассмотрим некоторые различия между этими понятиями:

1. Управление персоналом является практической и инструментальной областью, оно сосредоточено в основном на администрировании и применении кадровой политики. Управление человеческими ресурсами, напротив, имеет стратегические параметры и рассматривает общее размещение человеческих ресурсов в пределах компании.

2. Управление человеческими ресурсами занимается глобальными аспектами менеджмента перемен, а не просто последствиями изменений для принятой в компании практики работы. УЧР стремится к активному стимулированию перемен и принятию новых методов работы.

3. Управление персоналом носит реагирующий и диагностический характер. Оно реагирует на изменения в трудовом законодательстве, в конъюнктуре рынка труда, на действия профсоюзов, рекомендуемые государством кодексы практики и прочие элементы влияния среды бизнеса. Управление человеческими ресурсами, со своей стороны, носит предписывающий характер и касается стратегий, развития новых видов деятельности и разработки свежих идей.

4. Управление персоналом характеризуется краткосрочностью своих перспектив, а УЧР имеет долгосрочную перспективу, стремится к концентрированию всех аспектов человеческих ресурсов организации в единое целое и установлению высоких целей для работников.

5. В рамках управления человеческими ресурсами персонал рассматривается как инвестиции, которые необходимо развивать, а также издержки, которые необходимо контролировать. При управлении персоналом люди рассматриваются только как издержки, которые необходимо контролировать.

6. Целью управления человеческими ресурсами являются совмещение имеющихся человеческих ресурсов, квалификации и потенциалов со стратегией и целями компании. Сотрудники – это объект корпоративной стратегии, фактор преимущества в конкурентной борьбе, объект инвестиций фирмы. Управление персоналом нацелено на обеспечение наличия нужных людей в нужных местах в нужное время и освобождение ненужных людей. Сотрудники – это факторы производства, и их «расставляют», как в шахматах.

7. Подход, характерный для управления человеческими ресурсами, подчеркивает необходимость прямых коммуникаций с работниками, а не только с их коллективными представителями; разработки организационной культуры, которая была бы благоприятной для внедрения гибких методов работы; регулирования

конфликтов лидерами рабочих групп; групповой работы и участия работников в выработке коллективных решений; улучшения долгосрочных возможностей работников, а не только достижения уровня конкурентоспособности в выполнении своих текущих обязанностей.

Управление человеческими ресурсами определяет общие направления политики компании в области взаимоотношений в сфере наемного труда в рамках предприятия (компании). Таким образом, возникает необходимость создания особой культуры в пределах организации, которая благоприятствовала бы сотрудничеству и взаимоотношениям между работниками, обеспечивала бы их приверженность целям бизнеса.

Стратегия управления человеческими ресурсами исходит из того, что линейный менеджмент должен объединять практику и цели УЧР со стратегией бизнеса. Такая практика позволяет руководителям всех уровней привлекать, отбирать, продвигать, вознаграждать, использовать, развивать и удерживать работников, отвечающих требованиям бизнеса, потребностям занятости. Это требует, например, эффективной интеграции планирования потребностей в рабочей силе в общий процесс внутрифирменного планирования.

Для успешного осуществления управления человеческими ресурсами необходимо следующее:

- ◆ УЧР должно быть представлено на высшем уровне управления компанией;
- ◆ УЧР должно быть вовлечено в разработку стратегии бизнеса и оргструктуры компании;
- ◆ Все линейное руководство должно участвовать в реализации УЧР;
- ◆ Ответственный за УЧР — советник линейного управления.

Функции и методы управления человеческими ресурсами

Функции УЧР представляют собой основные направления этого рода деятельности ориентированные на удовлетворение определенных потребностей предприятия. В современной литературе выделяют достаточно много функций УЧР.

На основе анализа имеющейся литературы можно выделить следующие функции УЧР.

Рассмотрим пять основных функций управления человеческими ресурсами:

1. Стратегическое планирование определяет потребность в количестве и качестве сотрудников, а также времени их использования;

2. Планирование карьеры. Состоит в определении цели профессионального развития и путей ведущих к их достижению. Эта функция важна для отдельных сотрудников, поскольку отвечает их ожиданиям и интересам, так и для предприятий, т.к. позволяет полнее и эффективнее использовать потенциал работника;

3. Адаптация, обучение и повышение квалификации работников их развитие.

Сегодня на передовых фирмах профессиональное развитие превратилось по существу в непрерывный процесс, продолжающийся в течение всей трудовой жизни человека;

4. Набор и отбор персонала. Важность этой функции определение растущей стоимости рабочей силы и повышением требований к работнику. Не случайно, например в Японии на отбор одного кандидата затрачивается до 48 часов рабочего времени, в США – до 16 – 18 часов.

5. Оценка персонала. С помощью этой функции определяется круг проблем, требующих принятия решений. Также эта функция может рассматриваться как косвенный показатель эффективности принимаемых решений в области набора и отбора персонала, его обучении, стимулирования эффективной работы.

Методы управления человеческими ресурсами организации

Методы управления человеческими ресурсами — это способы воздействия на коллективы и отдельных работников с целью осуществления координации их деятельности в процессе функционирования организации.

Для эффективного управления организацией и в частности человеческими ресурсами предприятия в научном и практическом плане выработаны три группы методов: административные, экономические, социально-психологические. Кроме этого, в каждой организации применяются конкретные частные методы, свойственные специфике и традициям данного предприятия.

Управление человеческими ресурсами должно основываться на принципах системного подхода и анализа, что означает охват всего кадрового состава предприятия и увязку конкретных решений с их влиянием на всю производственную систему в целом.

Методы управления человеческими ресурсами:

1. Организационно – административные:

- Применение положений Трудового кодекса РФ;
- Издание приказов, распоряжений, инструктивно – нормативных документов;
- Аттестация работников;
- Наблюдение за соблюдением правил внутреннего распорядка;
- Составление должностных инструкций.

2. Экономические:

- Премирование;
- Участие прибыли;
- Бонусы;
- Комиссионные с продаж;
- Дополнительные льготы;
- Надбавки;

- Единовременные выплаты.

3. *Социально – психологические:*

- Моральное стимулирование;
- Участие в управлении;
- Отношение руководства;
- Формальное и неформальное обучение;
- Профессиональный рост и карьера;
- Социальное развитие коллектива;
- Формирование корпоративного духа;
- Эстетика условий труда.

1. Для организационно - административных методов характерно прямое централизованное воздействие субъекта на объект управления. Административные методы ориентированы на такие мотивы поведения, как осознанная необходимость трудовой дисциплины, чувство долга, стремление человека трудиться в определенной организации, корпоративная культура. В систему административных методов входят:

1.1 Организационно-стабилизирующие методы (федеральные законы, указы, уставы, правила, государственные стандарты и др.), то есть правовые нормы и акты, утвержденные государственными органами для обязательного выполнения. При определении их состава и содержания должны использоваться научные подходы к управлению персоналом, правовые акты должны быть объединены в систему;

1.2 Методы организационного воздействия (регламенты, инструкции, организационные схемы, нормирование труда), действующие внутри организации. Эти документы регламентируют состав, содержание и взаимосвязи всех подсистем организации;

1.3 Распорядительные методы (приказы, распоряжения), которые

используются в процессе оперативного руководства.

1.4 дисциплинарные методы (установление и реализация форм ответственности). К дисциплинарным методам можно отнести в частности применение негативных стимулов (угроза увольнения, штрафы). Но необходимо разумное сочетание позитивных и негативных стимулов. Какие из них оказываются более действенными в практике управления, зависит от традиций, сложившихся в обществе, коллективе, взглядов, нравов самих работников и руководителей организации.

Государственные законы, подзаконные акты и государственные стандарты являются обязательными для выполнения и определяют принципы государственного влияния на рынке труда. На тех предприятиях, где нарушается Трудовой кодекс РФ, снижается мотивация труда. Действительно, если по закону работник имеет право на оплачиваемый отпуск в 28 календарных дней, а в реальной практике руководство разрешает ему отдохнуть только в течение двух недель (14 календарных дней), а иногда за раз взять отпуск не больше чем на одну неделю, то мотивация к труду такого работника будет снижаться. А между тем подобное положение вещей существует в большинстве негосударственных организаций.

2. С помощью экономических методов управления осуществляется материальное стимулирование коллективов и отдельных работников. Эти методы являются элементами экономического механизма, с помощью которых обеспечивается прогрессивное развитие организации.

Экономические методы делятся на две группы:

- методы, используемые федеральными и региональными органами управления (налоговая система, кредитно-финансовый механизм страны в целом и регионов) для стимулирования населения

страны к эффективному ТРУДУ (с 2001 года в России действует самая низкая в мире ставка налога на доходы физических лиц - 13%);

- методы, используемые фирмой (экономические нормативы функционирования фирмы, система материального поощрения работников, система ответственности за качество и эффективность работы, участие в прибылях и капитале).

3. Социально-психологические методы - связаны с социальными отношениями в коллективе, с моральным и психологическим воздействием на работников. С их помощью ценностные ориентации людей регулируются через мотивацию, нормы поведения, создание социально-психологического климата, моральное стимулирование, и определяется социальная политика в организации. Социально-психологические методы управления основаны на использовании моральных стимулов к труду и оказании воздействия на личность с помощью психологических приемов в целях превращения административного задания в осознанный долг, внутреннюю потребность человека.

К социально-психологическим методам относятся:

– формирование коллективов с учетом типологии личности и характера работников, создание нормального психологического климата, творческой атмосферы. Здесь в целях эффективного управления персоналом необходимо учитывать, что отношение к труду у всех разное. Особое внимание руководители должны обращать на такие параметры личности, как интроверсия или экстраверсия. По мнению автора, именно этот принцип должен лежать в основе формирования трудового коллектива;

– личный пример руководителя своим подчиненным. Во-первых, это имидж менеджера, который оказывает мотивационное воздействие на сотрудников в плане их самовыражения и причастности к работе на фирме с эффективным руководителем. Кроме этого, на личном

примере часто основывается власть руководителя, необходимая для осуществления других функций по управлению персоналом;

– ориентирующие условия — то есть цели, стоящие перед организацией, и ее миссия. Каждый сотрудник должен знать эти цели, поскольку, удовлетворяя личные потребности, он в то же время работает для того, чтобы достичь цели, стоящие перед организацией в целом;

– участие работников в управлении: в форме участия в акционерном капитале, в прибылях и убытках или в форме непосредственного участия представителей трудового коллектива в управлении на разных уровнях;

– удовлетворение культурных и духовных потребностей сотрудников. Это предоставление работникам возможности социального общения. Многие руководители, делающие ставку на персонал, особенно в организациях, не занимающихся материальным производством, а оказывающих услуги (консалтинг, маркетинг и т.д.), стараются проводить корпоративные мероприятия, организуют досуг своих сотрудников и членов их семей или отмечают знаменательные события в жизни фирмы, а также особо отличившихся ее сотрудников совместными походами в ресторан, клуб, кинотеатр и т.п. Такие мероприятия считаются гораздо более значимыми в плане повышения мотивации труда, чем элементы материального стимулирования, применяемые к отдельным работникам. Следует отметить, что уровень оплаты труда в таких фирмах достаточно высокий. В государственных предприятиях подобные функции выполняют профсоюзы, старающиеся организовать коллективные мероприятия (поездки, экскурсии) и удовлетворить культурные потребности работников;

– установление социальных норм поведения и социальное стимулирование развития коллектива. Любой работник придерживается определенных этических норм поведения. Такие

нормы необходимы не только в быту, но и в трудовой деятельности. Поэтому, если руководство определяет социальные нормы поведения или они вырабатываются на основе соглашения между членами коллектива и руководством, либо на основании выработанных годами традиций, то такое положение вещей способствует повышению социально-нравственного климата в коллективе и является важным мотивирующим фактором. Руководство должно поддерживать такую ситуацию. Для этого следует проводить различные мероприятия по типу социалистического соревнования в СССР, но без излишних бюрократических моментов, которые были ему присущи. На предприятиях Московского метрополитена, например, как выяснил автор в результате проведенного им исследования, до сих пор существует соревнование по профессии, выявляющее лучших работников коллектива с последующим материальным стимулированием;

– установление моральных санкций и поощрений, то есть разумное сочетание позитивных и негативных стимулов. Моральные санкции в виде строгих выговоров имеют силу мотивационного воздействия в тех организациях, где подобный подход является результатом многолетней традиции. В негосударственных организациях моральные санкции, как правило, не оказывают должного воздействия, а вот такая незаконная форма материальной санкции как штраф за опоздание на работу, запрещенная Трудовым кодексом РФ, дает должный мотивационный эффект. Такая же ситуация складывается и с моральными поощрениями. Меры морального поощрения, такие как благодарность, почетная грамота или фотография на «Доске почета», оказывают свое мотивационное воздействие в организациях, где существует многолетняя традиция таких поощрений;

– социальная профилактика и социальная защита работников. Это бесплатная медицинская помощь, профилактические осмотры, льготы, талоны на питание, бесплатные путевки, компенсации на проезд и другие виды не денежного стимулирования. Однако такие методы социальной защиты оказывают свое мотивационное воздействие в тех организациях, где стоимость рабочей силы относительно низкая и требуются дополнительные меры материального поощрения работников.

По мнению авторов, в тех организациях, где оплата труда не достигает высокого уровня (это главным образом государственные организации), наиболее применимы административные и социально-психологические методы управления персоналом. В организациях, где материальное стимулирование играет основную роль, применяются экономические методы управления. Однако не стоит забывать и о социально-психологических методах воздействия.

1.2. Определение системы показателей при оптимизации периода производства

В современных условиях, для решения различных классов сложных задач, разработаны соответствующие научно обоснованные системы поддержки принятия решений.

Система поддержки принятия решений имеет следующую структуру:

- исходные данные;
- алгоритмы решения задач;
- компьютерная программа.

По экономико-математическим методам имеется огромное количество публикаций.

В целом теория оптимизации ассортиментного плана производства является хорошо разработанной. Для легкой промышленности издан специальный учебник Бездудного Ф.Ф. и Павлова А.П. «Математические

методы и модели в планировании текстильной и легкой промышленности» [8].

К нашей работе имеют отношение следующие методы, изложенные в данном учебнике:

- линейное программирование;
- транспортная задача;
- графики Ганта;
- матричный метод составления плана по труду и заработной плате.

В названном учебнике [8] изложены некоторые задачи оптимизации производства.

Так, на с. 216-219 представлен расчет производственной программы швейной фабрики на конкретный период. Основные условия расчета: а) выпуск изделий разных видов не должен превышать спроса; б) расход сырья и рабочей силы не должен превышать наличия. Дополнительные переменные показывают недоиспользование времени рабочих по двум швейным потокам, коэффициенты целевой функции при этих переменных приравнены нулю. На самом деле недоиспользование трудовых ресурсов квадратично влияет на прибыль. Во-первых, за простои рабочих надо платить. Во-вторых, простои приводят к снижению объемов производства и относительному росту накладных расходов. В этой работе недоиспользование рабочего времени расценивается как фактор, крайне негативно сказывающийся на финансовом состоянии предприятий.

В монографии традиционные модели приспособлены к мобильным рыночным условиям функционирования предприятий – в этом практическое и научное значение данной работы.

В постановку задачи оптимизации производственной программы методом линейного программирования добавлены следующие элементы: кроме традиционных переменных, обозначающих объемы производства,

введены специальные переменные, соответствующие показателям использования рабочего времени и производственных мощностей. Кроме того, оптимизация проводилась сразу по нескольким целям, то есть по комплексному критерию оптимальности – на улучшение финансового результата (прибыли) и сокращение продолжительности планового периода. В отличие от традиционной постановки план составлялся не на фиксированный период, а на фиксированный объём (**на заказ**).

Транспортная задача решалась в целях перераспределения рабочих избыточных профессий на «узкие места». Следует отметить, что при традиционной трактовке транспортной задачи (с. 166-183) в качестве критериальных коэффициентов C_{ij} используются затраты на перевозку единицы груза от поставщика i к потребителю j и предполагается, что эти коэффициенты являются постоянными при любом объёме перевозок. В реальной жизни такая предпосылка обычно недопустима. В данной, работе применение транспортной задачи корректно как с математической, так и с экономической точек зрения, поскольку в качестве C_{ij} принимаются доплаты за один час совмещения профессий, которые действительно постоянны. Графики оперативно-календарного планирования Ганта строятся с целью оптимизации моментов передачи производственных партий с одной операции на другую. Критерием оптимальности является сокращение организационных простоев рабочих мест, возникающих в связи с неравенством продолжительности различных операций. Предполагается, что продолжительность каждой операции является постоянной и заданной величиной. Возможность изменения времени операций графиками Ганта не предусматривается. В данной работе акцент делается на синхронизацию операций, то есть на выравнивание продолжительности операций за счет перевыполнения норм выработки в оптимальных размерах.

Матричный метод составления плана по труду и заработной плате основан на равенстве плановых и нормативных затрат времени на

операцию, следовательно этот метод не может быть применим для решения задачи минимизации периода производства. Матричный метод составления производственной программы позволяет определить количество единиц оборудования, которые необходимо использовать на каждой операции без учета реального наличия машин.

Методика календарного распределения производства продукции с применением ЭВМ изложена в [43 с. 275-279]. Здесь рассматриваются вопросы оптимизации размеров передаточных партий и моментов их передачи с одного рабочего места на другое (на примере технологической цепочки «крашение-раскрой текстильного полотна»).

Автоматизированная система управления предприятием отражена в [106] в форме схем организационной структуры информационно-вычислительного центра (ИВЦ). Экономико-математические модели планирования и управления не представлены.

В [78] изложены задачи по организации планирования производства с применением ЭВМ (с. 331-341), выявляется оптимальный ассортимент продукции по критериям: минимум себестоимости, максимум прибыли и максимума рентабельности предприятия. Искомые переменные – объёмы производства изделий разных видов, а условия планирования – заданный период.

В [16] применению методов в планировании шерстопрядильного производства посвящена глава 8 «Оперативно-календарное планирование» (с. 202-218). Отражены вопросы оптимизации размера партий в производстве и в запасах, а также загрузки и перезаправок машин. Вопросы компактной расстановки кадров и минимизации сроков исполнения заказов не рассматриваются.

В других (не текстильных) отраслях также широко применяются экономико-математические методы. Здесь имеет смысл рассмотреть оригинальные методы, разработанные для решения задач поддержки принятия решений и оптимального планирования. Анализ трудов

перечисленных авторов показал, что они не содержат принципиально новых алгоритмов и подходов к принятию решений, но направлены на проблемы, возникающие в связи с особенностями технологии различных отраслей.

Важнейшей искомой переменной в задачах планирования такого рода должен являться срок исполнения заказов, а не объём и ассортимент продукции, как это принято при планировании на фиксированный период.

Минимизация периода производства является важным фактором экономии производственных ресурсов (материальных, трудовых и денежных), а также повышения оборачиваемости оборотных средств. Решению задачи оптимизации производственной программы промышленного предприятия по критерию минимизации времени посвящена данная диссертация.

В современных условиях, при планировании ассортимента продукции, предприятия ориентируются на заказы потребителей. Заказы могут поступать через любые неопределённые промежутки времени, в связи, с чем особую актуальность приобретают модели «планирования с непрерывным временем».

В работе разработана методика непрерывного планирования производства «под фиксированный объём (под заказ)». Важнейшей искомой переменной и критерием оптимальности в предлагаемой модели является продолжительность производственного цикла, необходимого для исполнения заказа. Научная предпосылка исследования заключается в том, что чем короче производственный цикл, а, следовательно, и продолжительность оборота капитала, тем выше эффективность производства. Выигрыш от экономии времени предопределяется сокращением повременных расходов, а именно расходов на обеспечение условий производства (накладных), на хранение запасов, на оплату простоев рабочих и проч.

При расчете длительности производственного цикла возникают трудности, связанные с тем, что количество оборудования и обслуживающих рабочих не вполне соответствует потребности, предопределяемой пооперационной трудоёмкостью исполнения заказа. Отсутствие устойчивой сопряженности рабочих мест объясняется частым изменением ассортимента. Пооперационная машиноёмкость и трудоёмкость различных изделий неодинакова. Цикличность запуска и выпуска передаточных партий обуславливается самой продолжительной операцией, образующей «узкое место», а на остальных операциях возникают перерывы, которые приводят к увеличению длительности производственного цикла.

В предлагаемой модели оптимизации производственной программы для выравнивания операций во времени предусмотрены следующие искомые переменные, являющиеся факторами сокращения производственного цикла – сверхурочные работы и перевыполнение норм выработки на узких местах, перемещение рабочих с одной операции на другую и проч. Перечисленные элементы времени требуют сверхнормативных расходов и приводят к снижению прибыли.

Целевая функция модели построена таким образом, чтобы найти оптимальное сочетание между дополнительными расходами, связанными со снижением производственного периода, и дополнительной прибылью, получаемой за счёт сокращения времени.

С одной стороны сокращение времени требует дополнительных затрат (доплаты за сверхурочные и за совмещение профессии). С другой стороны сокращение времени приводит к экономии на накладных расходах.

Таким образом, предлагаемая модель относится к классу векторной оптимизации, поскольку коэффициенты целевой функции при различных переменных направлены в разные стороны, то есть имеют

противоположные знаки. Процесс оптимизации производственной программы по предлагаемой модели является поэтапным (пошаговым).

На первом этапе производится умножение вектора заказанных объёмов изделий на матрицу пооперационных норм трудозатрат. После этого совокупная трудоёмкость каждой операции делится на численность рабочих соответствующей профессии. В результате определяются сроки выполнения каждой операции и средний срок исполнения всего заказа.

Второй этап является расчётно-аналитическим. По табличному алгоритму (в Excel) выявляются операции, на которых располагаемая численность исполнителей является избыточной или недостаточной.

На третьем этапе находится оптимальный вариант перераспределения рабочих между операциями по критерию минимума доплат за совмещение профессий (транспортный метод).

На четвёртом этапе выполняется расчёт оптимальной производственной программы по критерию минимума производственного периода исполнения заказа. В расчёте участвуют переменные, показывающие количество часов работы по совместительству, сверхурочно, а также в счёт перевыполнения норм выработки. Итогом расчета является минимальный срок исполнения заказа.

На пятом, заключительном, этапе в пределах минимального срока планирования, найденного на предшествующем этапе, определяется вариант производственной программы по критерию максимума прибыли. Прибыль рассчитывается с учётом норм маржинального дохода по каждому изделию, суммы накладных расходов за заданный срок, оплаты простоев, а также трудовых доплат за те элементы времени, которые обеспечивают минимизацию продолжительности производственного периода. Данный вариант предполагает неполное исполнение заказов по изделиям, невыгодным для производителя.

Расчеты выполняются методом линейного программирования.

Анализ двойственных оценок позволяет выявить ресурсы, которые необходимо приобрести для обеспечения наилучшего финансового результата. С учётом полученной информации проводятся переговоры с заказчиками. При условии, что интересы сторон совпадают, заказы принимаются к исполнению (акцептуются).

По каждому этапу предлагаемой методики планирования разработаны алгоритмы, сформированы системы уравнений, позволяющие реализовать конечную цель – повысить эффективность производства за счёт рационального использования рабочего времени и применения оптимальных цен при взаимодействии с потребителями.

ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ПЛАНОВ ПРОИЗВОДСТВА

2.1. Планирование в условиях неполной определенности

Суммарный объем спроса на все товары и услуги, производимые предприятием, называется совокупным спросом. Совокупный спрос для производителя, выпускающего несколько видов изделий, можно измерить, например, в затратах времени в человеко-часах или машино-часах.

До перестройки хозяйственного механизма, в условиях административного управления, когда предприятия были подчинены вышестоящим организациям (министерствам), перспективные и текущие планы носили директивный характер, имели юридическую силу и были обязательными для исполнения. Оперативные производственные планы на краткосрочный календарный период составлялись с целью обеспечения согласованной ритмичной работы отдельных цехов и участков. В настоящее время планы предприятий являются индикативными, то есть носят советующий, рекомендательный характер. По уровню планы подразделяются на международные, государственные (национальные), отраслевые, предприятий, фирм.

Традиционной целью любого планирования является принятие решения на определенный период. Доперестроечные условия планирования были детерминированными, поскольку существовали устойчивые административные связи между поставщиками и потребителями, так называемые обязательные прикрепления, на основе которых осуществлялось "фондирование" - утверждение объемов и ассортимента закупок и поставок на весь предстоящий год. В таких устойчивых условиях годовой период планирования был основным и обязательным. На год планы утверждались, в течение года контролировалось выполнение, по итогам года составлялись отчеты.

В неопределенных условиях рынка подходы к планированию стали приобретать новые специфические черты. Прежде всего, исчезла исходная точка расчета - заданный период планирования, поскольку заявки от покупателей поступают непрерывно. Вместе с тем производство - это процесс, протекающий во времени. Без знания продолжительности периода невозможно определить повременные показатели плана (фонд располагаемого времени оборудования и рабочих, накладные расходы, налоговые отчисления, мощности поставщиков и проч.), в связи с чем возникают расчетные трудности. В данной работе предлагается актуальная методика непрерывного планирования, необходимость в которой назрела уже давно.

Новая методика названа нами планирование «под заказ». Ключевым **искомым** параметром плана «под заказ» является не выпуск продукции за заданный период, а продолжительность периода производства заданного количества продукции - "срок производства".

Предпосылка исследования заключается в том, что срок производства существенно влияет на эффективность и рентабельность предприятия, поэтому именно минимизация срока должна стать первичным критерием оптимальности на начальном этапе расчета производственной программы.

Стоимостные характеристики продукции (себестоимость, цена, прибыль) рассматриваются как дополняющие критерии, учитываемые на завершающем этапе расчета плана.

Многоассортиментная производственная программа

Поясним, что традиционно искомой величиной при расчете производственной программы является выпуск:

$$B = M \times T \times K_{po} \times H_m, \quad (1)$$

где B - выпуск продукции, единиц за период;

T - число рабочих часов в периоде;

M – количество заправленных машин;

K_{po} - коэффициент работающего оборудования;

H_m - норма производительности машины, единиц продукта за маш.-

ч.

В условиях широкого ассортимента производственная программа представляет собой вектор $B = (B_1, B_2, \dots, B_n)$. Формула расчета каждого элемента вектора имеет следующий вид:

$$B_j = M_j \times T_j \times K_{poj} \times H_{mj}, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

$$\sum M_j \leq M,$$

где j - номер разновидности продукта.

Когда фабрика получила заказ на свою продукцию и заинтересована в его выполнении, искомый выпуск можно приравнять заказу, а уравнение (5) следует решать относительно времени:

$$T_j = \frac{B_j}{M_j \times K_{poj} \times H_{mj}}, \quad (\text{для всех } j). \quad (3)$$

Уравнения (5) и (6) имеют бесчисленное множество решений, поскольку содержат по две переменных величины: либо B_j и M_j , либо T_j и M_j . Применение экономико-математических методов для получения оптимального решения в условиях ассортиментного разнообразия совершенно необходимо.

Производственную программу "под заказ" предлагается рассчитывать в два этапа, чередуя критерии оптимальности в следующей последовательности:

На 1-м этапе - минимум срока выполнения заказа;

на 2-м этапе - максимум прибыли, которую можно получить при выполнении заказа в рассчитанный на первом этапе минимальный срок.

В работе будет показано, что оба критерия направлены в одну сторону и не противоречат друг другу. Это подтверждает тот постулат, что в экономике два определяющих фактора - время и деньги. Повышение эффективности по существу обеспечивается за счет оптимизации пропорции между этими показателями. Так, сокращение длительности производственного цикла может достигаться за счет установки более совершенного и дорогостоящего оборудования, что требует капитальных затрат. С другой стороны, экономия на инвестициях приводит к снижению технического уровня производства, а, следовательно, к увеличению затрат времени на технологические операции, к росту заработной платы и накладных расходов на единицу продукции. В данной работе особое внимание будет уделяться сокращению непроизводительных затрат по оплате пассивного труда рабочих (простоев).

В [69, с. 623-625] выделяются три основные, или "чистые" стратегии планирования производства:

- постоянный объем производства при постоянной численности рабочей силы;
- переменный объем выпуска при постоянной численности рабочей силы;
- переменный объем выпуска при переменной численности рабочей силы.

Здесь будут рассмотрены вторая и третья стратегии как наиболее соответствующие современным условиям функционирования предприятий легкой промышленности, к тому же первая стратегия практически не содержит методологических трудностей.

Стратегия планирования производства во многом определяется видом спроса на выпускаемую продукцию. Спрос классифицируется по различным признакам и подразделяется на реальный и потенциальный; устойчивый и колеблющийся; высоко эластичный и низко эластичный; рациональный и иррациональный; полный и падающий; определенный и вероятный и т. д.

Количественные оценки спроса специалисты по маркетингу и сбыту получают из следующих источников информации:

1. Юридически оформленные заказы оптовых покупателей.
2. Протоколы намерений, составляемые на ежегодных оптовых ярмарках, имеющих в условиях рынка ознакомительный характер.
3. Письма-запросы, телефонные договоренности и прочая не вполне официальная информация.
4. Прогнозные расчеты, основанные на анкетировании покупателей, продавцов, дилеров, дистрибьюторов и прочих экспертов.

Понятно, что из приведенного перечня, единственно вполне определенным и надежным является спрос, оформленный в виде заказа. Чтобы избежать коммерческого риска, предприятия стремятся начинать производство только после **оформления** очередных заказов. Желательно, чтобы размер заказа был достаточным для того, чтобы сформировать оперативно-календарный план сроком примерно на месяц. Месяц - это традиционный, наиболее удобный период планирования и подведения итогов. За месяц производятся расчеты с персоналом по оплате труда, с поставщиками и потребителями, с налоговыми учреждениями и проч. Однако точный период планирования ассортимента сейчас не задается, а рассчитывается.

Понятие заказа. Портфель заказов

Приведём общепринятые определения понятий «заказ» и «портфель заказов».

Заказ – предложение покупателя, потребителя изготовить, поставить, продать ему продукцию, товар определённого вида и качества. Заказ должен содержать сведения о запрашиваемых товарах (их количестве и свойствах), сроках выполнения, виде и величине оплаты [104, с. 15].

Портфель заказов – совокупность внешних заказов, которыми располагает предприятие в данное время или на определённый период времени [104, с. 256].

Набор заявок на составление портфеля заказов производится отделом сбыта и в последствии сформированный заказ поступает в производство. Будем считать, что портфель заказов сформирован, если объём портфеля заказов достаточен для работы предприятия в примерно течение одного месяца. При таком объёме заказов предприятие приступает к расчету новой производственной программы.

Приведём *пример* расчёта объёма портфеля заказов.

Среднегодовая продолжительность месяца $T_{ср.мес.} = 168$ ч.

Численность производственных рабочих на предприятии $L = 171$ чел.

При этих данных, рекомендуемый объём портфеля заказов, обеспечивающий предприятию месячную загрузку, равен $168 * 171 = 28728$ чел.-ч.

Приведём формулу расчёта рекомендуемого объёма «портфеля заказов» в натуральном выражении (в штуках):

$$Z = T_{ср.мес.} * L / \tau_{ср} \pm 10 \%, \quad (4)$$

где Z – суммарный объём заказа, шт.;

$T_{ср.мес.}$ – среднегодовое число рабочих часов за месяц;

L – среднесписочная численность производственных рабочих на предприятии, чел.;

τ_{cp} - средневзвешенная трудоёмкость единицы изделия в заказе, чел.-ч/шт.

Допуск в размере $\pm 10\%$ устанавливается предприятием на основе экспертных оценок производственно-сбытовой ситуации.

Рекомендуемый объём рассчитывается с допуском плюс – минус 10% от того количества заказов, которое обеспечивает работу предприятия в течение месяца.

Назовём объём «портфеля заказов» $Z_{min} = T_{cp.мес.} * L / \tau_{cp}$ - 10% критическим. Параметр Z_{min} показывает **минимальное** количество изделий, на которое следует рассчитывать производственную программу.

$$\text{В свою очередь, } \tau_{cp} = \sum Z_j \tau_j / \sum B_j,$$

где j – порядковый номер вида изделия;

Z_j – количество заказанных изделий вида j .

Например, в «портфель заказов» фабрики головных уборов ООО «Сулус-XXI» на февраль 2012 г. попали следующие изделия: береты МЧС в объёме 60 тыс. шт. с удельной трудоёмкостью 0,14623 чел.-ч/шт.; береты латвийской гвардии в количестве 9 тыс. шт. с трудоёмкостью 0,14885 чел.-ч/шт. и т. д. Суммарная трудоёмкость выполнения «портфеля заказа» равна:

$$\sum Z_j \tau_j = 60000 * 0,14623 + 9000 * 0,14885 + \dots = 26897,532 \text{ чел.-ч.}$$

Общий объём «портфеля заказов» составляет:

$$\sum Z_j = 60000 + 9000 + \dots = 172000 \text{ шт.}$$

Средневзвешенная трудоёмкость единицы изделия в заказе, чел.-ч/шт.:

$$\tau_{cp} = 26897,532 / 172000 = 0,156381.$$

Рассчитаем критический объём «портфеля заказов» по формуле (7):

$$Z = T_{cp.мес.} * L / \tau_{cp} - 10\% = 168 * 171 / 0,156381 - 10\% = 165335 \text{ шт.}$$

Оказалось, что полученный заказ (172 тыс. шт.) выше критического содержимого портфеля, следовательно, можно приступить к расчету производственной программы.

У менеджера отдела сбыта всегда под рукой должны быть сведения, необходимые для быстрого расчёта ориентировочного срока исполнения каждого поступившего заказа. К таким данным относятся: нормы трудоёмкости на каждое изделие и численность рабочих.

Рассмотрим реальную производственную ситуацию. Представители вещевого управления Министерства по чрезвычайным ситуациям подали заявку Фабрике головных уборов ООО «Сулус-XXI» на производство 60 тыс. беретов МЧС кирпичного цвета. Перемножив норму трудоёмкости одного изделия (берета МЧС) на объем заказа, равный 60 тыс. шт., получаем суммарную трудоёмкость выполнения заказа:

$$60000 * 0,14623 = 8773,8 \text{ чел.-ч.}$$

Отсюда срок исполнения заказа объёмом 60000 шт. составляет:

$$T = Z * \tau_{cp} / L = 60000 * 0,14623 / 17 = 51,3 \text{ ч.}$$

Когда суммарный срок выполнения «портфеля заказов» достигнет примерно одного месяца (около 151-184 ч), плановый отдел может приступить к расчету очередной производственной программы.

Таким образом, пока предприятие выполняет план, ранее принятый к производству, оно параллельно должно работать в направлении инициации спроса на свою продукцию, а именно используя рекламу, участвуя в различных выставках-продажах, покупательских конференциях. Особенно активно такая работа должна проводиться за одну - две недели до запуска в производство партий новых заказов. Желательно, чтобы за неделю до окончания срока исполнения прежнего заказа было принято решение относительно объемов, ассортимента,

цен товаров нового заказа, оговорены сроки и условия сбыта и снабжения. Производственные планы должны быть рассчитаны с учетом реального наличия всех необходимых производственных ресурсов - материальных (сырья, оборудования), трудовых и финансовых.

2.2. Факторы эффективности производства

Традиционно считается, что план выпуска продукции влияет на величину следующих производственных издержек [69, с. 622]:

1. Издержки хранения готовой продукции.
2. Издержки, связанные с внеурочной работой или простоем рабочих.
3. Издержки, связанные с наймом и увольнением рабочих.
4. Издержки ведения портфеля отложенных заказов.
5. Издержки, связанные с передачей части работ субподрядчикам.

В данном исследовании будут предложены конкретные рекомендации по снижению издержек, связанных с внеурочной работой, простоем рабочих и с ротацией рабочих, то есть с периодическими перестановками рабочих на производственные операции, не соответствующие их профессиям.

Вопросы компактной расстановки рабочих, лучшего использования их возможностей за счет интенсивных и экстенсивных трудовых факторов при одновременном исключении неоправданных выплат по оплате труда, имеют чрезвычайно большое значение при непрерывном планировании.

В работе ставится задача повышения оборачиваемости оборотных средств, для чего предлагается минимизировать продолжительность производственного цикла, а следовательно и оборота средств. Из формулы продолжительности оборота оборотных средств

$$Q = 3 * T / P \quad (5)$$

(Z - запасы; T - период; P - реализация) следует, что при заданном объеме реализации P (P равно производству и заказу), к снижению продолжительности оборота средств приводит сокращение двух показателей - объема запасов (Z) и времени (T).

Предполагается, что под каждый сформированный новый заказ будет рассчитываться соответствующий срок производства. На бесконечной временной оси будут отмечаться даты, являющиеся границами различных этапов в цепочке производственных событий:

- окончание предшествующего производственного периода и начало простоя предприятия (t_1);

- окончание простоя предприятия и начало следующего производственного периода (t_2).

Понятно, что на хорошо организованном предприятии периодов простоя не должно быть ($t_1=t_2$).

Длина шагов, соответствующих продолжительности этапов активной или пассивной жизни предприятия, его эффективной или неэффективной деятельности, может быть любой, в связи, с чем планирование производства в таких условиях называется непрерывным.

Непрерывным планирование названо в связи с тем, что искомые переменные, равные продолжительности периода планирования, могут принимать **любые** значения. По общепринятому определению «параметры модели, способные принимать любые вещественные значения на том или ином интервале, называются непрерывными. Экономико-математические модели с непрерывным временем - те, переменные которых «пробегают» все возможные значения на временном интервале, в отличие от моделей с дискретным временем, показатели которых изменяются скачками – допустим, с интервалом в месяц, год и т. п.» [63 с.250]. Следует пояснить, что слово «непрерывный» относится не к производству, а именно к планированию.

Известно, что принципы организации различного рода соревнований разделяются на два основных типа:

- "тайм" (англ. время), когда состязание заканчивается по истечении заданного времени;

- "гейм" (англ. игра), когда состязание заканчивается по достижению заданного результата.

В современной ситуации производственная сфера представляет собой арену, на которой происходит конкурентная борьба. Специфика момента в том, что на смену дискретному планированию "под период" типа тайм, приходит непрерывное планирование "под заказ" типа гейм. В литературе [69, с. 626] системы управления производством и запасами подразделяются на системы фиксированного времени и системы фиксированного количества. Методика планирования, предложенная в диссертации, предназначена для промышленного предприятия любой отрасли промышленности и рассматривается нами как методика типа «гейм» (гейм-методика).

Поскольку отладка методики, апробация проводились на фактических материалах конкретной отрасли и конкретного предприятия – Фабрика головных ООО «Сулус-XXI», рассмотрим особенности функционирования и технологии фетрового производства, что необходимо для понимания приведённых примеров.

Применение экономико-математических методов в производственном планировании

Оптимизация плана производства должна осуществляться на основе точных оптимизационных алгоритмов. В данной диссертации оптимизация производственной программы осуществлялась на основе линейного программирования.

Исследование посвящено разработке теоретических подходов к оптимальному управлению производством по системе фиксированного количества. Под фиксированным количеством понимается совокупный

спрос, юридически оформленный в форме заказов конкретных оптовых потребителей. Производственную программу предлагается рассчитывать в два этапа: на первом этапе должен определиться минимальный срок выполнения заказа; на втором этапе должна определиться максимальная прибыль.

Научные рекомендации будут разъяснены на фактических расчетах производственной программы Фабрики головных уборов ООО "Сулус-XXI" на период, началом которого является дата 11 февраля 2005 г., соответствующая моменту выполнения предшествующего заказа. Конечную дату нового периода предстоит определить.

Оптимальный план производства следует рассчитывать на основе линейного программирования (Linear programming - LP). Экономико-математическая постановка задачи LP общеизвестна, здесь она будет представлена кратко несколько позже. Для оптимизации производственной программы на компьютере или вручную (на калькуляторе) требуются одинаковые исходные данные, характеризующие основные условия-ограничения планирования. Такие условия можно разделить на три группы:

- 1) входящие или стартовые (спрос; мощности и цены поставщиков);
- 2) центральные или внутрипроизводственные;
- 3) выходящие или финишные (сбыт).

Рассмотрим эти условия на примере "Сулус-XXI".

Линейное программирование как метод оптимизации производственной программы

Линейное программирование (LP) - область математического программирования, посвященная теории и методам решения экстремальных задач, характеризующихся линейной зависимостью между искомыми переменными.

Начало LP положил Канторович Леонид Витальевич (1912-86), советский ученый, лауреат Нобелевской премии по экономике (1975). Разработал теорию оптимального использования ресурсов. Алгоритмическая процедура оптимизации называется симплекс-методом. Классическая задача, решаемая методом LP, это оптимизация производственной программы (ОПП). При работе над монографией расчёты выполнялись посредством компьютерной программы Quantitative System for Business (QSB/prog1).

В LP слово "линейное" отражает факт линейной зависимости функции цели от переменных.

Задачи LP носят экстремальный характер, т. е. имеют целью отыскать экстремум (максимум или минимум) целевой функции. При решении «на максимум» в качестве оценочных критериальных показателей применяются: доход (маржинальный, валовой); выручка от реализации; прибыль и проч.. При решении «на минимум» берутся затраты (трудовые, материальные, денежные), простои, отходы, потери и проч.

Методом LP решаются задачи самого разного смысла: о загрузке оборудования и ассортименте продукции - оптимизации производственной программы; о наиболее выгодном рационе (диете); о плане перевозок - схемы транспортировок; о раскрое материалов и проч. Каждая такая задача имеет специфическую словесную постановку. На промышленных предприятиях LP чрезвычайно эффективно применять для оптимизации производственной программы.

Традиционная постановка задачи оптимизации производственной программы

На предприятии, в расчетном периоде планируется выпускать изделия разных видов. Известны нормы расхода производственных ресурсов - материальных, трудовых и денежных, известны экономические характеристики изделий (цены, себестоимость и проч.).

Ограничены предельно допустимые размеры потребления этих ресурсов - лимиты.

Требуется найти такой план производства (вектор $X = (X_1, \dots, X_n)$), при котором соблюдаются все ограничения, а критериальный показатель достигает экстремального значения.

Экономико-математическая постановка задачи выражается системой уравнений:

$$a) \quad L(X) = \sum_j C_j * X_j \rightarrow \max (\min) \quad (6)$$

$$б) \quad \sum_j a_{ij} * X_j \leq b_i, \quad (7)$$

$$\text{либо} \quad \sum_j a_{ij} * X_j \geq b_i, \quad (8)$$

$$в) \quad X_j \geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (9)$$

где X_j – искомые переменные, обозначающие объемы производства продуктов вида j в плановом периоде;

n - количество искомым переменных;

C_j - значение показателей целевой функции (критерия оптимальности, функционала) на единицу переменной вида j ;

a_{ij} - расход ресурса вида i на единицу переменной вида j ;

b_i - располагаемое количество (наличие, лимит) ресурса вида i ;

m - число видов этих ресурсов.

Симплекс-метод. Алгоритм расчета

Вначале задачи придается каноническая форма, а именно все неравенства преобразуются в равенства. Преобразование осуществляется

за счет того, что в дополнение к основным переменным X_j в каждое неравенство вводится по одной дополнительной переменной $S_i \geq 0$. Дополнительные переменные аккумулируют разницу между наличием ресурса и его потреблением и рассчитывается по формуле

$$S_i = b_i - \sum a_{ij} * X_j. \quad (10)$$

В ограничения типа " \leq " дополнительные переменные вводятся со знаком "+", в ограничения типа " \geq " со знаком "-". Кроме того, в ограничения типа \geq и $=$ вводятся искусственные переменные A_i .

При расчёте производственной программы дополнительные переменные соответствуют объемам недоиспользуемых ресурсов.

Современные условия функционирования текстильной и других отраслей промышленности требуют внесения новых специфических элементов в общепринятую постановку задачи оптимизации производственной программы предприятия. Под новыми элементами оптимизации автор понимает такие, которые позволяют отразить мобильный характер функционирования предприятий: неопределенный характер исходных данных; колебания цен, спроса и объемов поставок; зависимость спроса от цены; возможность использования рабочих с различной степенью интенсивности и экстенсивности, а также по смежным профессиям и др.

2.3. Описание предлагаемой методики оптимизации планового срока выполнения заказов

Задача решается методом линейного программирования (LP).

Словесная постановка задачи оптимизации планового срока выполнения заказов формулируется следующим образом. Требуется (цель): найти наиболее эффективный плановый срок выполнения заказов.

Даны (условия):

1) заказы (спросы) на выпускаемую продукцию всех разновидностей, шт.;

2) трудоемкость и тарифоемкость технологических операций на единицу каждого изделия - нормативная и минимально допустимая, чел.-ч/шт.;

3) тарифные ставки оплаты (руб./чел.-ч) и тарифные коэффициенты на операциях;

4) количество единиц оборудования производственного назначения, машин;

5) нормы обслуживания, маш./чел.;

6) нормативные и максимально допустимые значения коэффициентов работающего оборудования (K_{po}) для всех операций;

7) численность рабочих производственных профессий, чел.;

8) численность рабочих, владеющих смежными профессиями, чел.;

9) суммы оплаты простоев, доплат за совмещение профессий и за сверхурочное время, руб./чел.-ч.;

10) нормы расхода сырья на единицу каждого изделия (в штуках полуфабрикатов или в килограммах шерсти);

11) средние часовые мощности поставщиков (в штуках или кг);

12) нормы маржинального дохода, руб./шт.;

13) накладные расходы, руб./ч и др.

В качестве критериев эффективности срока поочередно выступают следующие два показателя:

- время (варианты $Time_1, Time_2, Time_3, Time_4, Time_6$);

- прибыль, получаемая за данное время (варианты $Time_5, Time_7, Time_8, Time_9$).

Независимо от конкретного смысла все задачи (LP) имеют одинаковую математическую постановку, уже представленную выше.

Рассмотрим содержание уравнений задачи для фабрики "Щелковский фетр", получившей заказы на производство головных уборов восьми разновидностей в количествах указанных в правых частях уравнений (25) – (32) матриц исходных данных (табл. 3-7).

Поставленная задача будет решаться в девяти вариантах ($Time_1, \dots, Time_9$). Характеристики и особенности каждого варианта представлены в табл. 15.

Условные обозначения переменных представлены в табл. 16–20 "Результаты оптимизации производственной программы". Во всех вариантах элементы матриц исходных данных, находящиеся в строках 1...35 и в столбцах 1...12 идентичны (см. табл. 3...7). Различия между вариантами задаются элементами строк с 36 по 40 и столбцов с 13 по 39.

Рассмотрим уравнения, общие для всех вариантов производственной программы. За основу возьмем варианты $Time_1$ и $Time_2$, представленные в соответствующей матрице (табл. 3).

Варианты $Time_1, Time_2$

Целевая функция

$$F_{\max} = \sum C_j X_j = -18,9X_{13} - 3,5714X_{14} - 8X_{15} - 5X_{16} - 60X_{17} - 2X_{18} - 18X_{19} - 14X_{20} - 17X_{21} - 24X_{22}. \quad (11)$$

Основные переменные $X_{13}, X_{14}, X_{15}, \dots, X_{22}$ показывают, сколько часов должны трудиться валяльщики, кисловщики, красильщики, ремонтники на собственных (имманентных) операциях валки, кисловки, ремонта для того, чтобы общее число человеко-часов, отработанных на операции, соответствовало совокупной трудоемкости исполнения заказа. Коэффициенты целевой функции $C_{13}; C_{14}; C_{15}; \dots; C_{22}$, равные 18,9; 3,5714; 8;...; 24 представляют собой численность рабочих тех профессий, которые соответствуют содержанию операции, т. е. валяльщиков, кисловщиков, красильщиков, ремонтников (чел.). Сумма произведений

$\sum C_j X_j$ соответствует совокупной нормативной трудоемкости всех операций. Понятно, что при заданной численности рабочих, снижение затрат времени на выполнение заказа может достигаться только за счет сокращения каждого искомого элемента - $X_{13}, X_{14}, X_{15}, \dots, X_{22}$.

Результаты, полученные в варианте $Time_2$, представлены в табл. 16:

$X_{13}=184,9491$ ч; $X_{14}=176,2284$ ч; $X_{15}=133,8814$ ч;... $X_{22}=130,9333$ ч.

Значение целевой функции: $F=-18,9*184,9491-3,5714*176,2284-8*133,8814-...-24*130,9333= -25347,72$ чел.-ч.

Выше отмечалось, что изделия с одинаковыми потребительскими свойствами могут выпускаться по различным вариантам технологии. В вариантах $Time_1$ и $Time_2$ технология выбрана таким образом, чтобы снизить до минимума общие затраты труда, а следовательно и срок исполнения заказа.

Знаки «минус» перед коэффициентами цели необходимы для того, чтобы поменять направленность критерия $F_{max} > F_{min}$. В последующих вариантах ($Time_5, Time_7, Time_8$) критерием явится прибыль, рассчитанная с учетом ненормативных затрат на доплаты за сверхурочные, совмещение профессий и проч. Прибыль следует максимизировать, поэтому критерий заранее установлен по типу F_{max} .

В вариантах $Time_1, Time_2$ уравнения (1)...(10) выглядят следующим образом:

$$(1) \quad -18,9 X_{13} < 0;$$

$$(2) \quad -3,5714 X_{14} < 0;$$

$$(3) \quad -8 X_{15} < 0;$$

.....

$$(10) \quad -24 X_{20} < 0.$$

Понятно, что такие уравнения являются не ограничивающими, а информативными и служат для вычисления трудозатрат на каждой операции.

Названия расходуемых ресурсов или показателей представлены в боковике матриц исходных данных (табл. 3..7).

В уравнении (1) вычисляется время выполнения операции "валка", в уравнении (2) - операции "кисловка" и т. д. В каноническом виде имеем:

$$(1) -18,9 \text{ чел.} * X_{13} + S_1 = 0. \text{ При } X_{13} = 184,9491 \text{ ч/валку.}$$

$$-18,9 \text{ чел.} * 184,9491 \text{ ч/валку} + S_1 = 0. \text{ Откуда } S_1 = 3495,538 \text{ чел.-ч.}$$

$$(2) -3,5714 \text{ чел.} * X_{14} + S_2 = 0. \text{ При } X_{14} = 176,2284 \text{ ч/кисл.}$$

$$-3,5714 \text{ чел.} * 176,2284 \text{ ч/кисл.} + S_2 = 0. \text{ Откуда } S_2 = 629.3822 \text{ чел.-ч.}$$

Таким образом, трудоемкость операций $i=1,2,\dots, 10$ вычисляется, аккумулируется и выдается в решении через дополнительные переменные S_i . Знаки минуса перед коэффициентами a_{ij} в уравнениях (1)...(10) проставлены в целях снижения общего количества переменных и для получения более лаконичных распечаток решений. В неравенствах типа \geq программно вводится по две вспомогательных переменных: S_i и A_i (см. описание задачи LP).

В уравнении (11) вычисляется общее число человеко-часов, реально отработанных всеми рабочими - урочно и сверхурочно. Для получения нужного ответа из нормативной совокупной трудоемкости заказа вычитается сверхнормативный труд, выраженный в человеко-часах экономии времени на операциях валки (X_{24}), кисловки (X_{25}) и настиления (X_{26}).

$$(11) -0,14623 * X_1 - 0,04349 * X_2 - 0,14885 * X_3 - \dots + X_{24} + X_{25} + X_{26} < 0.$$

В уравнении (11) коэффициенты выражают нормы производственной трудоемкости каждого изделия, складывающиеся из норм трудоемкости каждой отдельной операции. Такие нормы переносятся в матрицы из табл. 1.

Единицы измерения показателей, представленных в уравнении (11), такие: $-0,14623 \text{ (чел.-ч/шт.)} * X_1 \text{ (шт./план)} = \dots \text{ чел.-ч/план.}$

Суммарная экономия времени на трех операциях вычисляется из неравенства (38), аккумулируясь в дополнительной переменной S_{38} .

$$(38) - X_{24} - X_{25} - X_{26} \leq 0.$$

Поскольку в двух начальных вариантах $Time_1$, $Time_2$ возможность экономии трудозатрат за счет повышения интенсивности труда не предусматривается, все три основные переменные X_{24} , X_{25} , X_{26} и дополнительная переменная S_{38} равны нулю. Следовательно, принимается, что отработанное время соответствует нормам.

В уравнении (12) вычисляется количество чел.-ч, отработанных всеми рабочими только в урочное время. Для этого находится сумма соответствующих переменных, выражающих затраты времени рабочих на имманентных операциях (X_{13} , X_{14} , X_{15}, \dots, X_{22}), а также по совместительству (в $Time_1$ и $Time_2$ таких переменных нет). В уравнение не входят часы, отработанные сверхурочно. Из данного уравнения в последующих вариантах ($Time_4 \dots Time_8$) с заранее рассчитанным и заданным сроком планирования, будет рассчитываться суммарное число человеко-часов простоев, обозначаемое через X_{23} . В вариантах $Time_1$ и $Time_2$ уравнение (12) выглядит следующим образом:

$$(12) -18,9 X_{13} - 3,5714 X_{14} - 8 X_{15} \dots - 24 X_{22} + X_{24} + X_{25} + X_{26} < 0.$$

Простои (X_{23}) можно вычислить, только при известном сроке планирования (простои за известный период). Пока срок не определен, в процессе оптимизации простои вычислить невозможно. Поэтому в вариантах $Time_1$, $Time_2$, $Time_3$ простои вычисляются только в процессе анализа полученных решений.

В варианте $Time_2$ из уравнения (12)

При $X_{24}=0$, $X_{25}=0$, $X_{26}=0$ на дополнительную переменную S_{12} аккумулируется такое же значение, которое получено для целевой функции:

$$-18,9 * 184,9491 - 3,5714 * 176,2284 - \dots - 24 * 130,9333 + X_{24} + X_{25} + X_{26} + S_{12} = 0;$$

$$S_{12} = 25347,71 \text{ чел.-ч.}$$

Таким образом, в стартовых вариантах $Time_1$ и $Time_2$, где не предусматривается перевыполнение норм выработки и сверхурочный труд, дополнительные переменные $S_{11}=S_{12}=S_{36}=F$.

В уравнении (13) рассчитывается расход полуфабрикатов - необработанных китайских колпаков - для производственной программы:

$$(13) \quad -1X_2 - 1X_4 - 1X_6 - 1X_8 < 0.$$

В канонической форме то же уравнение:

$$(13) \quad -1X_2 - 1X_4 - 1X_6 - 1X_8 + S_{13} = 0.$$

Значение дополнительной переменной S_{13} соответствует суммарному потреблению колпаков-полуфабрикатов на производственную программу.

Переменные X_2 , X_4 , X_6 , X_8 выражают количество головных уборов (беретов МЧС, беретов Латвии, банных колпаков, налоговых шляп), выпускаемых по сокращенной технологии - из полуфабрикатов колпаков, полученных со стороны. Норма расхода необработанного колпака-полуфабриката на один головной убор равна 1 шт./шт. Поэтому расходные нормы все равны 1.

В уравнении (11) рассчитывается расход шерсти для производственной программы:

$$(14) \quad -0,18368X_1 - 0,18368X_3 - \dots - 0,274X_{10} - 0,26X_{11} - 0,26X_{12} < 0.$$

В канонической форме то же уравнение:

$$(14) \quad -0,18368X_1 - 0,18368X_3 - \dots - 0,274X_{10} - 0,26X_{11} - 0,26X_{12} + S_{14} = 0.$$

В варианте $Time_1$ $S_{13}=130300$ шт., $S_{14}= 11\ 114,9996$ кг.

В варианте $Time_1$ компьютеру предоставляется возможность сделать абсолютно свободный выбор – предпочтение для производства полуфабрикаты или исходное сырье.

В уравнении (39) вычисляется гипотетический срок снабжения, необходимый для поставок колпаков в рассчитанном количестве. При

интенсивности поставок колпаков 100 штук в час, для получения колпаков в количестве 130300 штук потребуется срок

$T_{ск} = X_{28} = 130300/100 = 1303$ часа или примерно 7,7 месяца (при $T=168$ ч/месяц). Срок снабжения шерстью в рассчитанном количестве при интенсивности поставок шерсти 214 кг/час равен

$T_{шт} = X_{29} = 11117,9996/214 = 51,9$ часа или 0,3 месяца. В том же варианте $Time_1$ самая длинная операция формовки требует срока

$X_{19} = 148,4061$ ч. Понятно, что растягивать срок производственной программы до срока обеспечения потребности в колпаках (1303 ч) недопустимо и вариант $Time_1$ является нереальным и чисто гипотетическим.

На смену варианту $Time_1$ приходит вариант $Time_2$, в котором задается ожидаемое плановое соотношение между потреблением колпаков и шерсти - соответственно 100 штук и 214 кг в час.

Срок снабжения колпаками вычисляется с помощью уравнения (39), срок снабжения шерстью - с помощью уравнения (40).

$$(39) -1X_2-1X_4-1X_6-1X_8+100X_{28}= 0.$$

$$(40)-0,18368X_1-0,18368X_3-....-0,274X_{10}-0,26X_{11}-0,26X_{12}+214X_{29}=0.$$

В варианте $Time_1$ сроки снабжения колпаками и шерстью не совпадают, так как выражаются двумя разными переменными - X_{28} и X_{29} , принимает любые произвольные значения. В варианте $Time_2$ сроки снабжения колпаками и шерстью выражаются общей переменной - X_{28} , чем задается нужное соотношение в потреблении двух видов исходных материалов. В этом заключается единственное различие между вариантами $Time_1$ и $Time_2$.

Продemonстрируем работу уравнений (39) и (40) в обоих вариантах.

В варианте $Time_1$ при численных значениях переменных X_2 , X_4 , X_6 , X_8 :

$$(39)-1*60000-1*9000-1*54000-1*7300+100*1303=0 (X_{28}=1303 \text{ часа}).$$

В варианте Time₁ при численных значениях переменных X₁, X₃, .. X₁₁, X₁₂:

$$(40) -0,18368*0 - 0,274*9000 - 0,26*10200 - 0,26*12000 + 214*51,9393 = 0$$

(X₂₉=51,9393 часа).

В варианте Time₂ при численных значениях переменных X₂, X₄, X₆, X₈:

$$(39) -1*0 - 1*9000 - 1*6083,1884 - 1*0 + 100*150,8319 = 0$$

(срок снабжения колпаками X₂₈=150,8319 часа).

$$(40) -0,18368*6000 - \dots - 0,274*9000 - 0,26*10200 - 0,26*12000 + 214*150,8319 = 0$$

(срок снабжения шерстью X₂₈=150,8319 часа). Переменная X₂₉ из варианта Time₂ исключена.

Таким образом, в результате разработки методики оптимизации срока планирования, предложен прием, позволяющий учесть мощности поставщиков до определения продолжительности периода расчета.

Уравнения (15) - (24) представляют собой балансы времени, отработанного на каждой из 10 производственных операций - валки, кислотки, ..., ремонта. В столбцах с (1) по (12) этих уравнений вычисляется нормативная совокупная трудоемкость операций $\sum a_{ij} * X_j$ (j = 1, 2, ..., 12), а в остальных столбцах производится анализ элементов, за счет которых набрана данная трудоемкость. Условно можно сказать, что трудоемкость производственной программы - это полученный результат ("дебет"), а элементы - это источники ("кредит"). Такими источниками являются:

- реальное (физическое) время, отработанное рабочими на собственных операциях (переменные X₁₃, X₁₄, ..., X₂₂);
- человеко-часы экономии времени, то есть трудозатраты на продукцию, выпущенную за счет экономии времени (переменные X₂₄, X₂₅ и X₂₆);

- реальное время, отработанное рабочими неимманентных профессий по совместительству в порядке усиления узких мест.

В вариантах Time₁ и Time₂ предусматривается работа только на собственных операциях, поэтому уравнения выглядят следующим образом.

Баланс времени в валке, чел.-ч

$$(15): -0,01988X_1 - 0,01988X_3 \dots - 0,02976X_{10} - 0,02814X_{11} - 0,02814X_{12} + 18,9X_{13} = 0.$$

Баланс времени в кисловке, чел.-ч

$$(16): -0,00358X_1 - 0,00358X_3 \dots - 0,00534X_{10} - 0,00508X_{11} - 0,00508X_{12} + 3,5714X_{14} = 0.$$

.....

Баланс времени в ремонте оборудования, чел.-ч

$$(24): -0,01805X_1 - 0,0047X_2 - 0,01831X_3 \dots - 0,02588X_{11} - 0,0261X_{12} + 24X_{22} = 0.$$

Коэффициентами уравнений при переменных с X₁ по X₁₂ являются нормы трудоемкости различных операций на единицу каждого из 12 изделий (чел.-ч/шт.) Такие нормы перенесены сюда из табл. 1. Коэффициенты при переменных с X₁₃ по X₂₂ представляют собой численность имманентных исполнителей, умноженную на долю технологического времени в режимном времени рабочих. Коэффициенты при переменных X₁₃...X₂₂ переносятся в матрицы исходных данных из табл. 8: для вариантов Time₁ и Time₂ – из строки 36, а остальные - из строки 37.

При численных значениях переменных для варианта Time₁ получаем такой баланс времени в валке, чел.-ч

$$(15): -0,01988*0 - 0*60000 \dots - 0,02976X*9000 - 0,02814*10200 - 0,02814*12000 + 18,9*63,7581 = 0$$

(время выполнения операции "валка" X₁₃=63,7581 ч).

При численных значениях переменных для варианта Time₂ получаем такой баланс времени в валке, чел.-ч

$$(15): -0,01988 * 60000 - 0 * 0 \dots - 0,02976 X * 9000 - 0,02814 * 10200 - 0,02814 * 12000 + 18,9 * 184,9491 = 0$$

(время выполнения операции "валка" $X_{13} = 184,9491$ ч).

Все элементы времени, выражающие затраты времени на операции, которые требуются для выпуска изделий по полной технологии (из шерсти) возросли в варианте Time₂ по сравнению с вариантом Time₁. Это объясняется тем, что в варианте Time₂ расход шерсти значительно больше, чем в варианте Time₁, так как учтены возможности поставщиков.

Уравнения (25)...(32) представляют собой ограничения, жестко задающие равенства выпуска изделий ($X_1 \dots X_{12}$) заказанным количествам. Причем, поскольку заказчикам безразлично, по какой технологии будут производиться изделия (из полуфабрикатов или из шерсти), заказы на изделия одинакового потребительского назначения задаются суммарно.

Выпуск беретов МЧС из колпаков (X_1) и из шерсти (X_2):

$$(25) X_1 + X_2 = 60000.$$

Выпуск беретов латвийской гвардии из колпаков (X_3) и из шерсти (X_4):

$$(26) X_3 + X_4 = 9000 \text{ и т. д.}$$

В уравнениях (33)...(35) задаются предельно допустимые значения человеко-часов времени, сэкономленного рабочими за счет повышения интенсивности своего труда по сравнению с нормативной интенсивностью. Имеется в виду повышенная скорость выполнения приемов, выбор рациональной последовательности действий и т. д.

Нормы времени выполнения операций (чел.-ч/шт.) умножаются на процент максимально возможной экономии: на валке -5%, на кисловке - 6%, в настипании - 9%. Элементы строки (33) матрицы "Чел.-ч экономии времени в валке" получают умножением элементов строки (15) "Нормы

времени в валке" на долю 0,05 (5%). Элементы строки (34) получают умножением элементов строки (16) на долю 0,06 (6%). Элементы строки (35) получают умножением элементов строки (17) на долю 0,09 (9%).

Так, для валки получаем такие коэффициенты для строки (33):

$$a_{33,1} = a_{15,1} * 0,05 = 0,01988 * 0,05 = 0,000994 \text{ чел.-ч и т. д.}$$

Для кислотки получаем такие коэффициенты для строки (34):

$$a_{34,1} = a_{16,1} * 0,06 = 0,00358 * 0,06 = 0,000215 \text{ чел.-ч и т. д.}$$

Для настиления получаем такие коэффициенты для строки (35):

$$a_{35,1} = a_{17,1} * 0,09 = 0,00468 * 0,09 = 0,000421 \text{ чел.-ч и т. д.}$$

Суммарная экономия времени в валке обозначена через X_{24} , она по условию не может превышать предельных значений экономии

$$(33): -0,000994 * X_1 - \dots - 0,001488 X_{10} - 0,001407 X_{11} - 0,001407 X_{12} + X_{24} < 0.$$

Дисбаланс по такому уравнению, равный S_{33} , выражает недоиспользованную возможность экономии времени выполнения соответствующей операции (валки). Причина недоиспользования - отсутствие необходимости. Дело в том, что повышение интенсивности труда на отдельных операциях целесообразно только при необходимости выравнивания времени выполнения различных операций, то есть для обеспечения их сопряженности. На несопряженных операциях экономия времени не требуется.

В уравнении (36) вычисляется совокупная нормативная трудоемкость всех операций. Коэффициенты уравнения представляют собой суммарные (по операциям) нормы времени на единицу каждого изделия, чел.-ч:

$$(36) -0,14623 X_1 - 0,04349 X_2 - 0,14885 X_3 - \dots - 0,21253 X_{12} \leq 0.$$

Нормы переносятся в матрицу из табл.1. Ответы аккумулируются в дополнительной переменной S_{36} . В $Time_1$ $S_{36} = 13510,345$ чел.-ч, в $Time_2$ $S_{36} = 25347,7198$ чел.-ч.

Из уравнения (37) вычисляется усредненный срок выполнения операций (T_n). Такой срок получается делением реальных суммарных затрат урочного рабочего времени (чел.-ч/заказ) на суммарную численность рабочих. То есть, $T_n = S_{12}/171$ чел.

В Time₁: $T_n = X_{27} = 13510,345/171 = 79,0079$ ч.

В Time₂: $T_n = X_{27} = 25347,72/171 = 148,2323$ ч. Срок T_n показывает, сколько времени занимает исполнение заказа гипотетически, при условии равной загруженности рабочих всех профессий. Но в действительности сроки выполнения различных операций, обозначаемых через переменные $X_{13} \dots X_{22}$ не одинаковы. В Time₁ они колеблются от 148,4 ч до 49,8 ч, в Time₂ - от 184,9 ч до 130,9 ч.

Целью дальнейших расчетов является разработка мероприятий по выравниванию сроков выполнения операций.

Вариант Time₃

Вариант Time₃ является опорным для последующих вариантов оптимизации производственной программы. Его особенность в том, что допускается возможность экономии времени на операциях и коэффициенты эффективного времени рабочих принимаются на максимально возможном уровне. Матрица исходных данных представлена в табл. 4. В варианте Time₃ предусматривается использование только имманентных исполнителей - так же, как в вариантах Time₁ и Time₂. Однако количество исполнителей принимается равным элементам строки 37, а не 36 табл. 8. Так, численность валяльщиков принимается равной не 18,9 чел., а 19 чел., численность кисловщиков соответственно не 3,5714, а 3,96чел.

В балансы рабочего времени на операциях валки, кисловки и настиления (15), (16) и (17) включаются элементы, соответствующие экономии времени X_{24} , X_{25} и X_{26} .

В остальном исходные данные для варианта Time₃ ничем не отличаются от варианта Time₂.

Ответы $Time_3$ показывают, какое минимальное время требуется на выполнение каждой операции при максимальной интенсивности труда и максимально эффективном использовании времени работы оборудования (при максимальном K_{po}).

Результаты решения $Time_3$.

Получилось, что самая длинная операция (узкое место) - это опять же валка, но теперь, с учетом экономии времени, на нее требуется только 174,7769 ч вместо 184,9491 ч в $Time_2$. Однако в варианте $Time_3$ колебания времени отдельных операций остались весьма значительными. Чтобы выровнять операции, нужно вручную выполнить ручные расчеты, служащие трамплином для перехода от $Time_3$ к вариантам $Time_4$ и $Time_5$. Такие расчеты представлены в табл. 9 "Расчет численности совместителей". Смысл таких подготовительных расчетов заключается в том, чтобы выявить операции с недостаточной численностью и с избыточной численностью и найти оптимальный способ ротации рабочих, то есть "перебрасывания" рабочих, владеющих смежными профессиями с одних операций на другие.

2.4. Методика оптимального перемещения рабочих между операциями

Общий подход к решению задачи

Соответствующие расчеты представлены в табл. "Расчет численности совместителей". Алгоритмы расчетов представлены в боковике таблицы.

Приведем необходимые пояснения.

В строках 41 и 42 приведены условные обозначения и численные значения сроков выполнения всех операций, рассчитанные в $Time_3$ (в часах).

В строках 43 и 44 указаны условные обозначения и численные значения реальной трудоемкости операций в варианте Time₃. Реальная трудоемкость ниже нормативной на количество чел.-ч экономии времени. Так, в Time₂ трудоемкость валки S₁=3495,5382 чел.-ч, а в Time₃ S₁=3320,7613 чел.-ч, что на 174,7769 чел.-ч меньше. Данное отклонение получено за счет сверхнормативной интенсивности труда валяльщиков, оцениваемой в Time₃ с помощью переменной X₂₄=174,7769 чел.-ч. В процентах к норме экономия времени составила $100 \cdot 174,7759 / (174,7759 + 3320,7613) = 5\%$. Аналогичным образом изменилась совокупная трудоемкость в кисловке с S₂=629,3822 чел.-ч в Time₂ до S₂=591,5801 чел.-ч в Time₃.

Экономия времени X₂₅ = 629,3822 - 591,5801 = 37,8021 чел.-ч. Процент снижения времени: $100 \cdot 37,8021 / (37,8021 + 591,5801) = 6\%$. В настилании соответственно S₄ = 748,6562 в Time₃ вместо S₄ = 822,6787 в Time₂. Экономия X₂₆ = 822,6787 - 748,6562 = 74,0225 чел.-ч или 9%.

Таким образом, по критерию минимума времени был выбран такой вариант производства, при котором реальные затраты времени оказались на минимально возможном уровне. Суммарная по всем операциям реальная трудоемкость производственной программы равна S₁₁=25061,1182 чел.-ч {9~44~11}.

В строке 45 табл. рассчитана пооперационная структура трудоемкости продукции. Доли времени операций не совпадают с удельными весами численности рабочих соответствующих профессий (строка 28), что является причиной неравномерной загруженности по операциям и расхождения сроков выполнения операций. При равномерной загруженности профессий срок производства будет равняться среднему сроку, равному $T = \{9 \sim 42 \sim 11\} = \{9 \sim 44 \sim 11\} / \{9 \sim 28 \sim 11\} = 25061,1182 / 171 = 146,5562$ ч.

Чтобы плановый срок получился именно таким, численность исполнителей на каждой операции должны соответствовать расчётным значениям:

на операции валка:

$$\{9\sim 46\sim 1\} = 3320,7613/146,5562 = 22,65862 \text{ чел.}$$

на операции кислотка:

$$\{9\sim 46\sim 2\} = 591,5801/146,5562 = 4,03654 \text{ чел. и. т. д.}$$

В строке 47 определяются соотношения между оптимальной расчетной численности и реальной явочной, для чего элементы строки 46 делятся на элементы строки 27. На тех операциях, где отношение превышает 1, численность имманентных исполнителей недостаточна. Операции, на которых отношение ниже 1, численность имманентных исполнителей избыточна.

Если бы количество рабочих мест на операциях было неограниченным, то на каждую операцию нужно было бы назначить столько исполнителей, сколько требуется по расчету, сколько проставлено в строке 46.

Но число рабочих мест не беспредельно и в некоторых случаях усиление напряженной операции за счет перевода на нее рабочих с других, ненапряженных операций, оказывается невозможным по этой причине.

Так, например, на валке требуется 22,65862 чел. (строка 46), а максимальное число рабочих мест позволяет вместить всего 20,58 чел. (строка 32). Следовательно, на тех операциях, где необходимая численность превышает максимально допустимую, нужно предусмотреть сверхурочную работу. В строке 48 проставляются признаки целесообразности сверхурочных работ по всем операциям. Такие признаки рассчитываются делением оптимальной численности на максимально допустимую численность. Если результат деления больше 1, сверхурочная работа целесообразна, если меньше 1 -

нецелесообразна. Алгоритм такой: $(с.46/с.32)^0$. Квадратная скобка означает, что в ответе учитывается только целая часть. Целая часть возводится в нулевую степень. Если целая часть существует, то число рабочих мест не может вместить необходимое количество исполнителей и нужно работать сверхурочно. Ненулевые признаки целесообразности сверхурочных работ получились только на двух операциях - валки и кислотки. На остальных операциях расчетная оптимальная численность ниже максимально допустимой численности и сверхурочное время не требуется.

Сверхурочный труд представляет собой экстенсивный фактор повышения производительности труда. Можно сказать, что при доле сверхурочного времени 0,2 человек работает не за одного, а за 1,2 человека. Следовательно, условная общая численность рабочих превышает реальную численность 171 чел. Срок производства в пересчете на урочное время снижается и требует корректировки (будет не 146,5562 ч, а меньше).

Расчет нового срока предлагается выполнять в следующей последовательности:

1) из совокупной трудоемкости вычесть трудоемкость операций, на которых будет сверхурочная работа;

2) из общей численности рабочих вычесть максимальное число рабочих мест на тех операциях, где требуется сверхурочная работа;

3) разделить первое на второе.

$$1) \{9\sim 49\sim 11\} = \{9\sim 44\sim 1\} + \{9\sim 44\sim 2\} = 3320,7613 + 591,5801 = 3912,3414 \text{ чел.-ч.}$$

$$2) \{9\sim 50\sim 11\} = \{9\sim 32\sim 1\} + \{9\sim 32\sim 2\} = 20,58 + 3,96 = 24,54 \text{ чел.}$$

$$3) \text{Срок } \{9\sim 51\sim 11\} = (\{9\sim 44\sim 11\} - \{9\sim 49\sim 11\}) / (\{9\sim 32\sim 11\} - \{9\sim 50\sim 11\}) = (25061,1182 - 3912,3414) / (171 - 24,54) = 144,3997 \text{ ч.}$$

Понятно, что имеется в виду срок, равный $T = 144,3997$ **рабочих** часов (а не календарных). Обозначим среднюю продолжительность

стандартной смены через $T_{см}$, а средний коэффициент сменности – через $K_{см}$. Примем для примера, что $T_{см} = 8$ ч, а $K_{см} = 2$.

Срок, равный $T = 144,3997$ ч соответствует следующему количеству рабочих смен: $T/T_{см} = 144,3997/8 = 18,05$ и такому количеству рабочих дней: $T/(T_{см}*K_{см}) = 144,3997 / (8*2) = 9,025$.

Снова рассчитываем численность исполнителей, необходимую для выполнения заказа в новый срок $T = 144,3997$ ч делением совокупной трудоемкости каждой операции на срок $T = 144,3997$. Ответы помещаем в строку 52:

на валке $3320,761/144,3997 = 22,99701$ чел.,

на кисловке $591,5801/144,3997 = 4,09682$ чел.,

в крашении $1071,051/144,3997 = 7,41727$ чел. и т. д.

Снова нужно сопоставить новую расчетную оптимальную численность с максимально возможной, то есть сравнить элементы строки 52 с элементами строки 32. При этом могут выявиться новые операции, на которых требуется сверхурочная работа. Рассчитывается новый ряд признаков целесообразности сверхурочного труда - в строке 53. Если число операций, требующих сверхурочных часов, увеличилось по сравнению с предыдущими расчетами (в строке 48), этапы расчетов с пункта 48 по пункт 53 нужно повторить. Если число признаков целесообразности сверхурочных работ осталось прежним, то есть при равенстве элементов $\{9\sim 48\sim 11\}$ и $\{9\sim 53\sim 11\}$, процесс корректировки сроков производства заканчивается. Рассчитанная в строке 52 численность исполнителей принимается как окончательная. Ориентируясь на эту численность определяются точные значения коэффициентов сверхурочных работ делением оптимальной численности на максимальную - элементы строки 52 делятся на элементы строки 32. Полученные в результате такого деления коэффициенты должны иметь верхний предел, predetermined трудовым законодательством -

доля сверхурочного времени не должна превышать доли 0,2 урочного времени. Алгоритм расчета коэффициентов сверхурочного времени:

$$\{9\sim 56\sim j\} = \min \{1,2; \max \{1; c.52/c.32\}\}.$$

$$\min\{1,2; \max\{1; 22,99701/20,58\}\} = \min\{1,2; \max\{1; 1,11744\}\} = \min\{1,2; 1,11744\} = 1,11744.$$

Следовательно, в валке на каждый час урочного времени будет приходиться 0.117445 ч сверхурочного времени (7 минут).

В строке 57 рассчитывается реальная численность исполнителей делением оптимальной численности на коэффициент сверхурочного времени:

$$\text{на операции валка.....} 22,99701/1,11744 = 20,58 \text{ чел.};$$

$$\text{на операции кислотка....} 4.09682/1,03455 = 3,96 \text{ чел.};$$

$$\text{на операции настиление ...} 7,41727/1 = 7,41727 \text{ чел. и т. д.}$$

Суммарная реальная численность должна точно равняться наличной численности, т. е. сумма элементов строки 57 $\{9\sim 57\sim 11\}=171$ чел.

Наконец, в строке 58 рассчитываются отклонения расчетной оптимальной численности от наличной - из элементов строки 57 вычитаются элементы строки 27 (располагаемая численность рабочих). Полученные ответы имеют знаки "+" для операций, требующих усиления и знаки "-" для операций, на которых численность рабочих избыточна. Так, на валку нужно добавить +1,58 чел., с кислотки нужно перевести на другую операцию 0,04 чел. и т. д. Несмотря на то, что в кислотке требуются сверхурочные работы, часть времени, равную 1% кислотщики неизбежно не смогут работать на своей операции из-за ремонта оборудования (максимальный $K_{po}=0,99$). На этот перерыв, соответствующий численности 4 чел.*1% = 0,04 чел. кислотщиков можно загрузить выполнением других неимманентных операций.

Далее следует определить конкретный план ротации рабочих - сколько рабочих переводить с одной операции на другую и каких профессий.

Для решения этой задачи возможны два способа:

- в матрице исходных данных предусмотреть специальные переменные, показывающие, сколько рабочих каждой профессии будет выполнять любую операцию;

- решить специфическую задачу "Распределение совместителей по операциям" методом транспортной задачи.

Первый способ потребует слишком большой размерности задачи оптимизации производственной программы, так как число возможных переменных при 10 операциях будет равно 100:

- валяльщики в валке;
- валяльщики в кисловке;
-
- ремонтники в ремонте.

Применение второго способа целесообразнее.

При решении вопроса о распределении совместителей по операциям в данном исследовании рассмотрены две возможные ситуации:

- все рабочие полностью взаимозаменяемы (100-процентное совмещение профессий);
- только часть рабочих владеют смежными профессиями (совмещение неполное).

На фабрике обязательно проводится специальная работа с кадрами по освоению смежных профессий, повышению профессионального мастерства и проч. Плановые работники должны составить таблицу совмещения профессий, являющуюся основой для оптимального распределения совместителей. В такой таблице в вертикальном списке в алфавитном порядке перечисляются профессии, в горизонтальном

списке в том же порядке перечисляются операции. На пересечении строк-профессий и столбцов-операций проставляются числа, показывающие численность потенциальных исполнителей операции. В правом верхнем углу каждой клетки таблицы нужно поставить тарифный коэффициент доплат, соответствующих назначению данной профессии на данную операцию. Согласно трудовому законодательству, оплата труда должна производиться по максимальному из двух разрядов - разряда рабочего и разряда операции.

То есть, если разряд рабочего превышает разряд выполняемой операции, требуется доплата до разряда рабочего. Если разряд операции выше, специальной доплаты не требуется, так как рабочий получает повышенную зарплату через систему сдельных расценок, учитываемых в плановых калькуляциях себестоимости изделий. Доплаты удобнее считать именно в коэффициентах, а не в рублях, так как ставки оплаты часто меняются. Для оптимального выбора плана совмещения требуется лишь соотношение доплат при различных назначениях совместителей. Так, из таблицы 10 следует, что при назначении валяльщика с тарифным коэффициентом $f=2,46064$ на операцию кисловки с тарифным коэффициентом $f=1,8928$ требуется доплата с тарифным коэффициентом $2,46064-1,8928 = 0,56784$. При ставке 1-го разряда 63 руб., с учетом начислений на зарплату 10% (дополнительная зарплата) и на соцстрах 38,1%, фабрике каждый час такого совмительства будет обходиться в сумму $0,56784*63*1,1*1,1381=54,344$ руб.

Самые дорогостоящие варианты совмещения - назначение ремонтников на неимманентные операции (см. нижний ряд элементов табл. 10). Из таблицы совмещения профессий видно, что некоторые клетки являются пустыми. Это означает, что не каждый рабочий владеет хотя бы одной смежной профессией. Например, из четырех кисловщиков двое могут работать в крашении, двое в пошиве на другие

операции кислотщиков направлять не представляется возможным. Ремонт не может выполнять никто, кроме ремонтников и т. д.

Для перехода от варианта Time₃ к вариантам Time₄ и Time₅ взаимозаменяемость принимается полной. Вариант Time₄ идеальный. Решается транспортная задача Tr₁.

При переходе от варианта Time₃ к вариантам Time₆, Time₇ и Time₈ учитывается реальная возможность совмещения профессий. Решается транспортная задача Tr₂.

Расчет избыточной и недостаточной численности на операциях, представленный в табл. 8 и 9, основан на табличном алгоритме. В формульном виде тот же расчёт выполняется в следующей последовательности.

Срок исполнения заказа при равномерной загруженности рабочих, перевыполнении ими норм выработки, но при недопущении сверхурочных часов определится по формуле:

$$T(N) = F/L, \quad (12)$$

где F - реальная трудоёмкость выполнения заказа, полученная с учётом перевыполнения норм выработки (чел.-ч/заказ);

L – общая численность производственных рабочих, чел.

Пример. $T(N) = 25061,1182/171 = 146,5562$ ч/заказ.

Расчетная численность рабочих на операции i, необходимая для соблюдения срока T(N), равна:

$$L_i(N) = f_i/T(N), \text{ или } L \cdot f_i/F, \quad (13)$$

где f_i – реальные трудозатраты на операции i, необходимые для выполнения заказа (чел.-ч/заказ).

Для операции «валка»: $L_1(N) = 3320,7613 / 146,5562 = 22,65862$ чел.

Максимально возможная численность рабочих, которые одновременно могут присутствовать на операции i:

$$L_i(\max) = M_i \cdot K_{poi}(\max) / N_{oi}, \quad (14)$$

где M_i – количество машин, установленных на операции i ;

$K_{ro i}(\max)$ – максимально допустимое значение K_{ro} на операции i ;

N_{oi} - норма обслуживания на операции i (маш./чел.).

В валке: $L_1(\max) = 21 * 0,98.1 = 20,58$ чел..валке.

Признак целесообразности сверхурочных работ на операции i :

$$P_i = [L_i(N) / L_i(\max)]^0. \quad (15)$$

В валке: $P_i = [22.65862 / 20.58]^0 = 1$.

Средний срок производства при перевыполнении норм выработки и сверхурочных работах

$$T_x = \sum f_i(1/P_i) / (L - \sum P_i(\max)). \quad (16)$$

$T_x = 1071,051(1-0) + 748,6562(1-0) + \dots + 3142,3984(1-0) /$

$(171-1*20,58-1*3,96) = 144,3997$ ч .

Оптимальная численность рабочих на операции i при перевыполнении норм выработки и сверхурочной работе

$$L_i(\text{opt}) = f_i / T_x. \quad (17)$$

В валке $L_1(\text{opt}) = 3320,7613 / 144,3997 = 22,99701$ чел.

Коэффициент сверхурочных работ на операции i :

$$K_i(x) = L_i(\text{opt}) / L_i(\max) \quad (18)$$

В валке $K_1(x) = 22,99701 / 20,58 = 1,11744$.

Численность рабочих на операции i , принимаемая по плану

$$L(i)_п = \min \{L_i(\text{opt}); L_i(\max)\}. \quad (19)$$

В валке $L_{1п} = \min \{22,99701; 20,58\} = 20,58$ чел.

Разность между плановой численностью рабочих на операции i и располагаемой численностью рабочих имманентной профессии

$$\Delta L_i = L_i(п) - L_i. \quad (20)$$

В валке $\Delta L_i = 20,58 - 19 = +1,58$ чел.

Если $\Delta L_i > 0$, численность исполнителей операции нужно увеличить за счёт рабочих неимманентных профессий.

Если $\Delta L_i < 0$, численность рабочих по профессии, соответствующей операции i , является избыточной. Если $\Delta L_i = 0$, то численность рабочих профессий i точно соответствует потребности.

2.5. Распределение совместителей при полной взаимозаменяемости рабочих

Транспортная задача позволяет находить оптимальные планы доставки продукции от поставщиков i к потребителям j . Задача распределительная, переменные имеют двойную индексацию X_{ij} и обозначают искомые объемы перевозок от i к j . Коэффициентами целевой функции являются затраты на перевозку единицы груза от поставщика i к потребителю j .

В нашем примере поставщиками являются рабочие избыточных профессий (чел.), а потребителями - операции, требующие дополнительной численности исполнителей. Спросы таких операций-получателей также выражаются численностью(чел.), ранее рассчитанной в табл. в строке 58.

Алгоритм транспортной задачи предполагает операции только с целыми значениями возможных поставок от поставщиков к потребителям. Поэтому дробные значения отклонений оптимальной численности от имеющейся предварительно умножаются на число 100 000 ($1E+5$).

Избыточная численность профессий в транспортной задаче выражает мощность соответствующего поставщика. Так, мощность поставщика-кисловщика равна 0,04 чел. или $0,04 \cdot 100000 = 4000$, мощность поставщика-красильщика составляет 0,58273 чел. или в условном выражении 58273 ($0,58273 \cdot 100000$).

Потребность в дополнительной численности на операциях выражает спросы получателей. Так, спрос получателя "валка" выражается в транспортной задаче T_1 условным числом 158000 (1,58

чел. *100000), спрос получателя "настиление" равен условному числу 18461 (0,18461 чел.*100000) и т. д.

В транспортной задаче мощности обозначаются словом Capacites, а спросы обозначаются словом "Demands".

Затраты на поставку единицы "груза" от поставщика i к получателю j равны доплате за единицу времени совмещения, выраженную в тарифных коэффициентах (см. матрицу оценок транспортной задачи Tr_1).

В транспортной задаче Tr_2 , табл. «Решение задачи перераспределения рабочих между операциями при полной взаимозаменяемости рабочих» используемой для перехода от $Time_3$ к $Time_6, Time_7, Time_8$ мощности поставщиков и спросы потребителей такие же, но при невозможности совмещения, то есть невозможности поставки от i к j , соответствующим коэффициентам целевой функции C_{ij} придается заведомо преувеличенное значение. Такие задачи называются задачами с запретами. Обычно такая оценка является условной и называется BigM (большой миллион). В примере такие коэффициенты приняты равными числу 100. Назначения с высокими коэффициентами затрат являются нежелательными и последними попадают в план поставок. В решении показывается, с какими коэффициентами поставки вошли в план. Те поставки, затраты по которым равны 100, рассматриваются как фиктивные, несостоявшиеся.

Результаты решения транспортной задачи Tr_1 представлены в распечатке «Результаты оптимального распределения совместителей при полной взаимозаменяемости рабочих», результаты решения транспортной задачи Tr_2 представлены в распечатке. По результатам решения транспортной задачи (Tr_1) при полной взаимозаменяемости рабочих получен следующий оптимальный план распределения совместителей по операциям:

От From	До To	Поставка, чел. Shipment (деленная на 100000)	Коэффициенты доплат за совмещение Unit cost
Кисловщик	Настиление	0,04 (4000/100000)	0,5928
Красильщик	Валка	0,58173	0
Швея	Настиление	0,01797	0,39
Ремонтник	Валка	0,99727	1,252
Ремонтник	Настиление	0,12664	2,413
Ремонтник	Свойлачивание	0,09056	1,252
Ремонтник	Сушка	0,03384	1,252
Ремонтник	Формовка	0,49942	1,252
Ремонтник	Чесание	0,49046	1,516

Минимальное значение целевой функции $F_{\min} = 310986,9$.

Разделим ответ на 100000, получим: 3,109869.

В такое количество тарифных коэффициентов обойдется фабрике перемещение избыточных рабочих на "узкие" производственные участки. Размерность полученного ответа: "человек". Человек простого труда, то есть 1-го разряда. За час доплаты за совмещение профессий с учетом начислений на зарплату (10% и 38,1%) составят: 3,109869 чел.*63 руб./чел.-ч*1,1*1,381 = 297,624 руб.,

а за плановый период $T = 144.3997$ ч соответственно $297,624*144,3997 = 42977,25$ руб.

Решение транспортной задачи T_{r1} позволило определить перечень новых переменных, которые нужно предусмотреть в вариантах $Time_4$ и $Time_5$ производственной программы.

Такие переменные будут обозначать число часов работы:

Кисловщика	Настилении	X_{29}
Красильщика	Валке	X_{30}
Швеи	Настилении	X_{31}
Ремонтника	Валке	X_{32}
Ремонтника	Настилении	X_{33}
Ремонтника	Свойлачивании	X_{34}
Ремонтника	Сушке	X_{35}
Ремонтника	Формовке	X_{36}
Ремонтника	Чесании	X_{37}

В $Time_4$ и $Time_5$ сверхурочные человеко-часы обозначаются переменными X_{38} - в валке; X_{39} в кисловке.

2.6. Перестановка рабочих при неполной взаимозаменяемости

Исследование показало, что многие рабочие не в состоянии выполнять все технологические операции. И из-за наличия таких пробелов (пересечений) реальное количество поставщиков и потребителей оказалось значительно ниже оптимального.

При неполной взаимозаменяемости рабочих получен следующий план распределения совместителей по операциям (Tr_2):

От From	До To	Поставка, чел. Shipment (деленная на 100000)	Коэффициенты доплат, Unit cost
Красильщик	Настиление	0,016664	1,161
Швея	Настиление	0,01797	0,39
Ремонтник	Валке	1,58	1,252

Минимальное значение целевой функции $F_{\min} = 2,004515$.

Перемещение избыточных рабочих на "узкие" производственные участки обойдётся фабрике в 2,004515 тарифных коэффициентов.

За час доплаты за совмещение профессий с учетом начислений на зарплату (10% и 38.1%) составят:

$2,004515 \text{ чел.} * 63 \text{ руб./чел.-ч} * 1,1 * 1,381 = 191,839 \text{ руб.}$, а за плановый период $T = 149,4584 \text{ ч}$ соответственно $191,839 * 149,4584 = 28671,9 \text{ руб.}$

При переходе от варианта $Time_3$ к $Time_5$, $Time_6$, $Time_7$ определились следующие добавочные переменные, обозначающие число часов работы:

Красильщика	в	Настилании	X_{29}
Швей	в	Настилании	X_{30}
Ремонтника	в	Валке	X_{31}

В $Time_6$, $Time_7$ и $Time_8$ сверхурочные человеко-часы обозначаются единственной переменной X_{32} - в валке. На других операциях сверхурочные часы не потребуются.

В связи с неполной взаимозаменяемостью рабочих подготовительные расчеты при переходе от варианта $Time_3$ к вариантам $Time_5$, $Time_6$ выполняются несколько иначе, чем при полной взаимозаменяемости.

В строках 62...64 переносятся результаты решения транспортной задачи Tr_2 . В строке 62 показывается, что число красильщиков, работающих в крашении, уменьшается на 0,016664 чел., это же число красильщиков переводится на операцию настилание. В строке 63 показывается, что число швей, работающих в пошиве, уменьшается на 0,01797 чел., это же число швей переводится на операцию настилание. В строке 64 показывается, что число ремонтников, работающих в ремонте, уменьшается на 1,58 чел., это же число ремонтников переводится на операцию валки.

В строке 66 подсчитывается принимаемая численность исполнителей на каждой операции, суммарно равная 171 чел.

Делением максимально допустимой численности на расчетно-принимаемую определяется коэффициент эффективности использования времени рабочих (строка 67).

В строке 68 рассчитывается срок выполнения каждой операции индивидуально делением трудоемкости операции (строка 44) на принимаемую численность (строка 66) и на коэффициент эффективного

времени (строка 67). Такие сроки уже не будут одинаковыми для всех операций (см. строку 68 табл. 9) как в идеальном варианте Time₄.

Так, на операции валка срок выполнения составит:

$$3320,7613/20,58/1 = 161,359 \text{ ч.}$$

На операции кисловка срок выполнения составит:

$$591,5801/4/0,99 = 149,3938 \text{ ч.}$$

.....

На операции чесания срок выполнения составит:

$$2092,4181/14/1 = 149,4584 \text{ ч.}$$

В качестве планового срока может приниматься время выполнения первой по продолжительности операции валки ($T=161,359$ ч) или второй, третьей и т. д. в зависимости от управленческого решения администрации фабрики. В данном примере решено принять в качестве планового срок выполнения второй операции - чесания со сроком выполнения $T=149,4584$ ч. Для того, чтобы такой срок был реальным, нужно принять меры по доведению длительности максимальной, первой по продолжительности, операции валка до уровня второй - кисловка. Разделив 161,359 на 149,4584, получаем коэффициент сверхурочного времени в валке:

$$\{9\sim 71\sim 1\} = \{9\sim 68\sim 1\}/\{9\sim 68\sim 7\} = 161,359/149,4584 = 1,079625.$$

Поскольку все прочие операции короче первых двух, сверхурочные работы на них не потребуются. По такой методике определен плановый срок для вариантов Time₆, Time₇ и Time₈: $T=149,4584$ ч.

В плане Time₉ плановый срок $T_{пл}$ принят равным максимуму из двух сроков - срока производства $T_{пр}=149,4584$ ч и срока снабжения

$T_{сн}=150,832$ ч. В связи с увеличением срока некоторые расходы возрастут - оплата простоев и накладные расходы, а некоторые расходы снизятся - связанные с доплатами за совмещение профессий и за сверхурочные.

2.7. Предлагаемый алгоритм оптимизации численности рабочих на операциях и минимизации производственного срока исполнения заказа

Заявки на изготовление производственной продукции поступают на предприятие от клиентов-потребителей через некоторые промежутки времени, следовательно, портфель заказов формируется постепенно. Общий срок исполнения портфеля заказов рассчитывается нарастающим итогом и состоит из сроков исполнения каждого отдельного заказа.

Как отмечалось выше, алгоритм оптимизации численности рабочих на операциях и производственного срока исполнения заказа представлен в табл. 9 (см. приложение). Алгоритм разработан авторами и представляет собой ядро научной новизны диссертации.

Представим предлагаемый алгоритм в формульном виде. Формулы будут приведены в последовательности их применения при планировании расстановки рабочей силы под конкретный заказ.

В табл. 9 алгоритм использован детальным образом, т. е. в той степени, которая была необходима для оптимизации реальной производственной программы на февраль 2005 г. под заказ 172 тыс. шт. на базовом предприятии ООО «Сулус-XXI». В данном разделе к каждой формуле будет приведён один пояснительный расчет на примере операции «валка», имеющей порядковый номер $i = 1$. Условные обозначения приведены после формулы (28).

Первый шаг. Расчет необходимой численности рабочих на операциях

Суммарные плановые трудозатраты на операции i , необходимые для выполнения заказа:

$$F_i = \sum_j t_{ij} K_i^N X_j. \quad (16)$$

Пример. $f_1 = 0,01988 * 0,95 * 44916,8116 + 0 * 0,95 * 15083,1884 + \dots$
 $\dots + 0,02814 * 0,95 * 12000 = 3320,7613$ (чел.-ч/заказ).

Второй шаг. Общие плановые трудозатраты, необходимые для выполнения заказа на всех операциях:

$$F = \sum_i \sum_j t_{ij} * K_i^N * X_j. \quad (17)$$

$$F = 3320,7613 + 591,5801 \dots + 3142,3984 = 25061,1182 \text{ (чел.-ч/заказ)}.$$

Третий шаг. Срок исполнения заказа при равномерной загруженности рабочих, перевыполнении норм выработки, но недопущении сверхурочных работ:

$$\overline{T^N} = F / L. \quad (18)$$

$$\overline{T^N} = 25061,1182 / 171 = 146,5562 \text{ (÷/çâèàç)}$$

Четвертый шаг. Расчетная численность рабочих на операции i , необходимая для соблюдения срока $\overline{T^N}$:

$$L_i^N = f_i / \overline{T^N}. \quad (19)$$

$$\text{или } L_i^N = L * f_i / F = 171 * 3320,7613 / 25061,1182 = 2265862 \text{ (÷/âë)}$$

$$\text{В валке: } L_1^N = 3320,7613 / 146,5562 = 22,65862 \text{ (÷/âë)}$$

Пятый шаг. Максимально возможная численность исполнителей операции i , обеспеченных рабочими местами.

$$L_i^{\max} = M_i * K_{po_i}^{\max} / H_{o_i}. \quad (20)$$

$$\text{В валке: } L_1^{\max} = 21 * 0,98 / 1 = 20,58 \text{ (чел)}.$$

Шестой шаг. Признак целесообразности сверхурочных работ на операции i :

$$\rho_i = [L_i^N / (L_i^{\max} * \hat{E}_i)] \quad (21)$$

или $\rho_i = [L * f_i / (L_i^{\max} * F)]^0 = [171 * 3320,7613 / 20,58 * 25061,1182]^0 = 1$

В валке: $\rho_i = [22,65862 / 20,58]^0 = [1]^0 = 1$.

При совпадении долей ситуация идеальная.

Седьмой шаг.

Средний срок производства при перевыполнении норм выработки и сверхурочных работах.

$$\bar{T}_x = \frac{F - \sum_i \sum_j t_{ij} * K_i^N * X_j * \rho_i}{L - \sum_i L_i^{\max} * \rho_i} \quad (22)$$

$$\bar{D}_o = \frac{25061,1182 - (3320,7613 * 1 + 591,5801 * 1)}{171 - (20,58 * 1 + 3,96 * 1)} = 144,3997(\div).$$

Восьмой шаг. Оптимальная численность рабочих на операции i при перевыполнении норм выработки и сверхурочной работе.

$$L_i^{opt} = f_i / \bar{T}_x \quad (23)$$

В валке $L_1^{opt} = 3320,7613 / 144,3997 = 22,99701$ (чел)

Девятый шаг. Коэффициент сверхурочных работ на операции i :

$$K_i^x = L_i^{opt} / L_i^{\max} \quad (24)$$

В валке: $K_1^x = 22,99701 / 20,58 = 1,11744$

$$K_i^x = \min \{ 1, 2; \max \{ 1; L_i^{opt} / (K_{см} * L_i^{\max}) \} \}$$

Десятый шаг. Численность рабочих на операции i , принимаемая по плану:

$$L_i^{\Pi} = \min\{L_i^{\text{opt}}; L_i^{\text{max}}\}. \quad (25)$$

В валке $L_i^{\Pi} = \min\{22,99701; 20,58\} = 20,58$ (чел.)

Одиннадцатый шаг. Разность между плановой численностью рабочих на операции i и располагаемой численностью рабочих имманентной профессии.

$$\Delta L_i = L_i^{\Pi} - L_i. \quad (26)$$

В валке: $\Delta L_i^i = 20,58 - 19 = +1,58$ ÷ äë.

Если $\Delta L_i > 0$, численность исполнителей операции нужно увеличить за счёт рабочих неимманентных профессий.

Если $\Delta L_i < 0$, численность рабочих по профессии i точно соответствует потребности.

Условные обозначения:

i – порядковый номер производственной операции;

j – порядковый номер вида продукции;

f_i – суммарные плановые трудозатраты на операции i , необходимые для выполнения заказа;

t_{ij} – удельные нормативные трудозатраты на операцию i при изготовлении единицы продукции j ;

K_i^N – максимально допустимый коэффициент снижения нормативных трудовых затрат (для валки $K_1^N = 1 - 5/100 = 0,95$);

X_j – плановый объём производства продукции j -го вида, соответствующий заказу (в натуральном выражении);

L – явочная численность производственных рабочих предприятия, чел.;

M_i – количество установленных машин (ед.);

$K_{\text{ро}i}^{\text{max}}$ – максимальный коэффициент работающего оборудования

на i -й операции (с учётом только текущего ремонта);

$Но_i$ – норма обслуживания на i -й операции (маш./чел.);

ρ_i - признак целесообразности сверхурочных работ на i -й операции;

F - общие плановые трудозатраты на всех операциях, необходимые для выполнения заказа;

\bar{D}^N – срок исполнения заказа при равномерной загрузке рабочих, перевыполнении норм выработки, но недопущении сверхурочных часов работы;

L_i^N - расчетная численность рабочих на операции i , необходимая для соблюдения срока \bar{T}^N ;

L_i^{\max} - максимально возможная численность исполнителей операции i , обеспеченных рабочими местами;

\bar{D}_o – средний срок производства при перевыполнении норм выработки и сверхурочных работах;

L_i^{opt} - оптимальная численность рабочих на операции i при перевыполнении норм выработки и сверхурочной работе.

K_i^x - коэффициент сверхурочных работ на операции i ;

$L_i^{\text{п}}$ - численность рабочих на операции i , принимаемая по плану;

ΔL_i – разность между плановой численностью рабочих на операции i и располагаемой численностью рабочих имманентной профессии.

Предлагаемый алгоритм представляет собой цепь последовательных расчётов по формулам (16)-(26). Алгоритм является оригинальной научной разработкой авторов. Внедрение алгоритма в практику плановой работы предприятия позволит находить оптимальные управленческие решения в области организации производства, а именно минимизировать производственный цикл, простой рабочих и связанные с этим непроизводительные расходы.

Заключительным результатом расчетов по алгоритму (16)-(26) являются значения численности рабочих избыточных и недостающих профессий. Чтобы воспользоваться результатами этих расчетов, необходимо обеспечить ротацию рабочих, то есть перевести избыточных рабочих на «узкие» места. Обеспечение ротации рабочих базируется на решении распределительной транспортной задачи, в которой поставщиками являются избыточные рабочие, а получателями - напряжённые операции. Такая задача была решена с использованием известного метода MODI.

В результате решения транспортной задачи были определены численные значения переменных X_{ij} , обозначающие количество рабочих профессий i , направленных на операцию j . Ответы транспортной задачи были использованы в качестве исходных данных задачи оптимизации производственной программы с применением симплекс-метода. Оба метода (MODI и Симплекс) относятся к широко известному классу задач линейного программирования.

Внедрение этих методов в новые области потребовало творческого подхода в части методов формирования коэффициентов целевой функции и ограничительных уравнений. Полученные результаты изложены в третьей главе данной диссертации.

В самом общем виде алгоритм минимизации производственного срока исполнения заказов можно представить в виде цепочки расчётов следующих показателей:



Рис. 2.1 - Этапы минимизации производственного срока выполнения заказов

Внедрение разработанной методики позволяет существенно повысить эффективность производства, о чём свидетельствуют результаты апробации на базовом предприятии.

ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЕКСТИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

3.1. Характеристика базового предприятия – фабрики головных уборов ООО "СУЛУС-ХХІ"

Условия функционирования предприятия

В настоящее время ООО "Сулус-ХХІ" - довольно крупное текстильное предприятие, выпускающее фетровые головные уборы, способные удовлетворять самый изысканный вкус.

Инвестиции: в совместном предприятии (СП) "Бобао" в г. Харбине (Китай); СП с фирмой "Рояль Хатс" (Великобритании). Широкая география рынков сбыта: продукцию ценят и покупают на внутреннем российском рынке и за рубежом - в Великобритании, Зимбабве, Кении, Китае, Монголии, США, ЮАР и в других странах. Основным сырьем является шерсть - меринос.

Технико-экономические показатели ООО "Сулус-ХХІ" характеризуются положительной нарастающей динамикой. Начиная с 2001 г. объемы товарной реализованной продукции увеличиваются от года к году примерно в 2 раза. Следовательно, предприятие проводит правильную производственно - коммерческую политику.

Важнейшие технико-экономические показатели по отчету за 2014 г.

1. Среднегодовая численность работающих, чел.	459
2. Годовой объем реализации продукции без НДС, тыс. руб.	65706
3. Среднегодовая стоимость основных промышленно-производственных фондов, тыс. руб.	21436
4. Балансовая прибыль, тыс. руб.	14247
5. Полная себестоимость, тыс. руб.	43509

в том числе:

- материальные затраты	19503
- зарплата рабочих (с отчислениями)	2833
- накладные расходы	21173
6. Рентабельность продукции (к себестоимости), % [100*п.7/п.8]	32,7

Реализация продукции осуществляется по следующим каналам: через дилерскую сеть, через сеть крупных магазинов, через частных предпринимателей.

Традиционная продукция ООО "Сулус-XXI" позиционируется на рынке в пяти экономически значимых сегментах:

1. Мужские и женские головные уборы для повседневной носки.
2. Мужские и женские головные уборы "от кутюр" при поддержке известного модельера Вячеслава Зайцева.
3. Продукция оздоровительного назначения - наборы для сауны и русской бани (колпак, салфетка и рукавицы) из чистой мериносовой шерсти.
4. Полуфабрикаты-колпаки для производства фетровых головных уборов и в качестве каркаса для меховых, кожаных и соломенных шляп.
5. Форменные головные уборы специализированного назначения.

К форменным головным уборам специализированного назначения относятся береты, кепи или шляпы для Московского метрополитена, для Национальной гвардии Латвии и Литвы; для государственной таможни; для министерств: лесного хозяйства; чрезвычайных ситуаций (МЧС); внутренних дел (МВД); путей сообщения (МПС); юстиции и др.

Художники и технологи ООО "Сулус-XXI" обновляют и расширяют ассортимент головных уборов, работая под девизом: "Новый сезон, новая коллекция, новый образ".

Ассортимент "Сулус-XXI" в 2014 г. характеризуется следующими данными:

Наименование изделий	Количество моделей, разновидностей	Отпускные цены (без НДС), руб./шт.
Береты	20	от 31 до 215
Кепи	58	от 68 до 650
Шляпы из пуховых колпаков	128	от 236 до 550
Шляпы фетровые колпаки	406	от 85 до 480
Банные наборы для сауны	7	от 150 до 525
Комплекты для сауны	9	от 380 до 800
Рукавицы для сауны	2	65
Салфетки для сауны	1	65
Итого	653	

Розничные цены (цены магазина) примерно на 20% превышают отпускные цены предприятия.

Основы технологии фетровых головных уборов

Фетр (от франц. feutre - войлок), материал, полученный валянием пуха (тонкого волоса) кролика, зайца, отходов меха пушных зверей ценных пород, а также овечьей шерсти. Из фетра изготавливают головные уборы, обувь и т. п.

На ООО "Сулус-XXI" основным исходным сырьем является овечья шерсть. Наилучшими качествами обладает шерсть мериносов (исп. merinos), породы овец с однородной тонкой шерстью белого цвета.

По отчетным данным в 2005 г. фабрикой было потреблено такое количество сырья (в кг):

Тонкая шерсть	94904,460;
гребенной очес	7859,582;
срывы ваты и свои обраты	5773,220;
штапельное волокно	50,0
козий пух	
кроличий пух.	
Итого	108587,262.

Полный процесс изготовления фетровых головных уборов из шерсти представим в виде следующей укрупненной технологической цепочки, состоящей из девяти основных операций:

1) кисловка [Кс] → 2) чесание [Чс] → 3) настивание [Нс] →
→ 4) свойлачивание [Св] → 5) валка [Вл] → 6) формование [Фр] →
→ 7) крашение [Кр] → 8) сушка [Сш] → 9) Швейные операции [Шв]

Рис. 3.1 – Процесс изготовления фетровых головных уборов

Кисловка (карбонизация) производится с целью окисления, растворения и размягчения сорных примесей из шерсти. В процессе чесания удаляется мусор и параллелизируются волокна. Настивание – изготовление холстов. Свойлачивание – это обработка кипятком с целью скрепления волокон. В процессе валки шерсть уплотняется, сбивается в войлок. Формование – придание кускам войлока конической формы. Крашение – отварка колпаков в красильном растворе. Сушка – производится с применением калориферов. Швейная операция – это нашивка тесьмы, декоративных лент и т. д.

После операции "валка", примерно в центре технологической цепочки, полуфабрикат представляет собой необработанный колпак. Если колпак произведен на данном предприятии, технологический процесс является полным, если колпак является полуфабрикатом "со стороны", технологический процесс неполный, начинается только с шестой операции "формование". Полуфабрикаты колпаков из Китая поступают сейчас, начиная с 2004 г., в количестве около 200 тыс. шт. в год. Примерно пятая часть головных уборов производится из китайских колпаков, что экономически выгодно предприятию.

Выход сырья по технологическим переходам

Технологические операции	Процент отходов на каждой i -й операции (q_i)	Показатель выхода продукта из сырья в долях $b_i = 1 - q_i / 100$	Масса полуфабриката (кг/шт.)
0) Склад	$q_0=0$	$b_0=1$	0,18368
1) Кисловка [Кс]	$q_1=1,1$	$b_1=0,989$	0,18166
2) Чесание [Чс]	$q_2=4,1$	$b_2=0,959$	0,17421
3) Настиление[Нс]	$q_3=1,7$	$b_3=0,983$	0,17125
4) Свойлачивание[Св]	$q_4=3,2$	$b_4=0,968$	0,16577
5) Валка [Вл]	$q_5=3,47$	$b_5=0,9653$	0,160
6) Формование [Фр]	$q_6=0,5$	$b_6=0,995$	0,1592
7) Крашение [Кр]	$q_7=1,7$	$b_7=0,983$	0,15649
8) Сушка [Сш]	$q_8=0,01$	$b_8=0,9999$	0,15647
9) Швейные операции [Шв]	$q_9=0,6$	$b_9=0,994$	0,1555
Итого		0,84688732	

В результате использования колпаков достигается экономия многих производственных ресурсов - живого труда, сырья, химикатов, энергии и проч. Колпак как полуфабрикат имеет массу примерно 160 г. На каждой операции образуются технически и технологически

обусловленные нормируемые отходы. В таблице 1 ниже представлены проценты отходов на каждой i -й операции (q_i), показатели выхода продукта из сырья $b_i=1-q_i/100$ и масса полуфабриката (кг/шт.), получаемого на каждой операции при производстве одного берета.

На большинстве операций, в соответствии с содержанием технологического процесса, учет производительности оборудования и рабочих, а также расхода сырья осуществляется не в штуках, а по массе. Так, на четырёх начальных операциях, то есть от кислотки до свойлачивания изготавливаемый продукт представляет собой бесформенную массу, только после валки образуются штучные изделия - колпаки. Пооперационный расход массы полуфабрикатов на одно изделие определяется не учетом (например, взвешиванием), а условным расчетом. Назначение такого расчета разъясняется в разделе "Исходная информация".

Потребители продукции

В 2014 г фабрика получила заказы от восьми оптовых потребителей.

Заказчики	Вид изделия	Количество тыс. шт.	Отпускная цена (без НДС), руб./шт.
1. Министерство по чрезвычайным ситуациям и гражданской обороне [МЧС] (Россия)	Береты	60	120
2. Национальная гвардия (Латвия)	Береты	9	134
3. Дилерские фирмы (разные)	Колпаки банные	54	102
4. Министерство по налогам и сборам (Россия)	Шляпы	7,3	170
5. Министерство внутренних дел [МВД]	Шляпы	10,5	210

(Россия)			
6. Государственный таможенный комитет [Г Т К] (Россия)	Шляпы	9	190
7. Министерство юстиции (Россия)	Шляпы	10,2	190
8. Министерство путей сообщения [МПС] (РФ)	Кепи	12	180
Итого:		172	134,7

В портфеле заказов, сделанных ООО "Сулус-XXI" на февраль 2014 г., содержится: 172 тыс. шт. Общая стоимость заказа 23168 тыс. руб. Средневзвешенная обезличенная цена одного изделия 134,7 руб./шт. (23168/172). Срок выполнения заказов будет точно обозначен и официально оформлен только после предварительных расчетов проекта производственной программы.

Заказанные объемы представляют собой правые части ограничений по выпуску изделий в матрицах исходных данных задачи оптимизации производственной программы.

Условия производства

ООО "Сулус-XXI" работает по 1-сменному графику на основе 5-дневной рабочей недели при стандартной 8-часовой смене. Очередной ежегодный отпуск, имеющий продолжительность 21 рабочий день (без учета суббот и воскресений) единовременный, то есть на отпускной период фабрика закрывается вся целиком. Возможная среднегодовая продолжительность периода нетрудоспособности рабочих не прогнозируется при планировании их фонда времени, поскольку в картотеке профессиональных кадров состоят рабочие "по вызову", с которыми при необходимости составляются временные контракты. С учетом того, что в году 52 недели и 9 праздничных дней, годовой плановый фонд времени работы предприятия (каждого рабочего места) равен: $(365 - 9 - 52 \cdot 2 - 21) \cdot 8 = 1848$ ч.

Численность основных производственных рабочих, чел.:

- технологических	147;
- обслуживающих основное производство	24;

Итого:.....171.

Квалификационный состав рабочих с указанием профессий, разрядов, условий труда, тарифных коэффициентов, часовых ставок оплаты (в руб.) представлен в табл. 8 «Расчёт числа рабочих мест на производственных операциях». Здесь перечислены основные профессиональные группы рабочих.

Профессии удобно перечислять в алфавитном порядке, как принято во всех отраслевых тарифно-квалификационных справочниках.

Численность рабочих по профессиям, чел.: валяльщиков-19; кисловщиков-4; красильщиков-8; настильщиков-5; свойлачивальщиков-60; сушильщиков-24; формовщиков-18; чесальщиков-14; швей-17; ремонтников-24.

"Ремонтники" - это обобщенное название профессий вспомогательных рабочих, отвечающих за технически хорошее состояние оборудования - собственно ремонтников, а также помощников мастеров, наладчиков и проч.

Чтобы рассчитать либо объем производства за заданный период, либо продолжительность периода под заданный объем, требуются также удельные пооперационные нормы трудоемкости всех разновидностей изделий (чел.-ч/шт.). Такие нормы представлены в табл. 1, а также в матрицах исходных данных для всех вариантов производственной программы (табл. 3-7). В примере в качестве главного изделия будет рассматриваться берет МЧС, выпускаемый по полной технологии из шерсти, искомый выпуск которого обозначен через X_1 . Пооперационная трудоемкость одного берета МЧС чел.-ч / шт.: валка 0,01988; кисловка 0,00358; настиление 0,00468; свойлачивание 0,04935;

чесание 0,0119; крашение 0,00561; сушка 0,00154; формование 0,014; пошив 0,01764; ремонт оборудования 0,01805. Суммарная производственная трудоемкость одного берета 0,14623 чел.-ч. Приведенных сведений относительно численности производственных рабочих, их режима труда и отдыха, а также норм трудоемкости изделий достаточно для того, чтобы сформировать базовые производственные ограничения по наличию и использованию рабочей силы (см. матрицы исходных данных в приложении 1).

Рынок головных уборов в бывшем СССР обеспечивали шесть крупных фабрик по производству фетровых головных уборов, расположенных две на Украине, одна в Прибалтике и три в России. Также потребность в головных уборах удовлетворялась большими поставками из-за рубежа. В основном из Чехословакии. В доперестроечное время рынок головных уборов всё же был полностью насыщен.

В настоящее время в связи с развалом СССР, резким падением производства и отсутствием поставок из Чехословакии, дефицит головных уборов вырос. Но, несмотря на падение производства, рынок постоянно расширяется. В связи с хлынувшим из-за рубежа дешёвым ширпотребом, и предприятию стало не выгодным производство головных уборов для гражданских лиц. Предприятию ООО «Сулус XXI» пришлось переквалифицироваться с производства гражданских головных уборов на производство головных уборов при комплектации форменной одежды для специальных служб. В реестр потребителей беретов, шляп и кепок входят:

- 1) Министерство по чрезвычайным ситуациям РФ (береты кирпичного цвета);
- 2) Министерство внутренних дел РФ (береты черного цвета и шляпы темно синего цвета);
- 3) прокуратура РФ (шляпы темно синего цвета);
- 4) Министерство юстиции РФ (шляпы темно синего цвета);

- 5) Главное управление исполнения наказаний РФ (береты темно – зеленого цвета);
- 6) Метрополитен (кепи серого и красного цветов, береты черного цвета);
- 7) ОАО «РЖД» (кепи серого цвета, береты черного и темно синего цветов);
- 8) Министерство обороны РФ (береты для ВДВ – небесного цвета и береты для подразделения «спецназа» ГРУ черного цвета);
- 9) Федеральная служба безопасности РФ (береты для погранвойск – зеленого цвета и береты для подразделений «спецназа» черного цвета)
- 10) Специальное подразделение французской жандармерии «Легион» (береты);
- 11) Национальная гвардия Литвы (береты светло – зеленого цвета);
- 12) Вооруженные силы Латвии (береты темно - зеленого цвета).

3.2. Пояснение в необходимости проекта производства головных уборов из полуфабриката «Фетровый колпак»

В связи с этим возникла потребность расширить объём производства головных уборов. Одним из способов достижения цели является производство шляп из полуфабриката «колпак». Полуфабрикат в свою очередь предприятию ООО «Сулус XXI» в настоящее время выгоднее закупать у производителей в китайской народной республике, нежели производить самим. По причине наличия дешёвой рабочей силы на рынке труда в Китае, а так же вследствие тесной связи крупных мировых поставщиков шерсти с китайскими перерабатывающими фабриками, возникла сложная ситуация для российской шерстяной промышленности. Торговые компании, из Китая занимающиеся поставками сырья и полуфабрикатов завоёвывают сегменты рынка посредством снижения цен. При производстве полуфабриката «колпак» на китайских фабриках себестоимость его настолько мала по сравнению

с производством полуфабриката «колпак» на российских фетровых фабриках, что фабрике ООО «Сулус XXI» выгоднее скупать полуфабрикаты у китайских фирм, чем производить в стенах своего предприятия.

Техническая характеристика фетровых шляп изготавливаемых из полуфабриката «колпак».

Шляпы фетровые повышенного качества изготавливаются путем формовки и отделки колпаков, изготовленных из чистошерстяной смеси.

Шляпы мужские повышенного качества должны отвечать следующим требованиям:

а) По размерам шляпы подразделяются на следующие номера (размер в см) 53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63;

б) Ширина полей от 3 до 11 см в зависимости от фасона шляпы и её размера;

в) Масса шляпы среднего размера в зависимости от модели может колебаться от 130 до 200 гр.;

г) Шляпа должна иметь правильную устойчивую форму соответствующую её модели.

Характеристика сырья для производства головных уборов из фетра.

В производстве шляп используется меринсовая шерсть 70 и 64-70 качества III длины нормальная, сорная, репейная или сорно-репейная. Шерсть должна соответствовать требованиям ГОСТ 6326-74. Мужские фетровые шляпы повышенного качества изготавливаются из смеси следующего состава – шерсть меринсовая 70 III дл. Н-50% и 64-70 III дл. Н-50%. Допустимая взаимозаменяемость (до 50%) на шерсть меринсовую сорную и репейную. В мытом виде цвет нормальной шерсти белый или белый с кремовым оттенком по всей длине. Длина волокон находится в пределах 40- 55мм., тонина 181-230мк. До получения полуфабриката «колпак», из которого планируется выпуск

шляп, обработка шерсти включает в себя 25 операций, и технологический цикл длится одну неделю. В процессе из сырья получается фетровый «колпак», который имеет определённые размер и цвет в зависимости от модели, для которой он предназначен. Производство шляп из «колпака» включает в себя 28 основных и 14 вспомогательных операций. Необходимо отметить, что основные операции по изготовлению шляп производятся на импортном оборудовании, которое изготавливается в Германии и Италии. На вспомогательных операциях в основном используется оборудование, производимое Российскими предприятиями.

Перечень операций по производству шляп с этапа «колпак».

Основные операции

- 1) Образование полей у шляп – рантовка
- 2) Сушка колпаков после рантовки
- 3) Глянцовка колпаков
- 4) Удаление пыли после глянцовки
- 5) Приготовление маточного проклеивающего раствора шеллака
- 6) Проклейка колпаков
- 7) Обработка колпаков на формовочном автомате
- 8) Первое гидропрессование
- 9) Естественная сушка колпаков после первого гидропрессования
- 10) Обработка колпаков на виброшлифовальной машине
- 11) Удаление пыли на ремешковой пылевыколачивающей машине
- 12) Очистка поверхности шляп щеткой на горизонтальной вращающейся головке
- 13) Второе гидропрессование
- 14) Предварительная обрезка полей
- 15) Окончательная обрезка полей
- 16) Обработка шляпы на виброшлифовальной машине

- 17) Вшивка налобника
- 18) Заканачивание налобника
- 19) Повязка шляп лентой, вставка кокарды согласно фасону, а также оформление другими отделочными материалами
- 20) Приклеивание прокладки
- 21) Закрепление налобника
- 22) Наклейка этикетки
- 23) Определение размера шляп
- 24) Окантовка полей шляпы
- 25) Поправка налобника
- 26) Очистка поверхности шляп
- 27) Браковка и подборка шляп
- 28) Упаковка шляп

Вспомогательные операции

- 1) Раскрой кожи для налобника
- 2) Склейка кожаных налобников
- 3) Пришивка канта к налобнику
- 4) Раскрой подкладочного материала
- 5) Гофрирование подкладки
- 6) Сшивка скосов
- 7) Пошив колпачков
- 8) Изготовление ящиков
- 9) Изготовление коробок
- 10) Нарезка полосок из полихлорвиниловой плёнки
- 11) Нарезка фетровых полосок
- 12) Стрижка края поля шляпы
- 13) Заготовка клеевой бумаги
- 14) Изготовление подкладок

**Расчет необходимого основного оборудования для
производства головных уборов в количестве 200 000 шт. из
полуфабриката «колпак»**

Работа в одну смену с двумя выходными и выходными в праздники

1. Рантовка – образование полей шляп

Используемая рант – машина фирмы «Брюкнер» (ФРГ)

Норма выработки 99,25 шт./час – Нв

М – количество единиц оборудования округляется до первого
целого числа.

$$M = (\text{Годовая производительность предприятия}) / T * N_v * K_n \quad (33)$$

T – количество рабочих часов в году. T = 1848 часов

K_n – коэффициент использования K_n = 0,972

$$M = (200000 \text{ шт/год}) / 1848 * 99,25 * 0,972 =$$

$$200000 / 178278,408 = 1,122 \rightarrow 2 \text{ единицы}$$

2. Сушка колпаков после рантовки в сушилке (кс – 2) → 1 единица.

3. Бимсовка колпаков (глянцовка).

Нв=81,25 шт./час

$$M = (200000 \text{ шт/год}) / 1848 * 81,25 * 0,972 = 200000 / 145945,8 =$$

$$1,37 \rightarrow 2 \text{ единицы}$$

Оборудование: бимсовочный станок фирмы «Брюкнер» (ФРГ).

4. Удаление пыли после бимсовки.

Назначение – удалить пыль из колпаков, которая образовалась
после обработки на бимсовочном станке.

Оборудование: Пылевыколачивающая машина «Кваде» фирмы
«Брюкнер», (ФРГ). Нв=96 шт./час

$$M = (200000 \text{ шт/год}) / 1848 * 96,00 * 0,972 = 200000 / 172440,576 =$$

$$1,1598 \rightarrow 2 \text{ единицы}$$

5. Проклейка мужских колпаков.

Назначение: Придание готовым шляпам устойчивой формы в
процессе носки.

Оборудование: Аппретурный станок фирмы «Меццера» (Италия).

Нв = 118,75 шт./час

$M = (200000 \text{ шт/год}) / 1848 * 118,75 * 0,972 = 200000 / 213305,4 = 0,9376 \rightarrow 1 \text{ единица}$

6. Обработка колпаков на формовочном полуавтомате.

Назначение: расправить поверхность колпака и придать ему форму шляпы. Оборудование: формовочный полуавтомат фирмы «Брюкнер» (ФРГ).

Нв = 108,75 шт. / час

$M = (200000 \text{ шт/год}) / 1848 * 108,75 * 0,97 = 200000 / 195342,84 = 1,0238 \rightarrow 2 \text{ единицы}$

7. Естественная сушка на стеллажах в течение 24 часов.

8. Обработка колпаков на виброшлифовальной машине.

Назначение: придание внешней поверхности шляпы вида «замши».

Оборудование: виброшлифовальный станок фирмы «Брюкнер» (ФРГ).

Нв = 22,5 шт/час

$M = (200000 \text{ шт/год}) / 1848 * 22,5 * 0,972 = 200000 / 40415,76 = 4,948 \rightarrow 5 \text{ единиц}$

9. Удаление пыли на ремешковой

4-х головочной пылевыкалывающей машине.

Назначение: удаление пыли из колпаков после обработки на виброшлифовальной машине.

Нв = 273 шт./час

$M = (200000 \text{ шт/год}) / 1848 * 273 * 0,972 = 200000 / 490377,888 = 0,4078 \rightarrow 1 \text{ единица}$

10. Очистка поверхностей шляпы щеткой

на горизонтально вращающейся головке

Нв = 64,75 шт./час

$M = (200000 \text{ шт./год}) / 1848 * 64,75 * 0,972 = 200000 / 116307,576 = 1,71957 \rightarrow 2$ единицы

11. Первое гидропрессование

Назначение: выравнивание стенок шляпы по толщине и закрепление её формы.

Оборудование: гидравлические пресса фирмы «Микеланьоли» (Италия)

$N_v = 50,75 \text{ шт./час}$ на шести прессах

$M = (200000 \text{ шт./год}) * 6 / 1848 * 50,75 * 0,972 = 1200000 / 91159,992 = 13,163 \rightarrow 14$ единиц

12. Второе гидропрессование

Назначение: завершение формирования формы шляпы.

Оборудование и его количество аналогично первому гидропрессованию

$M = 14$ единиц

13. Предварительная обрезка полей

Назначение: удаление лишней кромки после второго гидропрессования, чтобы обеспечить последующую обработку.

Оборудование: машина с дисковыми ножами фирмы Брюкнер (ФРГ).

$N_v = 129,25 \text{ шт./час}$

$M = (200000 \text{ шт./год}) / 1848 * 129,25 * 0,972 = 200000 / 232166,088 = 0,8614 \rightarrow 1$ единица

14. Окончательная обрезка полей шляп.

$N_v = 95,625 \text{ шт./час}$

$M = (200000 \text{ шт./год}) / 1848 * 95,625 * 0,972 = 200000 / 171766,98 = 1,1643 \rightarrow 2$ единицы

15. Обработка шляпы на виброшлифовальной машине фетром.

Назначение: облагородить поверхность шляп и придать «эффект замши».

Оборудование: виброшлифовальная машина фирмы «Брюкнер» (ФРГ).

$N_v=36,625$ шт./час

$M=(200000 \text{ шт/год}) / 1848 * 36,625 * 0,972 = 200000 / 65787,876=3,0401 \rightarrow 4$ единицы

16. Количество швейного и вспомогательного оборудования рассчитывается в зависимости от ассортимента и отделки шляп и в среднем составляет:

А) Вшивка налобника – швейная машина 57кл. Подольского механического завода $\rightarrow 2$ единицы.

Б) Заканчивание налобника – швейная машина 26кл. Подольского механического завода $\rightarrow 2$ единицы.

В) Повязка лентой – швейная машина фирмы «Пфафф» (ФРГ) $\rightarrow 4$ единицы

Г) Окантовка полей шляп – швейная машина фирмы «Пфафф» (ФРГ) $\rightarrow 4$ единицы.

Вспомогательное оборудование

1) Раскрой налобников с помощью прессы ПВГ-8 (Орловский механический завод) $\rightarrow 2$ единицы.

2) Пришивка канта к налобнику – швейная машина 26 класса Подольского механического завода $\rightarrow 2$ единицы.

3) Раскрой подкладочного материала – переносной дисковой нож ЭЗДМ – 1 Куйбышевского литейно-механического завода или аналогичное изделие импортного производства $\rightarrow 2$ единицы.

4) Гофрирование подкладки – станок фабричного изготовления $\rightarrow 2$ единицы.

5) Сшивка скосов – швейная машина 22 класса Подольского механического завода $\rightarrow 2$ единицы.

6) Пошив колпачков – швейная машина 45 класса Подольского механического завода $\rightarrow 2$ единицы.

7) Нарезка полосы из полихлорвиниловой плёнки для изготовления канта налобника производится на станке фабричного изготовления → 1 единица.

8) Нарезка фетровых полос из отходов фетра станок фабричного изготовления или электрический дисковый нож → 1 единица.

9) Строчка края поля шляп – швейная машина «Пфафф» (ФРГ) → 4 единицы.

10) Изготовление подставок под шляпы:

- картонорезательная машина (КР-1) → 1 единица.

- проволокошвейная машина (ВПШ -5) → 1 единица.

Остальные операции, не вошедшие в расчет потребности оборудования, в соответствии с технологической картой являются ручными и требуют только площадей для их выполнения.

Условия снабжения

В настоящее время заключен договор по закупке из Китая шерстяных колпаков, являющихся полуфабрикатом шляпного производства.

Основные поставщики шерсти: Рижская фабрика первичной обработки шерсти (Латвия), Ростовская фабрика по обработке шерсти, сырьевая база в г. Черноголовке (Московская обл.), Черкизовская оптовая база (г. Москва).

Условия снабжения оцениваются на основе мощности поставщиков. В любой сфере (в физике, в производстве и др.) мощность оценивается количеством работы, которая может быть выполнена за определенный период. Планирование "под заказ", в связи с неопределенностью периода, потребовало разработки особого методологического подхода.

Предлагается следующее. Чтобы определить предельное количество располагаемого сырья и покупных полуфабрикатов, нужно выяснить на ближайшую перспективу максимально возможную

интенсивность поставок от всех поставщиков. Интенсивность (или скорость) поставок нужно оценить в среднем за один рабочий час. В данном случае отделу снабжения известно, что поставка на "Сулус-XXI" в течение всего 2005 года может составить максимально:

- по шерсти ...395,5 тонн;
- по необработанным колпакам из Китая ...200 тыс. шт.

При продолжительности годового рабочего периода фабрики 1848 ч, средняя часовая поставка составит по расчету: для шерсти 214 кг/ч ($1000 \cdot 395,5 / 1848$); для колпаков около 108 шт./ч ($1000 \cdot 200 / 1848$).

Допустим, после уточнения сведений на конкретный период (с 11 февраля 2005 г. и примерно на месяц вперед), для планирования принимаются следующие максимальные объемы поставок за час:

- шерсти 214 кг;
- китайских колпаков..... 100 шт.

Именно эти "лимиты" будут выступать ограничителями мощностей поставщиков в расчетах оптимальной производственной программы под поступивший заказ на 172 шт. фетровых головных уборов.

Таковы основные условия планирования в 2005 г. на фабрике ООО "Сулус-XXI", рассматриваемой в качестве производственной системы с фиксированным количеством. Как уже отмечалось, планирование должно быть оптимальным, то есть выполняться с применением экономико-математических методов, в данном случае с применением линейного программирования (LP).

3.3. Формирование исходных данных для расчета производственной программы

Нормы трудоемкости

Показатель трудоемкости характеризует затраты живого труда на производство продукции или на выполнение работы. Измеряется в человеко-часах (чел.-ч), - минутах, - секундах, - днях, - сменах и др. единицах времени. Представляет собой произведение численности исполнителей на время, отработанное каждым исполнителем.

В зависимости от объекта расчета трудоемкость подразделяется на удельную (на единицу) и совокупную (на весь объем). По уровню – на фактическую, плановую и нормативную. По составу и числу исполнителей различают следующие виды трудоемкости промышленной продукции:



Рис. 3.2 – Виды трудоемкости промышленной продукции

К технологической трудоемкости относятся затраты времени технологических рабочих, непосредственно преобразующих предмет труда. В трудоемкость обслуживания включаются затраты времени вспомогательных рабочих, обслуживающих основное производство (ремонтирующих оборудование, транспортировщиков и др.) и

вспомогательное производство (энергетическое, ремонтное хозяйство, изготовление тары и проч.). В трудоемкость управления засчитывается труд административно-управленческого персонала (АУП), а также младшего обслуживающего персонала и охраны.

При расчете производственной программы учитываются нормы трудоемкости только исполнителей работ, непосредственно преобразующих предметы труда, имеющих прямые или косвенные нормы времени на единицу вырабатываемой продукции. Традиционно к таким рабочим относятся все технологические (или эксплуатационные) рабочие, а также наладчики, ремонтники оборудования, помощники мастеров. Помощник мастера чаще всего является бригадиром группы технологических рабочих. Заработок поммастера ставится в зависимость от зарплаты, начисленной бригаде, то есть начисляется по типу косвенной сдельной. Труд технологических рабочих обычно оплачивается на основе прямой сдельщины. Таким образом, в состав нормативной удельной производственной трудоемкости включаются нормы времени сдельщиков - прямых и косвенных.

Установленный состав производственной трудоемкости соответствует не только принципам расчета производственной программы, но также и принципам калькулирования себестоимости. В состав прямой статьи калькуляции "Заработная плата производственных рабочих" входит оплата непосредственных производителей продуктов, к которым причисляются ремонтники, наладчики, помощники мастеров.

Как отмечалось выше, на многих операциях производительность оборудования и рабочих нормируется не в штуках, а в килограммах. На таких подготовительных операциях расчет машиноемкости или трудоемкости 1 штуки осуществляется умножением машиноемкости или трудоемкости одного килограмма продукта на расход такого продукта на 1 штуку в килограммах.

Информация о расходе полуфабрикатов на 1 штуку используется для определения пооперационной трудоемкости продуктов (в чел.-ч/шт.). В свою очередь, удельная нормативная трудоемкость необходима для последующего расчета производственной программы. Операция передачи сырья со склада в производство имеет исходный, нулевой, номер. На первой технологической операции "кисловка" (иначе: карбонизация) производительность машины равна, согласно нормировочной карте, $N_m = 50,74$ кг/маш.-ч. Норма обслуживания кисловщика $N_o = 1$ маш./чел. Трудоемкость кисловки на 1 кг продукта: $TE = 1/(N_m * N_o) = 1/(50,74 * 1) = 0,0197$ чел.-ч/кг. При расходе карбонизированной (прошедшей кисловку) шерсти 0,18166 кг на один берет, трудоемкость кисловки на штуку берета составит: $0,0197 * 0,18166 = 0,00358$ чел.-ч/шт. Данная норма времени проставлена в матрицах исходных данных (табл. 3-7) на пересечении строки 16 "Трудоемкость операции "кисловка#», чел.-ч" с первым столбцом "X1 - Берет МЧС из шерсти", т. е. $a_{16,1} = 0,00358$.

Примечания:

1) Нормативным значениям показателей присваивается метка #, плановым - метка @, фактическим - метка \$.

2) В тексте будут применяться также следующие условные обозначения:

$$\{n \sim i \sim j\}$$

n - номер таблицы;

i - номер строки в таблице n;

j - номер столбца в таблице n.

Все показатели матрицы соответствуют расходу какого-либо ресурса или значению какого-либо показателя на единицу переменной. Для переменных X_1, \dots, X_{12} (выпуск, шт./план) - на 1 штуку; для переменных X_{13}, \dots, X_{22} (Число часов, отработанных на операциях, ч/план) - на каждый час и т. д.

Количество разновидностей заказанных изделий равно восьми, но, поскольку четыре вида изделий (береты МЧС, береты Латвийской гвардии, банные колпаки и "налоговые" шляпы) могут выпускаться по двум вариантам технологии (из шерсти и из полуфабрикатов), они считаются не за четыре, а за восемь разных изделий. Следовательно, общее число видов изделий и искомым основным переменных равно 12 (X_1, \dots, X_{12}).

Алгоритмы и результаты расчетов:

- численности производственных рабочих в разрезе профессий и операций;
- долей эффективного времени рабочих;
- допустимого числа совместителей на операциях;
- отношений трудоемкости ремонтного обслуживания к технологическому и другие показатели, необходимые для расчета производственной программы.

Для определения удельной производственной трудоемкости необходимо учитывать форму организации ремонта технологического оборудования. Основных форм две: "в обмен" и "без обмена".

При ремонте в обмен технологическому рабочему заменяют ремонтируемую машину на другую, технически годную. Для этого есть два способа:

- снять неисправную машину с исходного рабочего места, вынести ее на ремонтный стенд, а на опустевшее место установить ранее отремонтированную машину. Такой ремонт называется "стендовым" или "в обмен";
- ремонт осуществлять на основном месте, а технологического рабочего временно перевести на аналогичную машину, расположенную в том же цехе. Такой ремонт называется "стационарным" или "без обмена".

При стационарном ремонте без обмена ремонт осуществляется на постоянном месте, при этом технологическому рабочему другая машина не предоставляется, в связи с чем его время расходуется неэффективно, оно уходит на ожидание окончания ремонта.

Различие в организации труда при двух формах ремонта можно пояснить следующим образом. При ремонте "в обмен" машина обслуживается поочередно: либо технологическим рабочим, либо ремонтником. При ремонте "без обмена" в процессе производства продукции машину обслуживает только технологический рабочий, а во время ремонта машина входит в фронт обслуживания одновременно технологического рабочего и ремонтника.

На расчет численности технологических рабочих это отражается следующим образом.

При ремонте в обмен явочная численность рассчитывается по формуле:

$$Ч_{\text{яв}} = M * K_{\text{ро}} / H_0, \quad (27)$$

где $Ч_{\text{яв}}$ - явочная численность в каждую смену, чел.;

M – число заправленных машин производственного назначения;

$K_{\text{ро}}$ - коэффициент работающего оборудования;

H_0 - норма обслуживания, маш./чел.

В свою очередь, $K_{\text{ро}}=1-a$, где a - доля времени простоя оборудования из-за капитального, среднего и других видов планируемых ремонтов.

Из формулы (27) видно, что численность рабочих при ремонте в обмен сокращается на долю "а" и соответствует числу только тех машин, которые эффективно используются, а под ремонтируемые машины численность не предусматривается. При ремонте в обмен число установленных машин обязательно должно превышать число

заправленных на долю " a/K_{po} ", которая так и называется - доля обменных машин. Время технологических рабочих при этом используется полностью, т. е. рабочие из-за ремонта не простаивают. Так, с учетом следующей формулы расчета технологической трудоемкости единицы продукции:

$$TE = 1/(A * K_{пв} * H_o), \quad (28)$$

за рабочий период T , выработка одного рабочего составит:

$$T * A * K_{пв} * H_o. \quad (29)$$

Сокращать выработку на коэффициент K_{po} не следует, поскольку этот коэффициент учтен при расчете числа работающих машин и соответствующей этому числу численности рабочих.

При ремонте "без обмена" явочная численность рассчитывается по формуле:

$$Ч_{яв} = M/H_o, \quad (30)$$

Из формулы (32) видно, что численность рабочих при ремонте без обмена выше, чем при ремонте в обмен на долю " a/K_{po} " и соответствует числу всех машин, установленных в производстве. Время технологических рабочих при этом используется неполностью, поскольку в период ремонта отмечаются простои. Так, с учетом формулы (30) расчета технологической трудоемкости единицы продукции за рабочий период T , выработка одного рабочего составит:

$$T * K_{po} * A * K_{пв} * H_o. \quad (31)$$

Объем выработки сокращается на долю $a = 1 - K_{po}$.

Таким образом, доля технологического времени на машинах, ремонтируемых в обмен, равна 1, а на ремонтируемых без обмена, равна K_{po} .

При расчете $Ч_{яв}$ по формулам (29) и (32) ответы могут получиться дробными. При округлении в меньшую сторону рабочие будут недогружены, при округлении в большую сторону - перегружены. При выборе варианта округления нужно стремиться к тому, чтобы значение $Ч_{яв}$ была кратно N_o .

При выборе формы организации ремонта нужно руководствоваться следующими правилами:

1. Если операция машинно-ручная и рабочий обслуживает единственную машину ($N_o=1$), рекомендуется ремонт "в обмен" вне зависимости от габаритов оборудования.

2. Когда габариты оборудования велики, а разбор на части затруднителен или невозможен, требуется стационарный ремонт "без обмена".

3. Если мощность машины слишком мала по сравнению с мощностью смежных участков, машина создает "узкое место". Ремонт следует организовать на стационарном рабочем месте, чтобы избежать лишних потерь времени на вынос машины, демонтаж и проч. Кроме того, долю времени ремонта "а" нужно сократить до минимума за счет усиления ремонтной бригады, организации работы ремонтников во внеурочное и во внеурочное время (в выходные дни, вечерние и ночные смены и т. д.), а также повысить интенсивность ремонтных работ, скорость их выполнения.

Вышеизложенные принципы расчета численности рабочих и коэффициентов эффективного времени при двух различных формах организации ремонта оборудования предусмотрены в алгоритмах.

Технологическая удельная трудоемкость определяется прямым расчетом, то есть непосредственно на конкретное изделие. Трудоемкость ремонтных работ на то же изделие может быть рассчитана только условно, косвенным способом. Чем с большей интенсивностью и экстенсивностью эксплуатируется машина, тем больше времени требуется на ее ремонт. Поэтому трудоемкость ремонта предлагается нормировать долей от технологической трудоемкости.

Независимо от формы ремонта такая доля рассчитывается по формуле:

$$dp/t = N_o * N_{ч} * a / K_{po}, \quad (32)$$

где dp/t - отношение трудоемкости ремонтного обслуживания к трудоемкости технологического обслуживания машины (доля);

N_o - норма обслуживания технологического рабочего, маш./чел.;

$N_{ч}$ - норма численности ремонтной бригады, чел./маш.

a - нормативная доля времени ремонта;

K_{po} - нормативный коэффициент работающего оборудования ($K_{po} = 1 - a$).

Поясним, что деление на K_{po} в формуле объясняется тем, что при расчете технологической трудоемкости (9) учитывается только "чистое" технологическое время. Доля времени ремонта "а" исчисляется от всего режимного времени, отработанного на единицу продукции, то есть от суммы технологического времени (доля K_{po}) и ремонтного времени (доля "а"). Поэтому доля "а" от режимного времени соответствует доле a/K_{po} от технологического времени.

Соответствующая пропорция:

$t_{\text{ремонта}} / t_{\text{режимное}} = a$;

$t_{\text{технологическое}} / t_{\text{режимное}} = K_{po} (= 1 - a)$.

Следовательно, $t_{\text{ремонта}} / t_{\text{технологическое}} = a / K_{po}$.

Расчет пооперационных отношений времени ремонта к технологическому времени представлен в с. 23 табл. 8.

Приведем примеры расчета долей ремонта для трех операций.

Валка

$$dp/t = N_o * N_{ч} * a / K_{po} = 1 \text{ маш./чел.вал} * 2 \text{ чел.рем./маш.} * 0,1 / (1 - 0,1) = 0,2222.$$

$$\{8 \sim 23 \sim 1\} = 0,2222 \text{ (t рем./t валки)}$$

Крашение

$$dp/t = 0,5 \text{ маш./чел.крас.} * 1 \text{ чел.рем./маш.} * 0,10715 / (1 - 0,10715) = 0,06.$$

$$\{8 \sim 23 \sim 2\} = 0,06 \text{ (t рем./t крашения)}$$

Настиление

$$dp/t = 5 \text{ маш./чел.настильщ.} * 1 \text{ чел.рем./маш.} * 0,04 / (1 - 0,04) = 0,2083.$$

$$\{8 \sim 23 \sim 3\} = 0,2083 \text{ (t рем./t настиления)}$$

Расчет нормативной трудоемкости ремонта на единицу конкретного изделия определяется как сумма произведений технологической трудоемкости каждой операции на доли dp/t для той же операции:

$$TE_{pj} = \sum TE_{ij} * d_i, \quad (33)$$

где TE_{pj} - нормативная трудоемкость ремонта оборудования по всем i -м технологическим операциям, выполняемым при производстве изделия вида j , чел.-ч/шт.;

TE_{ij} - нормативная технологическая трудоемкость i -й операции на единицу j -го изделия, чел.-ч/шт.;

d_i - доля времени ремонта по отношению ко времени выполнения i -й технологической операции.

Расчет нормативной трудоемкости ремонтных работ на единицу каждого изделия представлен в строке 13. Пооперационные доли ремонта представлены в гр. 6 той же таблицы. В свою очередь в данную

таблицу они перенесены из строки 23, где приведены алгоритмы (в боковике) и исходные данные, необходимые для расчета таких долей - d_i .

Продемонстрируем расчет нормативной трудоемкости ремонта на один берет МЧС, выпускаемый из шерсти (элемент на пересечении строки 13 и графы 8).

$$\begin{aligned} \{1\sim 13\sim 8\} &= 0,2222*0,01988 + 0,24*0,00358 + 0,2083*0,00468 + \\ &+ 0,12*0,04935 + 0,0989*0,0119 + 0,06*0,00561 + 0,10526*0,00154 + \\ &+ 0,16*0,014 + 0,1111*0,01764 = 20,01805 \text{ чел.-ч/шт.} \end{aligned}$$

Технологическая трудоемкость берета МЧС:

$$\{1\sim 11\sim 8\} = 0,12818 \text{ чел.-ч/шт.}$$

Вместе с трудоемкостью ремонта получаем производственную трудоемкость берета МЧС: $\{1\sim 14\sim 8\} = 0,12818 + 0,01805 = 0,14623$ чел.-ч/шт.

По результатам оптимизации производственной программы будут получены значения совокупной трудоемкости выполнения всех производственных операций "под заказ" и длительность планового периода (Т). При делении совокупной трудоемкости ремонта на время Т получится численность ремонтников, необходимых для выполнения заказа (чел.). Чем ближе полученный ответ будет к списочной численности ремонтников (24 чел.), тем эффективнее будет использоваться их рабочее время согласно данному плану. Так, по варианту Time3 трудоемкость ремонтных работ составила $S_{10} = 3142,3984$ чел.-ч. Срок производства $T = 174,7769$ ч. Расчетная численность – 17,98 чел. Расчетная доля эффективного времени ремонтников равна 75% ($100 * 19,98 / 24$).

Для организации выполнения заказа в кратчайший срок требуются две оценки численности исполнителей на каждой операции:

- нормативная, соответствующая квалификационному составу в штатном расписании;

- максимально возможная, предопределяемая количеством установленного оборудования при предельно эффективном его использовании.

Нормативная численность используется для расчета исходного варианта производственной программы $Time_2$ с девизом "Все по норме". Так, в исходном варианте "Time₂" выяснилось, что если использовать рабочих строго в соответствии с нормативной интенсивностью и экстенсивностью труда, узким местом окажется операция валки, на которую потребуется срок $T=184,9491$ ч ($=X_{13}$), в то время как на все прочие операции потребуется значительно меньше времени (на кисловку $X_{14}=176,2284$ ч; на крашение $X_{15}=133,8814$ ч и т. д.). Понятно, что плановый срок $T = \max \{t_i\} = \max \{X_{13}, X_{14}, \dots, X_{22}\}=184,9491$ ч. На всех операциях, кроме максимальной, будут простои, равные

$T-t_i = \max t_i - t_i$ (t_i - продолжительность операции i , $\max \{t_i\}$ -

продолжительность максимальной операции). Задача оптимальной организации производства заключается в сокращении простоев, т.е. разрывов между T и t_i .

Первым шагом выравнивания длительности всех операций является расчет опорного варианта $Time_3$. В опорном варианте "Time₃" предусмотрена возможность сокращения реальных затрат времени выполнения операций по сравнению с нормативными затратами и, кроме того, повышения коэффициентов использования оборудования (K_{po}) до максимально допустимого уровня. Рассмотрим особенность варианта $Time_3$ на примере операции "валка". По статистическим данным фабрики зафиксирована реальная возможность снижения нормы времени в валянии на 5% (коэффициент 0,95). Нормативный $K_{po\#} = 0,9$. С учетом того, что число рабочих мест в валке M (маш)/ N_0 (маш./чел.)= $21/1=21$ чел.) превышает численность валяльщиков (19 чел.), при максимальном $K_{po\max} = 0,98$ операция валки может вместить 20,58

человек рабочих ($21 \cdot 0,98 = 20,58$). Следовательно, 19 валяльщиков могут работать с $K_{po} = \min \{1; 20,58/19\} = 1$.

С учетом двух рассмотренных факторов плановое время на операцию валки в Time₃ составило $X_{13} = 174,7769$ ч.

Аналогичные факторы экономии времени (снижение норм технологического времени и норм простоев оборудования из-за ремонта) предусмотрены на всех девяти технологических операциях в варианте Time₃. Узким местом оказалась операция валки, на которую потребуется срок $T = 174,7769$ ч ($= X_{13}$). На втором месте - настиление ($T = 149,7213$ ч), на третьем - чесание ($T = 149,4584$ ч), на четвертом - кисловка ($T = 149,3889$ ч) и т. д. (см. табл. 17). Узкую операцию иначе будем называть "критической". Таким образом, вариант Time₃ позволяет выделить "узкие места", т. е. самые длительные операции, в наибольшей степени тормозящие процесс завершения комплекса работ.

В следующем варианте Time₄ нужно предусмотреть меры, позволяющие выровнять сроки разных операций, а именно усилить и сократить длинные операции, перекинув сюда избыточных исполнителей с коротких операций. В результате общий срок планового периода сократится. Соответствующие приемы изложены в литературе по сетевому планированию и управлению (метод "Критического пути", метод перепланирования работ и проч.). План Time₄ рассматривается как идеально-гипотетический, рассчитанный для условий оптимальной взаимозаменяемости всех рабочих. Для перехода от варианта Time₃ к варианту Time₄ нужно выполнить специальные подготовительные расчеты. В боковике табл. приведены алгоритмы расчетов, названия исходных и расчетных показателей.

Рассмотрим всю цепочку расчетов, представленных в табл. приложения на примере операции "валка" (гр. 1).

Чтобы усилить "валку", нужно в помощь к списочной численности валяльщиков 19 чел. добавить рабочих других неимманентных

профессий. Но нужно знать и учесть, имеются ли на валке дополнительные рабочие места, не занятые девятнадцатью валяльщиками. Для этого в табл. 8 вычислены предельно возможные максимальные значения таких показателей, как число рабочих мест на каждой операции, коэффициента работающего оборудования и проч.

На фабрике установлена 21 валяльная машина производственного назначения $\{8\sim 11\sim 1\}=21$. Норма обслуживания валяльщика $N_0=1$ маш./чел. $\{8\sim 12\sim 1\}$ Норма численности ремонтной бригады 2 чел./маш. $\{8\sim 13\sim 1\}$. Поясним, что численность бригады имеет единицу измерения чел./бригаду, но так как бригада одновременно обслуживает одну машину, итоговая единица измерения будет чел./бр.*бр./маш. ---> чел./маш.

В строке 14 указаны коды типов (форм) организации ремонта, обозначенные через α : $\alpha=1$, если ремонт "в обмен", $\alpha=0$, если ремонт "без обмена".

В строках 15 представлены нормативные доли времени ремонта в отношении к режимному времени эксплуатации валяльной машин. Для валяльной машины доля $a\# = 0,1$. В строке 16-доля технологического времени $K_{ро\#} = 1 - 0,1 = 0,9$.

В строке 17 представлена минимальная доля времени ремонта в отношении к режимному времени эксплуатации валяльной машины $a_{\min} = 0,02$. В строке 18 представлена максимальная доля технологического времени $K_{ро\max} = 1 - a_{\min} = 1 - 0,02 = 0,98$. Такие предельно допустимые доли определяются по результатам экспертных опросов мастеров, ремонтников, наладчиков, помощников мастеров и характеризуют значения показателей при наиболее напряженном варианте организации ремонтных работ, что актуально для ликвидации узких мест. В строке 19 указывается коэффициент сменности ($K_{см}$), установленный дирекцией предприятия на плановый период.

В строках 20 и 21 приведены максимальные коэффициенты повышения экстенсивности, то есть расширения фонда располагаемого времени. Исходя из трудового законодательства, количество сверхурочных часов (сверх стандартной 8-часовой рабочей смены) не должно превышать четырех часов в течение двух дней подряд и восьми часов в неделю. По отношению к стандартной продолжительности недели – 40 ч, максимальная доля сверхурочного времени составит $\{8\sim 20\sim 1\}=8/40=0,2$. Соответственно коэффициент приведения стандартного продолжительности недели к максимально возможной $\{8\sim 21\sim 1\}=1+0,2=1,2$

В строке 22 представлены отношения минимально возможных затрат времени на выполнение операций к нормативным затратам. Такие отношения также находятся экспертным путем на основе предшествующих наблюдений и статистических данных. Устойчивое снижение норм времени отмечается только на трех операциях: валки - 5%, кисловки - 6% и настиления - 9%. При наличии устойчивой тенденции, ее можно предусматривать при планировании. Таким образом, на трех операциях отношения плановых норм времени к нормативным можно предусмотреть ниже единицы:

- в валке $\{8\sim 22\sim 1\}=0,95$;
- в кисловке $\{8\sim 22\sim 2\}=0,94$ и в настилении $\{8\sim 22\sim 4\}=0,91$.

Это значит, что согласно статистике, вполне вероятно ожидать, а, следовательно, и предусматривать в плане, что на операции «валка» действительные затраты времени окажутся ниже нормативных на 5% (5% - это предел), в кисловке - на 6%, в настилении - на 9%. Такая информация позволит предусмотреть повышение интенсивности труда на этих операциях, что будет рассмотрено позже.

В строке 23 табл. 8 приведены нормативные соотношения между трудоемкостью ремонта и технологической трудоемкостью по всем операциям.

Алгоритм: $c. 23 = c.12 * c.13 * c.15 / c.16$. По валке: $1 * 2 * 0,1 / 0,9 = 0,2222$.

В строке 24 представлены коды формы организации очередного отпуска, обозначенные через b . Существует две основные формы: поочередные отпуска (код $b=1$) и единовременные отпуска (код $b=0$). При единовременном отпуске предприятие закрывается, работает лишь дежурная охрана. При единовременном отпуске списочная численность рабочих может не превышать явочную. Условие превышения списочной численности над явочной требуется соблюдать только при безостановочной работе оборудования, когда на замену ушедшим в отпуск приходят резервные (обменные) работники.

В строке 26 представлена списочная численность ($Ч_{сп}$) рабочих всех производственных профессий (в чел.).

В строке 27 - явочная численность ($Ч_{яв}$) во всех сменах. Известно, что $Ч_{яв} = Ч_{сп} * (1 \text{ минус доля неявок})$.

Плановая доля неявок из-за отпусков (строка 25) равна в нашем примере $21/252$, где 21 - продолжительность ежегодного очередного отпуска в днях (субботы и воскресенья исключаются), а 252 - число рабочих дней в году. Как отмечалось выше, неявки по другим причинам (временная нетрудоспособность, внеочередные административные отпуска и проч.) не планируются.

В строке 28 показана профессиональная структура рабочих кадров, соответствующая штатному расписанию. Рассчитаны доли рабочих каждой профессии в общей численности. Доля валяльщиков $\{8 \sim 28 \sim 1\} = 19/171 = 0,1111$. Такие доли будут использованы позже для сопоставительного анализа профессиональной структуры рабочих и структуры трудоемкости выпускаемой продукции. Несоответствие двух структур - пооперационного разделения рабочих и пооперационного разделения совокупной производственной трудоемкости - причина

неэффективного использования фонда рабочего времени, простоев и задержек выполнения плана.

В строке 29 рассчитана максимальная численность ремонтников, которая может понадобиться фабрике при предельно допустимой экстенсивности использования всего имеющегося технологического оборудования. Представленный расчет используется для планирования численности ремонтников. Так, расчетное максимальное количество ремонтников $\{8\sim 29\sim 10\}=27,971$ чел. Списочная численность ремонтников во всех сменах

$$\{8\sim 27\sim 10\}=24 \text{ чел.}$$

В строке 32 рассчитана максимально возможная численность исполнителей на операциях при максимально допустимом значении Кро. На валке:

$$\begin{aligned} \{8\sim 32\sim 1\} &= \{8\sim 11\sim 1\} \{8\sim 18\sim 1\}^{\{8\sim 14\sim 1\}} / \{8\sim 12\sim 1\} = \\ &= 21 \text{ маш.} * 0,98^{1/1} \text{ маш./чел.} = 20,58 \text{ чел.} \end{aligned}$$

Видим, что в алгоритме присутствует действие возведения в степень (знак \wedge), равную коду ремонта. Поскольку машины ремонтируются "в обмен", численность технологических рабочих рассчитывается только под такое количество машин, которые будут эксплуатироваться, а под ремонтируемые машины численность валяльщиков не планируется. На операции "настиление" ремонт "без обмена", (код ремонта "0"). При возведении Кро в нулевую степень получается "1", в результате чего численность валяльщиков определится делением числа машин на Но: $\{8\sim 32\sim 4\}=30 \text{ маш.} * 0,99^0 / 0,5 \text{ маш./чел.} = 30 * 0,5 = 60 \text{ чел.}$

В строке 36 рассчитывается максимальное число рабочих, всегда имеющих возможность заниматься технологическими операциями (не простаивающих) при нормативной доле ремонтных работ. В этом расчете исходим не из списочной или явочной численности рабочих, а

из числа машин. По операции валка получаем, что максимальное число рабочих мест составит:

$$\{8\sim 34\sim 1\} = 21 \text{ маш.} * 0,9^{1/1} \text{ маш./чел.} = 18,9 \text{ чел.}$$

В строке 34 табл. 8 рассчитано количество технологических рабочих, которые при нормативной доле ремонтных работ постоянно имеют возможность выполнять технологические операции.

Следует пояснить, как понимаются дробные значения численности исполнителей. Число 18,9 чел. означает, что дробную часть времени (0,9) на операции могут работать $(18+1)=19$ чел., а дополняющую часть времени $(1-0,9=0,1)$ на операции могут работать 18 чел. Проверим:

$$(18+1)*0,9 + 18*(1-0,9) = 18,9 \text{ чел.}$$

При составлении графика обслуживания машин нужно принимать во внимание математическую трактовку дробных чисел.

Так, при количестве валяльных машин $M=21$, $K_{р\#}=0,9$ и численности валяльщиков 19 чел., число валяльщиков, которые в соответствии с нормативной долей технологического времени, будут заняты эффективным трудом, равно $\{8\sim 34\sim 1\} = 18,9$ чел. ($19*0,9$).

Получается, что из 19 человек списочного состава 18,9 чел., согласно норме, полностью обеспечены машинами, которые не простаивают из-за ремонта. Но все-таки рабочих мест чуть-чуть не хватает для того, чтобы у валяльщиков простоев вовсе не было. Несмотря на то, что ремонт организован "в обмен" и численность валяльщиков меньше $M/Но$, все же маленькую долю простоев из-за ремонта нужно запланировать (строка 35).

В строке 35 представлены коэффициенты технологического времени рабочих, рассчитанные с учетом всех организационных факторов. Так, у валяльщика:

$$K_{\text{техн}} = \{8\sim 35\sim 1\} = \min \{1; c.34/c.27\} = \min \{1; 18,9/19\} = 0,994737.$$

Получается, что по норме валяльщик будет работать при $K_{р\#}$ не 0,9 и не

0.98, а именно при $K_{po}=0,994737$, то есть простои из-за ремонта валяльщика составят долю 0,005263 (~0.5%).

При составлении базового варианта производственной программы "Все по норме", нужно рассчитывать на численность исполнителей операции "валка" в количестве 19 чел., что соответствует численности именно валяльщиков. Часовой фонд полезного времени этих 19 чел. составит с учетом максимального K_{po} : $19 * 0.994737 = 18,9$ чел. {8~36~1}.

Именно такая численность планируется в вариантах Time₁ и Time₂ производственной программы (элементы на пересечении строк 1, 12 и 15 со столбцом 13).

В следующем опорном варианте производственной программы Time₃ численность исполнителей валки нужно будет максимально усилить за счет привлечения совместителей. В качестве совместителей, усиливающих операцию "валка", можно дополнительно направить на операцию еще двух рабочих, что определяется по формуле:

$$\{8\sim37\sim1\} = \{8\sim11\sim1\} / \{8\sim12\sim1\} - \{8\sim27\sim1\};$$

$$\{8\sim37\sim1\} = 21 \text{ маш.} / 1 \text{ маш./чел.} - 19 \text{ чел.} = 2 \text{ чел.}$$

То есть, при числе машин 21 и $N_0=1$ маш./чел. всего может работать в валке 21 чел., из них 19 чел. - валяльщики, следовательно совместителей может быть двое. При распределении рабочих приоритет отдается рабочим соответствующей профессии, то есть валяльщики будут использоваться с коэффициентом 1. Доля технологического времени в валке двоих совместителей составит: $(20,58-19)/2 = 0,79$. Итого максимальная численность исполнителей валки с учетом долей эффективного времени рабочих имманентной и неимманентной профессий:

$$19 * 1 + 2 * 0,79 = 20,58 \text{ чел. или } 21 * 0,58 + 20 * 0,42 = 20,58.$$

Конкретно назвать профессии совместителей, работающих в валке, удастся только после расчета варианта Time₄.

3.4. Формирования матриц исходных данных при расчете производственной программы «под заказ» по критерию минимума времени

Ниже будут излагаться правила формирования исходных данных для решения задач Time₄...Time₉.

Матрица задач Time₄.

В Time₄ критерием оптимальности выступают элементы времени - простои (X₂₃), сверхурочные чел.-ч в валке (X₃₈) и в кисловке (X₃₉), которые минимизируются. В Time₅ критерием является маржинальный доход за вычетом ненормативных затрат по оплате сверхурочных, по совмещению профессий и по оплате простоев.

Матрица задач Time₆, Time₇ представлена в табл. 6, матрица задач Time₈ и Time₉ - в табл. 7. Критерием оптимальности в Time₆ выступают элементы времени - простои (X₂₃) и сверхурочные чел.-ч в валке (X₃₂), а в остальных задачах - Time₇ и Time₈ - маржинальный доход за вычетом ненормативных затрат по оплате сверхурочных, по совмещению профессий и по оплате простоев. Правые части уравнений (1)...(10) задаются с полной определенностью, исходя из сроков планирования рассчитанных исходя из сроков планирования, рассчитанных в табл. 9. Для Time₄ срок планирования T=144,3997 ч {9~51~11}, для Time₆ срок планирования T=149,4584 ч {9~70~11}. Правые части определяются умножением численности исполнителей операции на единый для предприятия плановый срок. Так, в Time₄ b₁=19 чел.*144,3997 ч=2743,59 чел.-ч. В варианте Time₆ b₁ = 19 чел.* 149,4584 = 2839,71 чел.-ч.

В те же уравнения (1)-(10) вводятся дополнительные переменные и коэффициенты, позволяющие учесть участие рабочих профессий, названных в боковике, на неимманентных операциях. Так, в Time₄ в уравнении (2) - "Время кисловщиков, чел.-ч" введена новая переменная X₂₉ с коэффициентом a_{2,29}=2, что соответствует численности

кисловщиков, которые могут выполнять операцию настиление. Общее время работы кисловщиков на всех операциях (кисловки и настиления) не должно превышать фонда времени четырех кисловщиков:

$$b_2 = 4 * 144,3997 = 577,599 \text{ чел.-ч.}$$

Для задачи Time₆ соответственно $b_2 = 4 * 149,4584 = 597,834$ чел.-ч и т. д.

В уравнения (15)...(24) вносятся дополнительные элементы баланса рабочего времени: работа на данной операции несоответствующих профессий, экономия времени и сверхурочное время.

В уравнениях (32) и (33) ограничивается число часов работы сверхурочно. Поскольку доля сверхурочных не может превышать 0,2 для соблюдения правила уравнение ограничения сверхурочного времени в валке:

$$(33) 19X_{13} + 3X_{31} - 5X_{32} \geq 0.$$

Коэффициент "5" - это величина, обратная числу 0,2. Поясним, что число 0,2 (20%) соответствует максимальному отношению сверхурочного времени к урочному (режимному).

Результаты решения задач и принятые условные обозначения представлены в табл. 18...20.

В табл. 14 демонстрируется идентичность планов распределения совместителей по операциям, найденных методом транспортной задачи и методом ЛР.

Во всех вариантах, кроме Time₆, срок снабжения вычисляется, но не ограничивается. В результате плановые сроки производства и снабжения не совпадают, то есть не обращается внимания на то, что срок снабжения ($T_c = 150,8319$ ч) превышает срок производства. Это делается из методологических соображений, с целью установить уровень эффективности производства, предопределяемый только внутриорганизационными факторами и не ограниченный такими

внешними неблагоприятными факторами, как недостаточная мощность партнеров-поставщиков. В $Time_6$ необходимый срок снабжения колпаками ($T_{ск}$) приведен в соответствие со сроком снабжения шерстью ($T_{сш}$) и со сроком производства ($T_{пр}$), то есть $T_{ск} = T_{сш} = T_{пр} = 149,4584$ ч. Понятно, что объемы поставок сырья за меньший срок уменьшатся, следовательно и заказ невозможно будет выполнить из недостаточного количества сырья. Поэтому в ограничениях по соответствию объемов производства спросам (25)...(32) жесткие равенства заменены на ограничения типа \leq . Заключительным вариантом расчётов является $Time_9$, в котором плановый срок производства $T_{пр}$ определился как максимум из расчётных сроков производства и снабжения из задачи $Time_7$: $T_{пр} = \max\{149,4584; 150,832\} = 150,832$ ч.

Производственная тарифоёмкость

Тарифоёмкость - это новый технико-экономический показатель, предложенный в [110]. Тарифоёмкость выражает редуцированный труд, приведенный к простому неквалифицированному труду, ранжируемому по 1 разряду.

Коэффициентами редукции выступают тарифные коэффициенты, учитывающие квалификационный разряд, а также доплаты за условия труда, профессиональное мастерство и прочие показатели, дополнительно учитывающие сложность, напряженность, ответственность, качество труда.

Тарифоёмкость классифицируется по тем же принципам, что и трудоемкость, то есть подразделяется на полную, производственную, обслуживания, управления и технологическую (см. выше схему 1).

Показатель тарифоёмкости чрезвычайно удобен и полезен в условиях рынка, потому что является надежной и стабильной основой расчетов по заработной плате.

Обозначим удельную производственную тарифоёмкость единицы изделия через U_j , где j - номер разновидности изделия. Достаточно

умножить U_j на часовую ставку оплаты труда работника 1-го разряда (C_{T1}), чтобы в одно действие получить статью калькуляции "Заработная плата производственных рабочих" на единицу изделия:

$$ЗП_j = C_{T1} * U_j. \quad (34)$$

Производственная тарифоёмкость изделия рассчитывается суммированием произведений трудоёмкости производственных операций на соответствующие тарифные коэффициенты:

$$U_j = \sum t_{ij} * f_i, \quad (35)$$

где U_j -производственная тарифоёмкость единицы j -го изделия, чел.-ч/шт.;

t_{ij} - трудоёмкость i -й операции, чел.-ч/шт.;

f_i - тарифный коэффициент i -й операции.

В табл. 1 представлен пооперационный расчет трудоёмкости и тарифоёмкости двенадцати рассматриваемых изделий.

Приведем пример расчета производственной тарифоёмкости берета МЧС ($j=1$) по формуле (37):

$$\{1 \sim 14 \sim 9\} = \sum t_{ij} * f_i = 0,01988 * 2,46064 + 0,00358 * 1,8928 + 0,00468 * 2,46064 + 0,04935 * 1,3 + 0,0199 * 2,46064 + 0,00561 * 2,46064 + 0,00154 * 2,46064 + 0,014 * 2,197 + 0,01764 * 1,69 + 0,01805 * 3,71293 = 0,305827 \text{ чел.-ч/шт.}$$

В плановом периоде ставка простого труда на фабрике составляла $C_{T1} = 63$ руб./чел.-ч. Следовательно, основная зарплата рабочих на 1 берет будет равна:

$$0,305827 \text{ чел.-ч/шт.} * 63 \text{ руб./чел.-ч} = 19,2671 \text{ руб./шт.}$$

При новой ставке зарплата будет рассчитана умножением той же тарифоёмкости на новую ставку, за счет чего будет в одно

арифметическое действие осуществляться индексирование заработной платы.

Калькуляции себестоимости изделий

Расчет себестоимости двенадцати изделий.

Все расходы четко разделены на две группы: переменные (VC - variable costs) и фиксированные (fixed costs).

Переменные расходы рассчитываются по формуле:

$$VC_j = \sum a_{ij} * P_i, \quad (36)$$

где VC_j переменные издержки на единицу j -го изделия, руб./шт.;

a_{ij} - норма расхода i -го ресурса на единицу j -го изделия, ед./шт.;

P_i - цена единицы i -го ресурса, руб./ед.

Калькуляции, представленные в табл. 1, предварительные, поскольку цены сырья в них принимаются по ценам остатков на начало планового периода. После того, как будет рассчитан план производственно-снабженческой деятельности, то есть решится вопрос, от каких поставщиков и по каким ценам эффективнее всего поставлять сырье, цены сырья и калькуляции будут уточнены. Переменные издержки рассчитаны в двух вариантах - с учетом стоимости сырья (строка 41) и без учета стоимости сырья (строка 50).

Обратите, пожалуйста, внимание на расчет статьи "Зарплата основная производственных рабочих" (строки 33 и 38). В качестве расхода ресурса (в данном случае трудового) выступают показатели производственной тарифоемкости (чел.-ч/шт), перенесенные сюда из табл. 1. В качестве цены трудового ресурса выступает часовая тарифная ставка простого труда, равная 63 руб./чел.-ч {1~33~1}.

Приведем пример расчета переменных издержек (VC) и маржинального дохода (P-VC) на один берет МЧС, выпускаемый из шерсти (не из колпаков) (см. гр.2 и 3 табл.).

Берет МЧС из шерсти	руб./шт.
I. Сырье	39,032
(0.18368 кг/шт.*212.5 руб./кг)	
II. Вспомогательные материалы	14,599
III. Топливо и э/э	9,205
IV. Зарплата рабочих	21,194
0,305827 (чел.-ч/шт.)*63 (руб./чел.-ч)*1,1	
V. Отчисления на социальные нужды	5,87
0.277*(п. IV)	
Итого переменные издержки (VC)	89,90
Отпускная цена без НДС (P)	120,00
Маржинальный доход (M=P-VC)	30,10

Фиксированные издержки на единицу продукции (FC_j) в калькуляции не представлены, поскольку при оптимизации производственной программы используется метод директ-костинга. Совокупные фиксированные расходы, состоящие из общепроизводственных, общехозяйственных и внепроизводственных расходов (строки 42, 43, 44 и 45 табл. 1) за каждый час работы фабрики ООО "Сулус-XXI" в плановом 2014 г. составляют $TFC = 10$ тыс. руб. Фиксированные (постоянные, накладные, косвенные) расходы будут учтены в дальнейшем при расчете финансовых результатов, соответствующих каждому конкретному варианту производственной программы с учетом расчетной продолжительности планового периода.

3.5. Интерпретация результатов оптимизации планов производства по гейм-методике

Вариант Time₄

Вариант Time₄ является завершением следующей цепочки расчётов:

- минимизация технологической трудоёмкости выполнения заказа при соблюдении соотношения потребления шерсти и колпаков (Time₃);
- расчёт среднего срока производства, численности рабочих недостаточных и избыточных профессий и коэффициентов сверхурочных;
- решение задачи ротации (перемещения) взаимозаменяемых рабочих транспортным методом.

Производственная программа Time₄ сформирована при 100-процентной обеспеченности производственных участков квалифицированными исполнителями («профи»). Так идеальной с точки зрения укомплектованности кадров вариант вполне реально получить на предприятии при условии, что во всех профессиональных группах каждый рабочий владеет второй смежной профессией. Так, при количестве производственных операций равном десяти, (валка, кисловка, крашение и т. д.) из девятнадцати валяльщиков хотя бы один должен уметь работать в кисловке, один – в крашении, один – в настипании и т. д. При соблюдении указанного правила планирование производства и труда достигает гибкости и эффективности.

Матрица исходных данных Time₄ представлена в табл. 5, распечатка результатов – в табл. 22, анализ результатов решения – в табл. 14.

Рассмотрим результаты Time₄, уделив особое внимание факторам совершенствования организации труда, приводящим к снижению продолжительности периода выполнения заказа.

Для того что бы численность исполнителей была достаточной для выполнения каждой операции в оптимальный срок $T=144,3997$ ч (табл. 9), нужно не только работать сверхурочно на «узких местах», но так же увеличить численность исполнителей на напряженных операциях – в валке на 1,58 чел., в настилении на 0,18461 чел., в свойлачивании - 0,0956 чел. и т. д. Напряжённые операции трактуются нами как потребители. Обеспечение спроса потребителей возможно за счёт сокращения численности на операциях, где часть рабочих является избыточной.

Оптимальный вариант перераспределения рабочих по операциям был найден методом решения транспортной задачи. Задача сбалансирована, т. к. суммарное количество профессий-поставщиков (2,87889 чел.) точно совпадает с суммарной численностью рабочих недостающих профессий (тоже 2,87889 чел.).

В финальной таблице транспортной задачи T_{r1}) рассчитаны следующие объёмы «поставок»:

Кисловщиков в настилении	0,04;
Красильщиков в валку	0,58273;
Швей в настиление	0,01797;
Ремонтников в валяние	0,99727;
Ремонтников в настиление	0,12664;
Ремонтников в пошив	0,09056;
Ремонтников в сушку	0,03384;
Ремонтников в формовку	0,49942;
Ремонтников в чесание	0,49046;
Итого	2,87889

Коэффициент профессионального не соответствия составил:

$$K = 100 * 2,87889 / 171 = 1,68 \%$$

Из Tr_1 перенесены в матрицу исходных данных задачи $Time_4$ только координаты поставок: из кислотки в настиление X_{29} , из крашения в валку X_{30} , из пошива в настиление X_{31} , из ремонта в валку X_{32} и т. д. Следует пояснить, почему в задачу $Time_4$ нами не были перенесены численные значения переменных X_{29} , X_{30} и т. д., найденные в транспортной задаче Tr_1 ($X_{29}=0,04$; $X_{30}=0,58273$; $X_{31}=0,01797$ и т. д.). Это сделано по следующим причинам:

- желательно, чтобы исходные в матрице были устойчивыми и не менялись в зависимости от конкретной производственной ситуации;
- выбор решения предоставляется методу оптимизации производственной программы на основе LP.

В $Time_4$ в ограничениях по использованию рабочей силы проставлена численность **потенциальных** исполнителей, которых можно перенести из другой операции и добавить на «узкое место». На операцию валка дополнительно к 19 валяльщикам можно добавить не более 1,58 чел., т. к. максимальная вместимость в валке (число рабочих мест в одну смену) составляет 20,58 чел.:

$M * Кро / Но = 21 \text{ маш. в валке} * 0,98 / 1 (\text{маш} / \text{чел.}) = 20,58$ (см табл. 9 приложения)

Выбрать конкретных поставщиков, покрывающих недостающую численность в 1,58 чел. можно непосредственно при решении задачи $Time_4$. В табл. 14 анализируются результаты оптимизации перемещения рабочих двумя методами – транспортной задачи (Tr_1) и линейного программирования ($Time_4$). Решения по двум задачам оказались идентичными, что объясняется тем, что коэффициенты целевой функции (доплаты за совмещение профессий) одинаковые в обеих задачах.

Из $Time_4$ численность красильщиков в валке определяется в следующей последовательности. Вначале подсчитываются трудозатраты красильщика в валке:

$$1,58 \text{ (чел./валку)} * X30 \text{(ч/чел.)} = 1,58 * 53,2527 = 84,139266 \text{ (ч/валку)}$$

Численность красильщиков в валке находим делением трудозатрат красильщиков в валке на плановый срок производства $T = 144,3997$ ч/заказ: $84,139266 / 144,3997 = 0,5827$ чел.

Аналогично численность ремонтников в валке:

Трудозатраты ремонтников в валке

$$1,58 * X32 = 1,58 * 91,1492 = 144,0 \text{ (ч/валку)}$$

численность ремонтников в валке

$$144 / 144,3997 = 0,9973 \text{ чел.}$$

Таким образом, видно, что рекомендованное перераспределение рабочих, найденное двумя различными способами, совпало. Понятно, что распределение численности можно произвести пропорционально долям:

$$\begin{aligned} \text{Красильщиков в валке: } & 1,58 \text{ (чел./валку)} * X30 / (X30+X32) = \\ & = 1,58 * 53,2527 / (53,2527+91,1492) = 84,139266 / 144,4019 = 0,5827 \\ & \text{чел.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ремонтников в валке: } & 1,58 \text{ (чел./валку)} * X32 / (X32+X30) = 1,58 \\ & * 91,1492 / (91,1492+53,2527) = 144,0 / 144,4019 = 0,9973 \text{ чел.} \end{aligned}$$

Всего по итогам транспортной задачи Tr_1 было выявлено девять новых переменных, которые были включены в матрицу исходных данных задачи $Time_4$ ($X_{29} \dots X_{37}$). благодаря проведению предварительных расчётов по Tr_1 размерность задачи $Time_4$ оказалась достаточной, но минимально допустимой. Рассмотрим результаты решения задачи $Time_4$ на примере использования исполнителей по критической операции «валка».

Результаты $Time_4$

Исходные данные

Общее число рабочих мест 20,58 (19+1,58);

Численность валяльщиков в валке 19 чел;

Дополнительная потребность в исполнителях 1,58 чел.;

Решение

$X_{13} = 144,3997$ ч – число часов работы валяльщиков в валке;

$X_{23} = 0$ чел.-ч – простои рабочих;

$X_{24} = 174,7769$ чел.-ч – трудоёмкость продукции, выпущенной за счёт перевыполнения норм выработки в валке;

$X_{30} = 53,2527$ ч работы одного красильщика в валке;

$X_{32} = 91,1492$ ч работы одного ремонтника в валке;

$X_{38} = 349,0113$ чел.-ч – количество сверхурочных человеко-часов в валке.

В задаче $Time_3$, была подсчитана суммарная, реальная трудоёмкость валки для выполнения заказа $S_1 = 3320,7613$ чел.-ч.

В матрице исходных данных $Time_4$ ключевым уравнением, выражающим баланс рабочего времени в валке, является уравнение (15).

(15)

$$0,01988X_1 + 0,01988X_3 + 0,01988X_5 + 0,01988X_7 + 0,02976X_9 + 0,02976X_{10} + 0,02814X_{11} + 0,02814X_{12} - 19X_{13} - X_{24} - 1,58X_{30} - 1,58X_{32} - X_{38} = 0.$$

Сумма произведений первых восьми слагаемых выражает совокупную **нормативную** трудоёмкость валки под заказ. Нормативная трудоёмкость равна 3495,5382 чел.-ч. Суммарная **реальная** трудоёмкость валки определяется вычитанием из нормативной трудоёмкости трудоёмкости продукции $X_{24} = 174,7769$ чел.-ч, выпущенной за счёт перевыполнения норм выработки в валке:

$3495,5382 - 174,7769 = 3320,7613$ чел.-ч (см. элемент на пересечении строки 42 и столбца 1).

Подставим в уравнение (15) численные значения выходных параметров задачи $Time_4$ и проверим баланс рабочего времени в валке:

(15)

$$0,01988 * 60000 + 0,01988 * 0 + 0,01988 * 47916,8122 + 0,01988 * 7300 +$$

$$+0,02976*10500+0,02976*9000+0,02814*10200+0,02814*12000-19*144,3997-1*174,7669-1,58*53,2527-1,58*91,1492-1*349,0113 = 0.$$

Таким образом, в связи с тем, что валка является самой напряженной операцией, на ней использованы все возможные элементы организации труда, способствующие сокращению продолжительности производственного цикла:

Перевыполнение норм выработки $X_{24} = 174,7769$ чел.-ч или $100*174,7769/3495,5382 = 5\%$.

Использование в валке рабочих других профессий:

Красильщиков $1,58 * 53,2527 = 84,1393$ чел.-ч или $0,58273$ человек в течение всего периода $T=144,3997$ ч;

Ремонтников $1,58 * 91,1492,2527 = 144,0157$ чел.-ч или $0,9973$ человек в течение всего периода $T=144,3997$ ч.

Работа в сверхурочное время всех исполнителей операции «валка» объёмом $349,0113$ чел.-ч, что в отношении к реальной совокупной трудоёмкости в валке составляет долю $0,117443$ ($11,7443\%$). Процент сверхурочных часов не превысил верхнего предела, установленного трудовым законодательством (20%). Данный процент рассчитан делением сверхурочного времени на время реально отработанное в пределах стандартной 8- часовой смены:

$$349,0113/(3320,7613-349,0113) = 0,117443 (11,7\%).$$

$$\text{Иначе: } 349,0113/(20,58 \text{ чел.} * 144,3997 \text{ ч}) = 0,117443.$$

Анализ результатов расчетов по варианту Time4 убедительно свидетельствует о том, что принципы оптимизации, положенные в основание предлагаемой методики планирования, позволяют повысить эффективность производства. Важнейшими показателями эффективности являются, на наш взгляд, сокращение производственного периода до минимального уровня ($144,3997$ ч) и полное отсутствие простоев ($X_{23}=0$).

При неудовлетворительной работе администрации предприятия с персоналом, некоторые рабочие отказываются в свободное время переходить на другие операции. Особенно характерно такое поведение для рабочих-повременщиков, заработок которых не зависит от выработки – для помощников мастеров, наладчиков оборудования, контролеров и проч. Варианты Time6, Time7 рассчитаны на условия неполной взаимозаменяемости рабочих, эффективность такого решения намного ниже.

3.6. Трактовка дробных значений численности исполнителей по технологическим операциям

Численность рабочих, участвующих в операции валка, определяется не только целыми, но и дробными числами (чел.):

валяльщиков в валке – 19;

красильщиков в валке – 0,58273;

ремонтников в валке – 0,99727.

Указанные числа выражают **среднее** число человек названной профессии, которые будут работать в валке на протяжении всего рассматриваемого периода $T=144,3997$ ч.

Распределение рабочих по машинам зависит от вида организации ремонта оборудования:

Первый вариант. Ремонт осуществляется с обменом машин на специальном стенде. Из-за ремонта простаивают только «обменные» машины, а все остальные машины работают без перерывов.

Второй вариант. Ремонт осуществляется поочередно в заранее установленной, равной для каждой машины, доле a от режимного времени.

Первый вариант

Число обменных машин рассчитывается по формуле:

$$Y=M*a, \tag{44}$$

где a – доля времени простоев оборудования из-за ремонта (в отношении к режимному времени);

M – число установленных машин.

Для валяльного оборудования $a=0,02$, $M=21$.

$$Y = 21 * 0,02 = 0,42.$$

Полученный ответ означает, что из 21 машины, на ремонтном стенде в течение 42% режимного времени находится одна машина, а в течение 58% времени данная машина работает. Примем, что обменная машина имеет номер 21. Представим схему распределения рабочих, участвующих в технологическом и ремонтном обслуживании валяльных машин в рассматриваемом периоде $T=144,3997$ ч. Число часов обслуживания за $T=144,3997$ ч

Номера машин 1	Табельные номера рабочих 2	Доля времени 3	В урочное время 4=144,3997*гр.3	В сверхурочное время 5=0,117443*гр.4	Всего 6=гр4+гр5
Время технологического обслуживания					
Маш. 1	Вл1	1	144,3997	16,95876	161,35846
Маш. 2	Вл2	1	144,3997	16,95876	161,35846
.....					
Маш. 18	Вл18	1	144,3997	16,95876	161,35846
Маш. 19	Вл19	1	144,3997	16,95876	161,35846
Маш. 20	Кр	0,58273	84,1460	9,88238	94,02838
Маш.20	Рм	0,41727	60,2537	7,07638	67,33008
(1-0,58273)					
Маш. 21	Рм	0,58	83,7518	9,83607	93,58797
(0,99727-0,41727)					
Итого технологическое время			2971,75	349,0113	3320,7613
Время ремонтного обслуживания					
Маш.21	Рм	0,42	60,64784	-----	60,64784
(1-0,58)					

Таким образом, совокупная производственная трудоёмкость операции «валка» составляет 3320,7613 чел.-ч. В течение 144,3997ч рабочие будут трудиться в пределах стандартной 8-часовой смены и в урочное время выработают продукции в объёме 2971,75 чел.-ч (20,58 чел. *144,3997 ч). В сверхурочное время будет выработана продукция объёмом 349,0113 чел.-ч, что составляет 0,117443 долю от общего выпуска. Общая трудоёмкость выработанной продукции: 2971,75 + 349,0113 = 3320,7613 чел.-ч.

На 19-ти машинах должны трудиться только валяльщики – 19 человек по 144,3997 ч каждый. На 20-й машине один красильщик

отработает 84,146 ч урочно и 9,88238 сверхурочно. Доля времени, отработанного красильщиком в валке за период 144,3997 ч, составит $84,146/144,3997=0,58273$. На той же 20-й машине будет трудиться по совместительству ремонтник, отработав в валке долю 0,41727 от режимного времени периода.

Из выше изложенного вытекает следующая трактовка дробных значений численности рабочих: дробная часть показывает, какую долю от нормальной продолжительности рассматриваемого периода отработал один человек.

Второй вариант

Представим схему обслуживания 21 валяльной машины при поочерёдном, последовательном ремонте каждой машины по графику.

Номера машин	Технологическое обслуживание					Ремонтное обслуживание		
	Таб. номер	Доля времени	Часы урочно	Сверх-урочно	Итого	Таб. номер	до-ля	часы
1	2	3	4 (144,3997 *гр3)	5 (0,117443*гр 3)	6 гр4 +гр 5	7	8	9
Маш.1	Вл.1	0,98	141,5117	16,61956	158,131	рем	0,02	2,888
Маш.2	Вл.1	0,98	141,5117	16,61956	158,131	рем	0,02	2,888
Маш.3	Вл.1	0,98	141,5117	16,61956	158,131	рем	0,02	2,888
.....								
Маш.19	Вл.1	0,98	141,5117	16,61956	158,131	рем	0,02	2,888
Маш.20	Кр.	0,58273	84,14604	9,88236	94,0281			
	Рм.	0,39727	57,36566	6,73720	64,1029			
		(0,98-0,58273)						
Всего маш.	20		141,5117	16,61956	158,131	рем	0,02	2,888
<hr/>								
Маш.21								
	Рм	0,6	86,6398	10,17524	96,815			
		(0,99727-0,39727)						
	Вл.1	0,02	2,888	0,339175	3,227175			

Вл.2	0,02	2,888	0,339175	3,227175	
.....					
Вл.19	0,02	2,888	0,339175	3,227175	
<hr/>					
Всего Маш.21	0,98	141,5117	16,61956	158,131	рем 0,02 2,888
Итого по маш. 1...21		2971,75	349,0113	3320,7613	60,6478

Ремонт осуществляется на всех машинах последовательно в соответствии с установленным графиком в течение 2% режимного времени ($T=144,3997ч$). Доля технологического времени на каждой машине равна 0,98 (98%). Во время ремонта технологических рабочих переводят на обменную машину N 21.

Обменная машина в течение 2% времени ремонтируется, а в течение 98% времени работает: 58% времени - обслуживается постоянным технологическим рабочим, а в течение 40% времени (20 чел.*2%) на ней поочередно работают остальные 20 человек технологических рабочих, которых переводят сюда во время ремонта основной машины.

Таким образом, 20,58 человек технологических рабочих **не простаивают** из-за ремонта. Простаивают только машины - по 2% каждая. Таким образом, в оптимальной производственной программе Time4 рассчитаны оптимальные показатели имеющие важное значение для повышения эффективности производства. В Time3 эффективность решения оказалась ниже, из-за проблем с кадрами – т.е. не все рабочие могут или хотят работать на чужой операции.

Сопоставление вариантов оптимизации производственной программы

Сопоставление результатов оптимизации срока планирования по всем вариантам от Time1 до Time9 показало следующее. Распечатки

результатов оптимизации производственной программы, выполненной на компьютере по программе QSB/prog1.

По критерию прибыли лучшим оказался вариант Time₅, в котором прибыль составила 4200514 руб. Срок производства - минимальный из всех ($T=144,3997$ ч), но этот срок не согласован со сроком снабжения. То есть темп снабжения ниже темпа производства и план некорректен.

Реально обеспечены сырьем планы Time₆, Time₈ и Time₉. В Time₆ срок планирования $T = 149,4584$ ч, а в Time₈ срок увеличен до $T = 150,832$ ч, что обуславливается планируемыми задержками снабжения. Из тех планов, которые полностью обеспечены сырьем, наилучшим по критерию прибыли является план Time₉ - прибыль равна 4110857,9 руб. По сравнению с Time₅ прибыль в Time₉ снизилась на сумму 89656,1 руб. (2,1%), что объясняется внешним дефицитом.

Из вышеизложенного следует, что задачу по оптимизации производственной программы следует решать совместно с задачей по оптимальному управлению запасами сырья.

ГЛАВА 4. ОБЩАЯ СХЕМА И ПАРАМЕТРЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

4.1. Задача управления запасами

Основная задача управления запасами — обеспечить успешное достижение целей компаний при минимальных затратах.

При осуществлении закупочных операций необходимо решить задачу как можно большей минимизации запасов продукции, хранящейся на складе.

Компании в случае распределения продукции на региональных рынках вынуждены планировать содержание большего объема запасов, чем это требуется для обычной работы. Из-за расширения географических масштабов деятельности срок поставок увеличивается, а колебания продолжительности времени доставки становятся более частыми и имеют значительный разброс. Более того, неопределенность, потенциально свойственная региональным связям, также требует увеличения размеров страхового запаса во избежание срывов поставок и колебаний спроса.

В связи с насыщением рынка товарами и, как следствие, все более обостряющейся конкуренцией в России происходит переход от рынка продавца к рынку покупателя, что вызывает необходимость быстрого реагирования торговых систем на постоянно изменяющиеся требования потребителей. Поэтому в сложившейся ситуации для максимального удовлетворения потребительского спроса необходимо поддерживать соответствующий запросам покупателей уровень запасов. Но с точки зрения маркетинговых принципов управление запасами — это балансирование между двумя целями, взаимоисключающими друг друга в своих полярных точках: сокращение совокупных затрат, направленных на содержание запасов, и обеспечение бесперебойного удовлетворения потребителя. Данное утверждение позволяет выделить правило

управления запасами - увеличение запасов целесообразно до тех пор, пока предполагаемая выгода превышает затраты по содержанию дополнительных запасов и отвлечение оборотных средств. В нестабильной экономике, с большой вероятностью невыполнения условий первоначальных контрактов или возникновением непредвиденных заказов, приведенное выше правило следует также скорректировать на упущенную прибыль, связанную с отсутствием требуемых потребителем материалов или готовой продукции. Отсюда следует, что для того, чтобы соблюсти вышеперечисленные требования, необходимо относиться к управлению запасами как к сложному процессу, требующему постоянного внимания менеджеров по закупке. Под управлением запасами следует понимать непрерывный циклический многогранный процесс, имеющий целью поддержание минимального для предприятия и максимально удовлетворяющего требованиям рынка, компромиссного, уровня запасов. Такой уровень запасов следует считать оптимальным.

Основной задачей менеджеров по закупкам в компании является разработка взаимосвязанной совокупности экономико-математических и организационных методов формирования системы управления материальными потоками на предприятиях компании. Система должна обеспечивать максимальное удовлетворение потребительского спроса при минимальных затратах в каждом узле траектории движения материального потока товаропроводящей сети.

Анализируя систему управления материальными потоками, необходимо исходить из подхода системного регулирования, позволяющего гармонично соединить все звенья и соразмерить объемы сбыта и запасов. Следовательно, для рационального управления запасами на предприятии необходима разработка закупочной стратегии и управления запасами, которая заключается в создании четкого

формализованного алгоритма бизнес-процессов по планированию, закупке и распределению товарных потоков.

Решение сформулированных в предыдущем разделе задач достигается менеджментом фирмы в процессах стратегического и оперативного планирования, контроля и регулирования некоторого набора параметров, связанных с запасами. Совокупность правил, по которым принимаются эти решения, называются стратегией (моделью) управления запасами. Каждая стратегия управления запасами связана с определенными выше издержками. С практической точки зрения наибольший интерес представляют оптимальные стратегии управления запасами. Наиболее часто в качестве критерия оптимизации используется минимум издержек, связанных с управлением запасами, хотя могут применяться и другие критерии, например, минимальное время выполнения заказа, максимальная надежность поставки и т. д.

Модель управления запасами включает: выбор и обоснование критерия оптимизации, расчет издержек управления запасами, формулировку ограничений, моделирование спроса (расхода) и пополнения запасов, расчет стратегии управления. В настоящее время существует очень большое количество методов и моделей управления запасами, являющихся предметом изучения одного из разделов исследования операций - теории управления запасами.

В самом общем случае модель управления запасами можно представить в виде схемы на рис. 4.1.

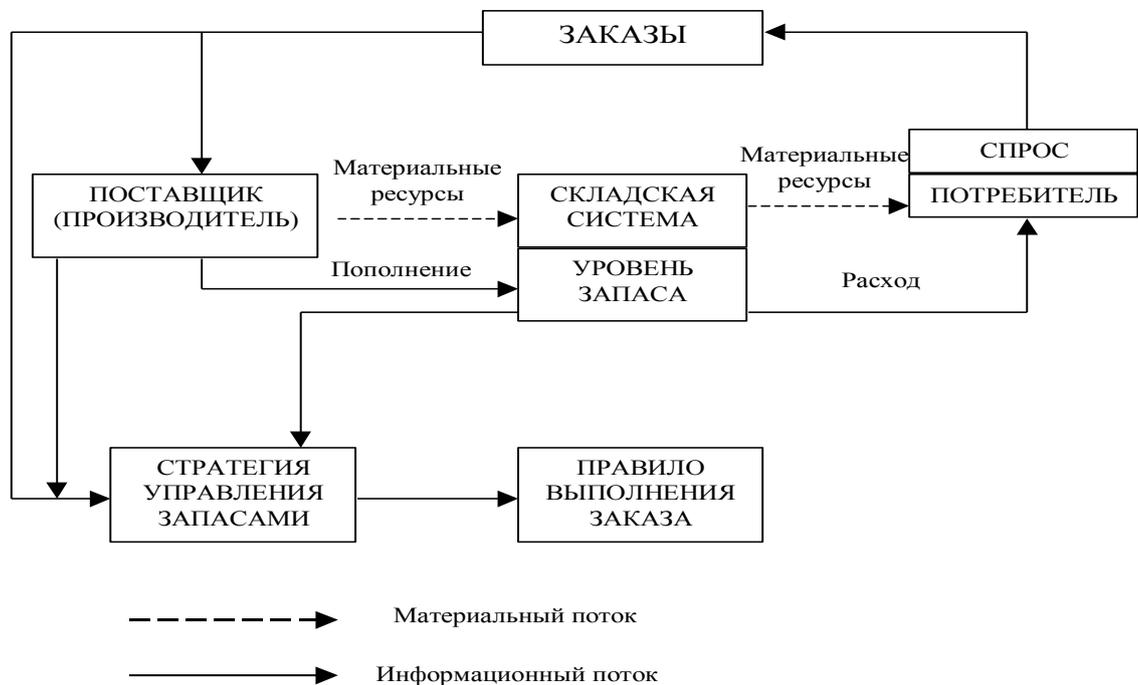


Рис. 4.1 - Схема управления запасами

Расход продукции со складов фирмы определяется спросом (производственным потреблением). Для отслеживания спроса необходимо реализовать некоторое правило выполнения заказов потребителей в соответствии с заданной стратегией управления запасами. Регулирование запасов при этом состоит в принятии решений о восполнении их уровня в складской системе. Правило выполнения заказов указывает, каким образом поставляется заказанная партия, в каком объеме (партия поставки) и определяет величину интервала времени от момента заказа до момента поставки продукции на склад.

Основными параметрами управления запасами, исходя из общей схемы (рис. 4.1.) являются:

◆ **параметры спроса** (расхода): интенсивность спроса (λ) функция спроса $\alpha(t)$, временные характеристики дискретного спроса (интервалы между смежными потреблением);

◆ **параметры заказов:** величина заказа (q_3), момент заказа (t_3), интервал времени между двумя смежными заказами ($\tau_{сз}$);

◆ **параметры поставок:** величина партии поставки ($q_{п}$); момент поставки ($t_{п}$); интервал времени между двумя смежными поставками ($\tau_{сп}$); время запаздывания поставки (выполнения заказа) ($\tau_{зп}$);

◆ **уровень запаса на складе:** текущий (Q), средний ($Q_{ср}$), максимальный (Q_{max}), страховой ($Q_{стр}$).

Проиллюстрируем приведенные выше параметры управления запасами на графике расходования и пополнения запасов (рис. 4.2.)

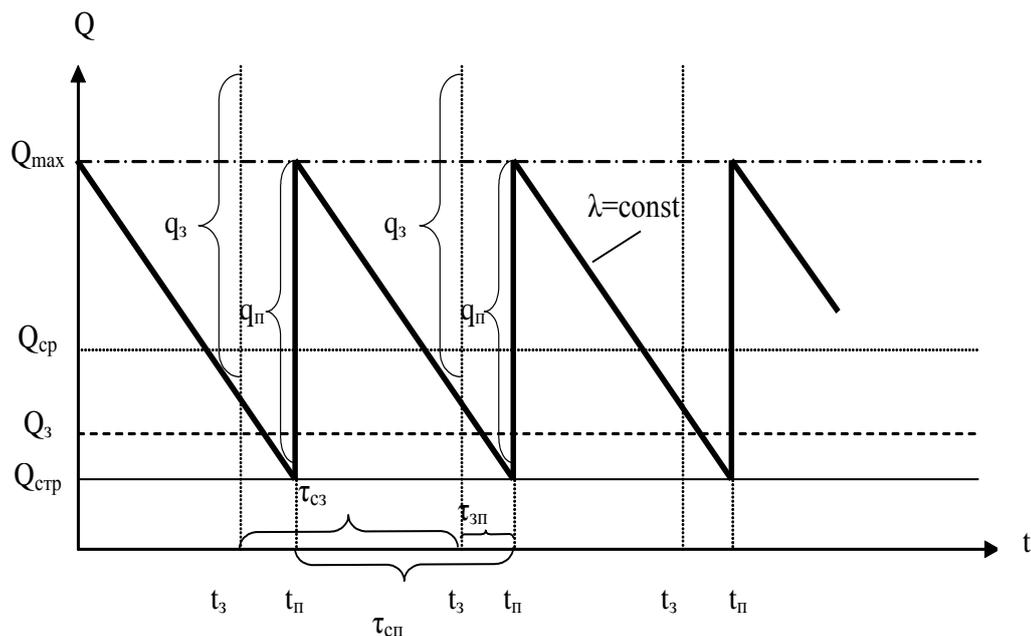


Рис. 4.2 - Параметры управления запасами

Идеализованная схема расходования и пополнения запасов при условиях детерминированных постоянных параметров и равномерного спроса, а также при наличии страхового (гарантийного) запаса ($Q_{стр}$).

График, приведенный на рис.3, представляет собой идеализованную схему расходования и пополнения запасов одного

вида, когда при $\lambda = \text{const}$ пополнение запаса происходит до его максимального значения Q_{\max} , на складе.

Как только уровень запаса снижается до величины Q_3 , равной запасу в точке заказа (t_3), производится заказ на поставку в объеме q_3 . Через определенный заготовительный интервал времени (интервал запаздывания поставки $-\tau_{3п}$) мгновенно происходит поставка на величину партии $q_п$, равная заказу ($q_п = q_3$). Запас в момент $t_п$, (момент поставки) будет равен максимальному ($Q_{\max} = Q_{\text{стр}} + q_п$). Этот процесс повторяется через определенные промежутки времени (циклы) между заказами ($\tau_{сз}$) и поставками ($\tau_{сп}$).

Среди огромного разнообразия методов и моделей управления запасами на практике применяется достаточно ограниченное их количество, в основном те модели, которые позволяют получить относительно простые способы регулирования параметров заказа, поставок и уровней запасов на складе, а также не требуют больших объемов исходной информации и сложных методов контроля.

Основными признаками классификации являются: спрос (расход), параметры пополнения запасов, издержки, связанные с формированием и поддержанием запасов, ограничения и стратегия управления. Согласно предлагаемой классификации различают детерминированные и стохастические (вероятностные) модели управления запасами в зависимости от действия случайных факторов на параметры системы управления. Если хотя бы один из параметров является случайной величиной (процессом), то модель будет стохастической, в противном случае — детерминированной.

Стратегия управления запасами; т. е. структура правила определения момента и объема заказа и пополнения запасов, обычно бывает двух видов: периодическая и критических уровней.

В периодических стратегиях заказ производится в каждом периоде t , в стратегиях с критическими уровнями — при снижении текущего

запаса до порога заказа Q или ниже. Простейшие стратегии различаются и по способу определения объема заказа, заказ либо имеет постоянный объем $q_{п}$, либо делается до максимального уровня Q_{max} . Таким образом, каждая из четырех простейших стратегий характеризуется двумя параметрами: $(t, q_{п})$, (t, Q_{max}) , $(Q_{з}, q_{п})$, $(Q_{з}, Q_{max})$

Для ситуации, когда отсутствуют отклонения от запланированных показателей и запасы потребляются равномерно, в теории управления запасами разработаны две основные системы управления, которые решают поставленные задачи, соответствуя цели непрерывного обеспечения потребителя материальными ресурсами. Такими системами являются:

1. Система управления запасами с фиксированным размером заказа.
2. Система управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.

4.2. Система с фиксированным размером заказа

Само название говорит об основополагающем параметре системы. Это - размер заказа. Он строго зафиксирован и не меняется ни при каких условиях работы системы. Определение размера заказа является поэтому первой задачей, которая решается при работе с данной системой управления запасами.

В отечественной практике зачастую возникает ситуация, когда размер заказа определяется по каким-либо частным организационным соображениям. Например, удобство транспортировки или возможность загрузки складских помещений.

Между тем в системе с фиксированным размером заказа объем закупки должен быть не только рациональным, но и оптимальным, т.е. самым лучшим. Поскольку мы рассматриваем проблему управления запасами в закупочной системе отдельной организации, то критерием

оптимизации должен быть минимуму совокупных затрат на хранение запасов и повторение заказа. Данный критерий учитывает три фактора, действующих на величину названных совокупных затрат:

1. Используемая площадь складских помещений.
2. Издержки на хранение запасов.
3. Стоимость оформления заказа.

Эти факторы тесно взаимосвязаны между собой, причем само направление их взаимодействия неодинаково в разных случаях. Желание максимально сэкономить затраты на хранение запасов вызывает рост затрат на оформление заказов. Экономия затрат на повторение заказа приводит к потерям, связанным с содержанием излишних складских помещений, и, кроме того, снижает уровень обслуживания потребителя. При максимальной загрузке складских помещений значительно увеличиваются затраты на хранение запасов, более вероятен риск появления неликвидных запасов.

Использование критерия минимизации совокупных затрат на хранение запасов и повторный заказ не имеют смысла, если время исполнения заказа чересчур продолжительно, спрос испытывает существенные колебания, а цены на заказываемые сырье, материалы, полуфабрикаты и пр. сильно колеблются. В таком случае нецелесообразно экономить на содержании запасов. Это вероятнее всего приведет к невозможности непрерывного обслуживания потребителя, что не соответствует цели функционирования системы управления запасами. Во всех других ситуациях определение оптимального размера заказа обеспечивает уменьшение издержек на хранение запасов без потери качества обслуживания.

Гарантийный (страховой) запас позволяет обеспечивать потребность на время предполагаемой задержки поставки. При этом *под возможной задержкой поставки подразумевается максимально возможная задержка*. Восполнение гарантийного запаса производится в

ходе последующих поставок через использование второго расчетного параметра данной системы - порогового уровня запаса.

Пороговый уровень запаса определяет уровень запаса, при достижении которого производится очередной заказ. Величина порогового уровня рассчитывается таким образом, что поступление заказа на склад происходит в момент снижения текущего запаса до гарантийного уровня. При расчете порогового уровня задержка поставки не учитывается.

Третий основной параметр системы управления запасами с фиксированным размером заказа - **максимальный желательный запас**. В отличие от предыдущих двух параметров он не оказывает непосредственного воздействия на функционирование системы в целом. Этот уровень запаса определяется для отслеживания целесообразной загрузки площадей с точки зрения критерия минимизации совокупных затрат.

Графическая иллюстрация функционирования системы с фиксированным размером заказа приведена на рисунке 4.3.

Система с фиксированным интервалом времени между заказами - вторая и последняя система управления запасами, которая относится к основным. Классификация систем на основные и прочие вызвана тем, что две рассматриваемые системы лежат в основе всевозможных иных систем управления запасами.

В системе с фиксированным интервалом времени между заказами, как ясно из названия, заказы делаются в строго определенные моменты времени, которые отстоят друг от друга на равные интервалы, например, 1 раз в месяц, 1 раз в неделю, 1 раз в 14 дней и т.п.

Система с фиксированным интервалом времени между заказами.

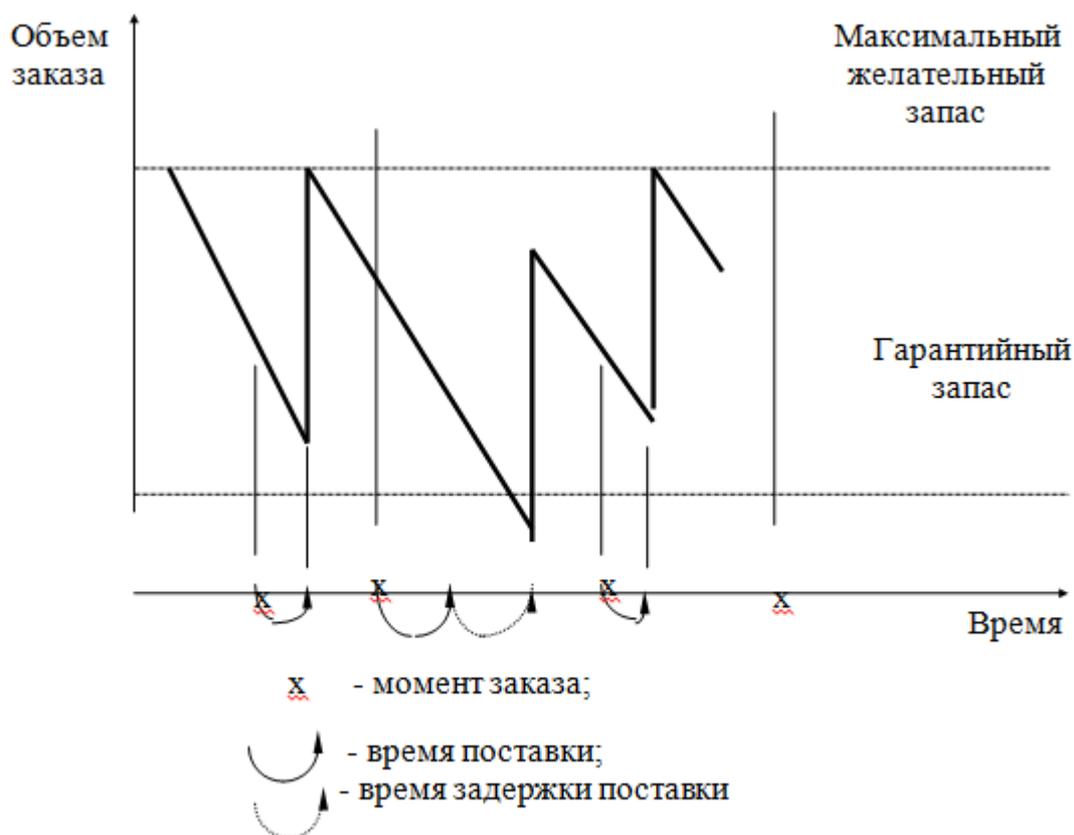


Рис. 4.3 – Схема функционирования системы с фиксированным размером заказа

Гарантийный (страховой) запас, как и для случая, о котором говорилось выше, позволяет обеспечивать потребность на время предполагаемой задержки поставки (под возможной задержкой поставки также подразумевается максимально возможная задержка). Восполнение гарантийного запаса производится в ходе последующих поставок через пересчет размера заказа таким образом, чтобы его поставка увеличила запас до максимального желательного уровня.

Графическая иллюстрация функционирования системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами представлена на рисунке 4.4.

Так как в рассматриваемой системе момент заказа заранее определен и не меняется ни при каких обстоятельствах, постоянно пересчитываемым параметром является именно размер заказа. Его

вычисление основывается на прогнозируемом уровне потребления до момента поступления заказа на склад организации.

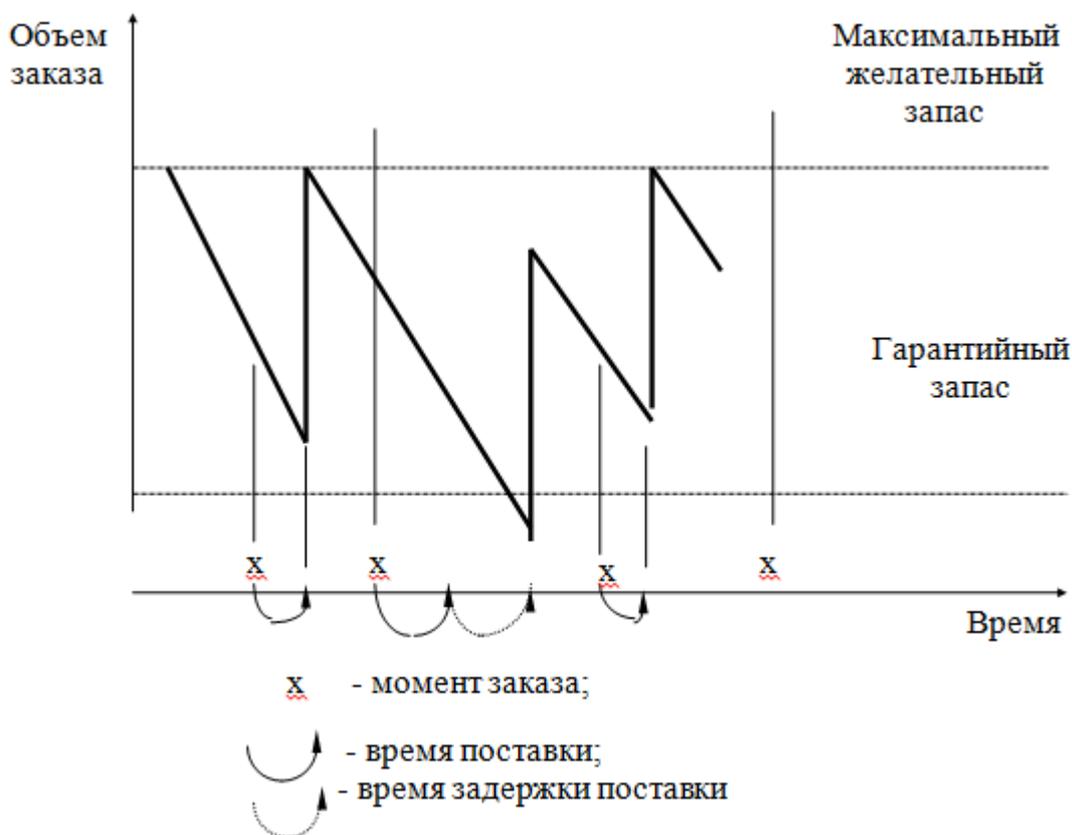


Рис. 4.4 – Схема функционирования системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами

Можно предположить идеальную, сугубо теоретическую ситуацию, в которой исполнение заказа происходит мгновенно (другими словами, время поставки равно нулю). Тогда заказ можно производить в момент, когда запасы материальных ресурсов на складе равны нулю. При постоянной скорости потребления обе рассмотренные системы управления запасами (с фиксированным размером заказа и с фиксированным интервалом времени между заказами) становятся одинаковыми, так как заказы будут производиться через равные интервалы времени, а размеры заказов всегда будут равны друг другу.

Гарантийные запасы каждой из двух систем сведутся к нулю. Такая ситуация проиллюстрирована на рисунке 4.5.

Сравнение рассмотренных систем управления запасами приводит к выводу о наличии у них взаимных недостатков и преимуществ. Система с фиксированным размером заказа требует непрерывного учета текущего запаса на складе. Напротив, система с фиксированным интервалом времени между заказами требует лишь периодического контроля количества запаса.

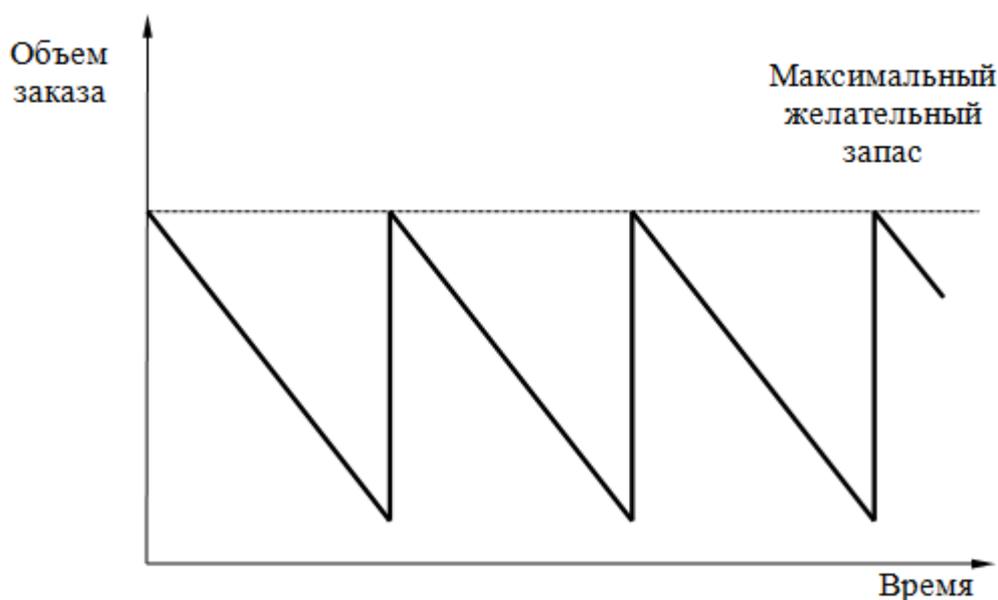


Рис. 4.5 – Схема идеальной (теоретической) ситуации, в которой исполнение заказа происходит мгновенно

Необходимость постоянного учета запаса в системе с фиксированным размером заказа можно рассматривать как основной ее недостаток. Напротив, отсутствие постоянного контроля за текущим запасом в системе с фиксированным интервалом времени между заказами является ее основным преимуществом перед первой системой.

Следствием преимущества системы с фиксированным интервалом времени между заказами является то, что в системе с фиксированным размером заказа максимальный желательный запас всегда имеет меньший размер, чем в первой системе. Это приводит к экономии на

затратах по содержанию запасов на складе за счет сокращения площадей, занимаемых запасами, что, в свою очередь, составляет преимущество системы с фиксированным размером заказа перед системой с фиксированным интервалом времени между заказами. Преимущества и недостатки рассмотренных систем управления запасами сведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Преимущества и недостатки рассмотренных систем управления запасами

Система	Преимущество	Недостаток
С фиксированным размером заказа	Меньший уровень максимального желательного Запаса. Экономия затрат на содержание запасов на складе за счет сокращения площадей под запасы	Ведение постоянного контроля наличия запасов на складе
С фиксированным интервалом времени между заказами	Отсутствие постоянного контроля наличия запасов на складе	Высокий уровень максимального желательного запаса. Повышение затрат на содержание запасов на складе за счет увеличения площадей под запасы

4.3. Выявление особенностей классической модели расчета параметров заказа - EOQ модели

Одна из классических и наиболее распространенных на практике оптимизационных моделей управления запасами - модель экономического размера заказа (Economic order quantity - **EOQ**). Эта модель (рис. 4.6) предполагает следующие допущения:

- 1) спрос (расход) является непрерывным, а интенсивность спроса - const;
- 2) период между двумя смежными заказами (поставками) постоянен ($t_{сз} = t_{сп} = \text{const}$);

- 3) спрос удовлетворяется полностью и мгновенно;
- 4) транзитный и страховой запасы отсутствуют;
- 5) емкость склада не ограничена;
- 6) затраты на выполнение заказа (K) и цена поставляемой продукции в течение планового периода постоянные;
- 7) затраты на поддержание запаса единицы продукции в течение единицы времени постоянные и равны h .

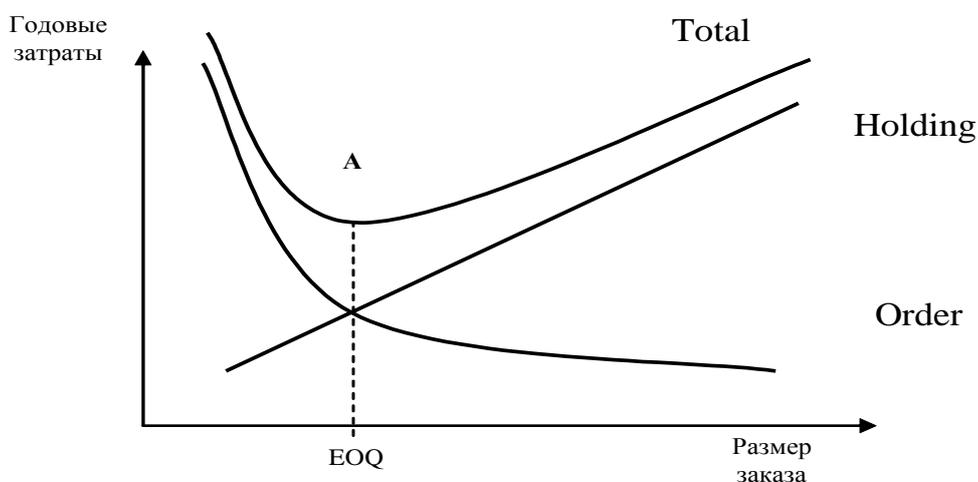


Рис. 4.6 - Модель экономического размера заказа

В текстильной промышленности на долю производственных запасов приходится около 80% оборотных средств, 20% -НЗП и проч. На предприятиях управление запасами часто сводится только к определению нормативов НЗП различных категорий. Повышение эффективности должно обеспечиваться также за счет применения экономико-математических моделей управления запасами.

Период расчета запасов и принятая единица измерения времени должны совпадать. Это может быть день (day), неделя (week), год (year) и проч. По количеству рассматриваемых разновидностей ресурсов или продуктов модели бывают однопродуктовые ($i = 1$) и многопродуктовые ($i = 1,..,n$). Затраты могут измеряться в любых денежных единицах - руб., \$, у. е. и проч. Натуральные единицы

измерения объемов (заказа, запаса, дефицита и проч.) зависят от физической формы ресурса (шт., метры, тонны и проч.).

Здесь будут рассмотрены однопродуктовые задачи с расчетным периодом один год, денежной единицей рубль и натуральной единицей - метр.

Компьютерная программа расчета - QSB/prog9 - нерусифицирована, поэтому термины будут приводиться на русском и на английском языках.

Основные параметры теории запасов

t - средняя продолжительность интервала (Order interval) между двумя очередными поставками ресурса, дни/заказ;

D - спрос (Demand per day), м/год;

Y - искомый размер заказа м/заказ;

h - издержки хранения единицы запасов за один год, руб./м-день (Holding cost per unit per day);

K - затраты на оформление заказа, независимые от объема заказа, руб./заказ (Setupcost per unit per day)

При приведенном минимальном наборе данных решается задача управления запасами простейшего типа - однопродуктовая статическая модель с постоянным детерминированным спросом, мгновенным пополнением запаса и отсутствием дефицита.

В такой модели максимальный текущий запас ресурса Q (Maximum inventory) (мг/запас) совпадает с объемом только что поступившего заказа Y :

$$Q = Y = D \cdot t. \quad (45)$$

Запас равномерно, с интенсивностью D м в день, расходуется от максимального объема Q до нуля, поэтому средний текущий запас Q' в любой день хранения определится по формуле:

$$Q' = (Q+0)/2 = Q/2 \text{ (или } Y/2) \quad (46)$$

Схема изменения объема запаса от U до нуля показана на рис. 4.6.

Смысл задачи о запасах сводится к определению такого размера заказа $Y = Y^*$, который поддерживает необходимый объем запасов с **минимальными** суммарными расходами на оформление и хранение запасов, руб./заказ-день. По англ. такие расходы называются Subtotal of inventory Cost per Unit time (STCU). Приставка "sub" введена в связи с тем, что расходы по приобретению материалов в стоимость не засчитываются.

Заказ Y^* (кг/заказ) называется экономичным (оптимальным) размером заказа (Economic Order Quantity - EOQ).

В различных вариантах решения объемы заказов могут не совпадать, поэтому соизмерение эффективности возможно только при расчете расходов на одинаковую единицу времени (в данном случае - на день).

Суммарные затраты в рублях на единицу времени $Z(Y)$ или STCU (Subtotal Cost per Unit time), необходимые для оформления и хранения запаса, соответствующего заказу объемом в Y единиц (кг), находятся по формуле:

$$Z(Y) = K \cdot D/Y + h \cdot Y/2 \quad (47)$$

Поясним, что поскольку $t = Y/D$, фрагмент формулы D/Y соответствует делению постоянных расхода K на интервал заказа в днях.

На рис. 8 видно, что, функция $Z(Y)$ -; комбинированная, является объединением гиперболической зависимости затрат по оформлению $K \cdot D/Y$ (линия Order) и возрастающей линейной зависимости затрат по хранению $h \cdot Y/2$ (линия Holding). График совокупной функции затрат на

обеспечение запаса $Z(Y)$ выражается выпуклой (вниз) кривой (линия Total).

Видно невооруженным глазом, что минимум функции $Z(Y)$ находится в той точке (в "низине"), где касательная к линии графика параллельна оси абсцисс, а следовательно тангенс угла между касательной и осью абсцисс равен нулю. Тангенс - это отношение приращения (положительного или отрицательного) функции к приращению аргумента, то есть первая производная. Таким образом, минимум функции $Z(Y)$ определится при том значении Y , при котором производная $dZ_{(Y)}/dY = 0$.

Продифференцируем функцию $Z(Y)$, приравняем ее нулю и решим уравнение. Корень уравнения обозначим Y^* . Поскольку при величине заказа, равной Y^* , обеспечивается минимум затрат, заказ в объеме Y^* называется экономичным размером заказа.

$$dZ_{(Y)}/dY = (K \cdot D/Y + h \cdot Y/2)' = (K \cdot D/Y)' + (h \cdot Y/2)' = -KD/Y^2 + h/2.$$

Приравняем к 0:

$$-KD/Y^2 + h/2 = 0.$$

Умножим на Y^2

$$-KD + h Y^2/2 = 0$$

$$KD = h Y^2/2$$

$$Y^* = \sqrt{2KD/h} = EOQ$$

формула экономичного размера заказа Уилсона.

В оригинале формула для экономичного размера заказа (**EOQ**) была получена Ф.У. Харрисом в 1913 г. Однако в теории управления запасами она больше известна как формула Уилсона.

Оптимальное время между двумя заказами t_{c3}^* и количество заказов за год N^* будут соответственно равны

$$t_{c3}^* = Y^*/D, \text{ лет;} \quad (48)$$

$$N^* = D / Y^* \quad (49)$$

Важную роль в теории управления запасами, в частности в классической модели EOQ, играет определение момента заказа (t_3) или точки заказа/перезаказа (Reorder point — ROP), т. е. достижение при расходовании запаса со склада такого уровня (Q_3), когда необходимо делать заказ.

Точка заказа может быть определена для классической модели с использованием параметра λ , интенсивности спроса по формуле

$$ROP = Q_3 = \lambda * t_{3п} \quad (50)$$

Величина времени запаздывания поставки ($t_{3п}$) в закупочном менеджменте соответствует ведущему времени выполнения цикла заказа.

Необходимо отметить, что EOQ модель мало чувствительна в определенных пределах к ошибкам в исходной информации или неточности прогнозирования спроса. Это объясняется пологим характером (малой кривизной) графика общих затрат в области оптимального размера заказа.

Классическая EOQ модель является идеализированной схемой, иллюстрирующей процесс управления закупками и запасами (оптимизации) при полностью детерминированных параметрах. На практике постоянно приходится сталкиваться с различными ситуациями, вызывающими неопределенность параметров спроса, заказа и поставок.

Если предположить, что параметры управления запасами ROP, Y^* = EOQ, $t_{сз}$ были определены для классической модели при средней интенсивности спроса λ , а реальный спрос является случайной величиной, распределенной по нормальному закону, то плотность распределения величины ROP укладывается в диапазон (ROP — 3σ , ROP

+ 3σ) — по правилу «шесть сигм» .

Неопределенность исходных параметров систем управления запасами вызывается многочисленными рисками, например, в сроках доставки продукции, объемах поставок, качестве, ассортименте; рисками, связанными со стихийными бедствиями, возможностью хищений, пожаров, естественной убыли и т.п. Связанная с этими причинами неопределенность также может вызвать явление дефицита, причем неопределенными могут быть все параметры модели управления запасами или их отдельные комбинации.

Для элиминирования возможности возникновения дефицита создают страховые (гарантийные) запасы. Тогда для модели EOQ величина точки заказа будет равна

$$ROP = Q_3 + Q_{стр} \quad (51)$$

4.4. Пример расчёта запасов сырья согласно классической схеме управления запасов

В расчёте используется пакет программ QSB.

Расчет теоретического запаса

Для расчета теоретического размера запаса на 2007 год используем данные, представленные плановым отделом предприятия Сулус XXI. В соответствии с этими данными, объем реализации продукции предусмотрено увеличить на 12%. При таком увеличении объема выпуска продукции годовая потребность в ткани составляет 1075 тыс. усл.м. Средневзвешенная цена одного усл. м. составляет 50 рублей (по данным планового отдела).

Исходя из этого и проведем расчет теоретического запаса тканей по формулам, приведенным выше.

При расчете оптимального размера заказа принимаем:

Исходные данные	Значения
C	50
D	1075200
h	0,6
K	60
t, дней	14

Откуда :

$$Y^* = \sqrt{2 * 1075200 * 60 / 0,6} = 14664 \text{м.}$$

Определим оптимальное время между заказами

$$t_{\text{сз}} = 14664 / 1075200 * 52 = 0,71 \text{нед.}$$

Для сравнения произведем расчет с помощью компьютерной программы - QSB/prog9.

EOQ Input Data:

Demand per day (D) = 1075200

Order or setup cost per order (Co) = 60

Holding cost per unit per day (Ch) = 0,6

Shortage cost per unit per day (Cs) = *

Shortage cost per unit, independent of time (*) = 0

Replenishment or production rate per day (P) = *

Lead time for a new order in day (LT) = 14

Unit cost (C) = 50

EOQ Output:

EOQ = 14665

Maximum inventory = 14663

Maximum backorder = 0.000

Order interval = 0,014 year

Reorder point = 300.000

Ordering cost = 4399

Holding cost = 4399

Shortage cost	=	0.000
Subtotal of inventory cost per day	=	8798
Material cost per day	=	53760000
Total cost per day	=	53768798

Очевидно, что величина $Y^* = EOQ = 14665$ м. и оптимальное время между заказами (0,014 года = 0,71 нед. = 4,9 дня) рассчитанное двумя способами совпадает.

Определим точку возобновления заказа по формуле

$$ROP = 1075200/2/52 = 10339\text{м.}$$

Расчет страхового запаса произведем по формуле:

$$Q_{\text{стр}} = \delta * \sigma_{Q_3} / \sqrt{N} \quad (52)$$

где δ - параметр (аргумент) функции Лапласа $\Phi(\delta)$;

σ_{Q_3} - С.К.О. точки заказа;

N - количество заказов за год.

$$N = 1075200/14664 = 73$$

Параметр δ определяется по величине доверительной вероятности γ из условия

$$\Phi(\delta) = \gamma$$

Рассчитаем страховой запас при следующих исходных данных:

$\gamma = 0,9$ принимаем, как вполне обеспечивающую точность определения страхового запаса

δ_{Q_3} определяем исходя из правила “шести сигм”.

	δ_{Q_3}	γ	N
Ткани	5169	0,9	73

Расчет производим по формуле $Q_{\text{стр}} = \delta * \sigma_{Q_3} \sqrt{N}$

Первоначально по таблицам Лапласа находим из уравнения

$$\Phi(\delta) = \gamma/2 = 0,9/2 = 0,45.$$

Из таблицы функции Лапласа находим, что $d = 1,65$. Подставляя найденное значение в формулу, получим

$$Q_{\text{стрсс}} = 1,65 \times 5169 / \sqrt{73} = 1003 \text{ м.}$$

Таким образом, с вероятностью 0,9 при заданных характеристиках рассчитан страховой запас. Точка перезаказа будет, соответственно, равна

$$ROP' = ROP + Q_{\text{стр}}$$

Расчет сведем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

Итоговый результат расчета точки перезаказа

	ROP	$Q_{\text{стр}}$	ROP'	ROP' тыс. руб.
Ткани	10339	1003	11342*50	567100

По данным планового отдела удельный вес затрат на ткани составляет 65% в общем объеме материальных затрат. Поэтому, с некоторыми допущениями можно считать, что теоретический запас материалов будет иметь величину $567,1/0,65 = 872,46$ тыс. руб.

Для определения эффекта от поддержания оптимальной величины заказа в 2003 году произведем сравнение теоретической и фактической величины запасов и их оборачиваемости, для чего составим аналитическую таблицу 4.3.

Таблица 4.3

Определение эффекта от поддержания оптимальной величины
заказа

Показатели	2014 г		Изменения
	Факт	Расчет	
Реализация, тыс.руб (P)	179263	179263	19206,84
Запасы, тыс.руб. (З)	8341,79	872,46	-7469,33
Период оборачиваемости запасов дни, Об =360*З/Р	16,75	1,75	-15

Расчет экономии оборотных средств ($\mathcal{E}_{ок}$) произведем по формуле:

$$\mathcal{E}_{ок} = ВР_{пл} (Об_{ок.пл} - Об_{ок.баз.}) / 360 \quad (53)$$

$$\mathcal{E}_{ок} = 179263,84 * (1,75 - 16,75) / 360 = -7469,33 \text{ тыс.руб.}$$

Как видно, в результате роста эффективности использования оборотных средств произошло относительное высвобождение оборотных средств. Финансовый результат от ускорения оборачиваемости составил 7469,33 тыс.руб.

4.5. Анализ использования экономико-математических моделей при решении задачи оптимизации производственной программы

В условиях рыночных отношений, когда сырьевые ресурсы ограничены, возникает вопрос оптимизации прибыли, себестоимости и экономии ресурсов. Оптимизационные модели разного характера часто сводятся к задачам линейного программирования. При проведении данного анализа были использованы литературные источники [37-109].

ЭММ оптимизации содержит одну целевую функцию, в которой показательной является эффективность производства, и систему ограничений, куда входят факторы, в области которых модель не теряет

своей практической ценности. Система ограничений должна составляться корректно, при этом возможны 4 случая:

1. Ограничения модели несовместимы (модель не имеет неотрицательных решений).

2. Неотрицательные решения имеются, но максимум (минимум) целевой функции не ограничен ($\rightarrow \infty$). Условия ограничений выбраны неверно.

3. Оптимальное значение целевой функции представляет собой конечное число и достигается при единственном сочетании переменных системы ограничений.

4. Оптимальное значение целевой функции достигается при многих вариантах значений переменных системы ограничений (система ограничений не корректна). В линейных моделях число переменных x может иметь разные значения.

Если число x (видов продукции) больше числа независимых ограничений и задача имеет одно решение, то в оптимальном плане число x (видов продукции) будет не меньше числа ограничений. Остальные переменные x будут равны 0.

ЭММ оптимизации производственного плана отрасли

$$\begin{array}{l} \text{Э} \\ \text{M} \\ \text{M} \end{array} \left| \begin{array}{l} F = \sum_{k=1}^l R_k X_k \Rightarrow \max \\ \Omega: \sum_{k=1}^l b_{sk} X_k \leq B_s \\ h_k \leq x_k \leq q_k \\ x_k \geq 0 \end{array} \right| \begin{array}{l} k = \overline{1, l} \\ s = \overline{1, m} \end{array} \quad (13)$$

k – вид, номер производимой продукции;

l – число видов продукции;

s – вид выделяемых ресурсов;

m – число видов выделяемых ресурсов;

R_k – прибыль от реализации единицы продукции k вида;

X_k - объем (количество изделий) k вида;

v_{sk} – норма потребления S вида ресурсов при производстве единицы k вида продукции;

V_s – объем выделяемых ресурсов S вида ;

h_k, q_k – верхняя и нижняя граница, соответствующая по производству k вида продукции.

4.6. Анализ основных методов и моделей управления запасами.

Любое предприятие, как техническая система, может ритмично работать при наличии достаточного запаса ресурсов.

В качестве ресурсов для обеспечения ритмичного производства используются:

- материальные ресурсы (сырье, полуфабрикаты, энергоносители);
- технологические, трудовые ресурсы;
- финансовые и другие ресурсы.

Ритмичность поставок вынуждают следующие обстоятельства:

1. несовпадение ритмов производства с ритмами потребления;
2. случайные колебания спроса за период между поставками;
3. случайные колебания интервала между поставками;
4. срыв объема поставок.

То есть появляется случайная составляющая в целевой функции оптимизации эффективности производства.

Предпосылки, которые заставляют оптимизировать запасы сырья, ресурсов:

1. возрастают убытки за счет хранения сверхнормативных запасов;
2. связывание оборотных средств;
3. потеря в качестве материальных ресурсов, моральное и физическое старение ресурсов.

В качестве целевой функции в задачах управления запасами выступают суммарные затраты на:

1. приобретение продукции с учетом максимальных скидок на размер партии;
2. затраты на хранение и складские операции;
3. от материального и морального старения при хранении;
4. потери от дефицита и штрафных санкций.

Целевая функция, представляющая сумму данных компонентов, должна быть \min . Поэтому управление запасами производится в начале путем выбора стратегии в пространстве стратегий управления, а затем путем выбора параметров в пространстве параметров управления.

Запасы делятся на:

1. текущие (обеспечивают ритм производства на определенном интервале времени);
2. страховые (на случай срыва ритма поставок).

Из параметров управления запасами принято выделять:

1. управляемые параметры
 - объем и номенклатура необходимого сырья (ресурсов);
 - момент (время) выдачи заказа на пополнение ресурса;
2. неуправляемые параметры
 - затраты на организацию снабжения;
 - ограничение на запасы поставщика;
 - выбор системы снабжения (централизованная, децентрализованная)

Качественно систему снабжения можно представить графически:

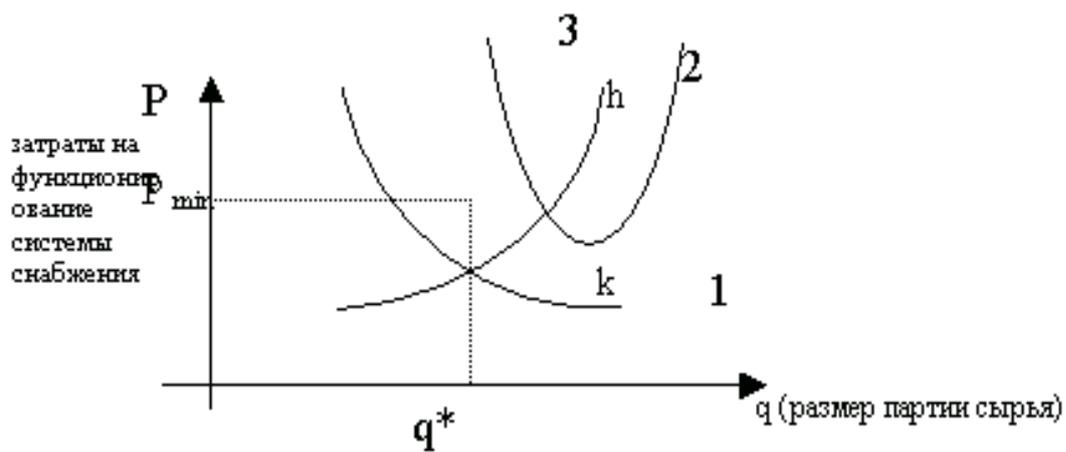


Рис. 4.6 – Иллюстрация системы снабжения и ее основных параметров

где:

P – затраты на функционирование системы снабжения;

1 – затраты на размещение заказов;

2 – затраты на хранение данных ресурсов;

3- суммарные затраты на функционирование системы снабжения;

q^* - оптимальный размер (объем) заказа сырья.

Классификация систем снабжения и их моделей

	Признак	Тип модели
I	По типу системы снабжения	эшелонированные (многоэтапные) децентрализованные
II	По числу хранимого сырья	1. многокомпонентные 2. однокомпонентные
III	По спросу	1. детерминированная: • дискретная • непрерывная 2. случайная (вероятностная): • дискретная • непрерывная
IV	По способу поставки сырья	1. мгновенная 2. с фиксированным временем задержки 3. со случайным временем задержки
V	По видам затрат и способам их отражения в модели	1. линейная 2. нелинейная
VI	По ограничениям системы снабжения	1. по объему 2. по весу 3. по площади 4. по себестоимости 5. по числу поставщиков
VII	По принятой стратегии управления	1. периодические (с периодом контроля T) 2. по критическим уровням и объему. H – верхний уровень; n – нижний уровень запасов; q – объем партии (поставок).

Анализ стратегий управления запасами.

Оптимальное управление запасами – выбор таких объемов и моментов поставок, когда суммарные издержки на функционирование системы снабжения будут минимальными.

Простейшие стратегии:

$$-y \geq h \Rightarrow q^* = 0$$

Детерминированная ЭММ управления запасами с фиксированным спросом.

Данная модель называется моделью экономики выгодных размеров поставок.

Начальные условия (ограничения):

1. Известны моменты поступления заявок.
2. Интенсивность расходования ресурсов (скорость).
3. Поставки мгновенны.
4. Отсутствие дефицита.

Введем обозначения:

β - интенсивность спроса;

k – затраты на оформление;

h – затраты на хранение единицы продукции в единицу времени;

q – объем поставок (размер партии сырья).

$$t_0 = \frac{q^*}{\beta}$$

- период времени, в течение которого полностью расходуется сырье.

$F(q)$ – суммарные затраты на функционирование системы снабжения

$$F(q) = \frac{K}{t_0} + h \left(\frac{q}{2} \right)$$

$$F(q^*) \Rightarrow \min \tag{54}$$

$q/2$ – оптимизация ведется по среднему уровню;

q^* - оптимальный размер заказа.

Для нахождения F^* нужно взять частную производную целевой функции $F(q)$ по оптимизационному параметру q .

$$\frac{dF(q)}{dq} = -\frac{k\beta}{q^2} + \frac{h}{2} = 0 \quad (55)$$

Из данной формулы находим q^* :

$$q^* = \sqrt{\frac{2k\beta}{h}} \quad \text{формула Уилсона (оптимального заказа).}$$

Данный заказ необходимо разместить для выполнения через время

$$t^* = \frac{q^*}{\beta}$$

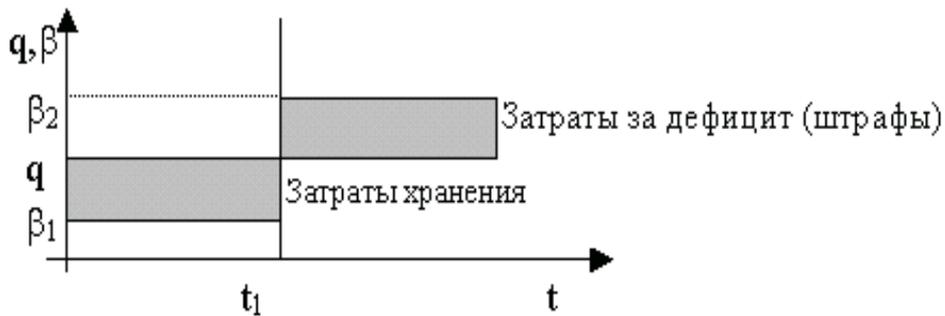
Оптимальные затраты можно определить по формуле

$$F(q)^* = \sqrt{2k\beta h} \quad \text{- это затраты на единицу продукции.}$$

Модель управления запасами при случайном спросе.

В данном случае интенсивность расходования ресурсов β - величина случайная со своим законом распределения, то есть известно $P(\beta)$, $F(\beta)$, тогда в данной ситуации возможны случаи:

1. $q - \beta > 0$



2.
$$\begin{cases} q - \beta < 0 \\ \beta - q > 0 \end{cases}$$

3. h – затраты на хранение единицы продукции в единицу времени;

4. k – затраты на размещение (оформление) ресурсов, сырья.

Так как β - величина случайная, то $(q - \beta)$ и $(\beta - q)$ будут величины случайные, поэтому оптимизация и функция цели будут находится как для случайных величин.

Функция цели будет представлять собой математическое ожидание от суммы слагаемых. Одно из них представляет собой математическое ожидание затрат на размещение заказа; другое математическое ожидание затрат на хранение ресурсов.

$$MF(q^*) = h \sum_{\beta=0}^q (q - \beta) \times p(\beta) + k \sum_{\beta=q+1}^{\infty} (\beta - q) \times p(\beta) \quad (56)$$

Известно, что оптимальное размещение запасов можно найти из системы неравенств:

$$p(\beta \leq q^* - 1) \leq \frac{k}{h+k} < p(\beta \leq q^*) \quad (57)$$

Методом линейной интерполяции определяется q^* .

ЭММ управления запасами с ограничениями на складские помещения.

Данная модель многопродуктовая с n -видами сырья.

Введем обозначения для данной модели:

q_i – размер объема заказа на сырье i – вида ($i = \overline{1, n}$);

A – максимальный размер складских помещений для сохранения n -видов продукции;

a_i – размер площади, необходимой для хранения продукции i – вида;

β_i – интенсивность спроса на сырье i – вида;

k_i – затраты на размещение заказа на поставку сырья, продукции i – вида;

h_i – затраты на сохранение единицы сырья (продукции) i – вида.

Данная модель от вышеизложенной отличается наличием ограничений на складские помещения и выглядит так:

$$\begin{array}{l} \exists \\ \text{М} \\ \text{М} \end{array} \left| \begin{array}{l} F(q_i) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{k_i \beta_i}{q_i} + \frac{h_i q_i}{2} \right) \\ \Omega: \sum_{i=1}^n a_i q_i \leq A \\ q_i > 0, i = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad (58)$$

$q_i / 2$ – оптимизация по среднему уровню запасов

Данная ЭММ решается с помощью метода множителей Лагранжа. Полученная функция путем добавления в целевую функцию слагаемого, состоящего из системы ограничений и множителя λ , называется Лагранжианом.

$$L(\lambda, q_1, q_2, q_3, \dots, q_n) = F(q_1, q_2, q_3, \dots, q_n) - \lambda \left(\sum_{i=1}^n a_i q_i - A \right) \quad (59)$$

$$L(\lambda, q_i) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{k_i \beta_i}{q_i} + \frac{h_i q_i}{2} \right) - \lambda \left(\sum_{i=1}^n a_i q_i - A \right) \quad (60)$$

Для того, чтобы найти q_i^* и оптимальное значение λ^* , необходимо взять частные производные по q_i и λ Лагранжиана (*).

$$\frac{dL(q_i)}{dq_i} = -\frac{k_i \beta_i}{q_i^2} + \frac{h_i}{2} - \lambda \alpha_i = 0 \quad (61)$$

$$\frac{dL(\lambda, q_i)}{d\lambda} = -\sum_{i=1}^n a_i q_i + A = 0 \quad (62)$$

Из формулы (62) определяем $q_i^* = \sqrt{\frac{2k_i\beta_i}{h_i - 2\lambda^* a_i}}$ - оптимальный размер заказа.

Оптимальный размер заказа при ограничении a_i определяется путем последовательного расчета для разных значений q_i и λ . Методом линейной интерполяции по значениям, представленным в промежуточной таблице, находится коэффициент λ и оптимальное значение q_i^* .

4.7. Результаты анализа использования ЭММ в оптимизации производственной программы

В литературных источниках представлялись различные схемы, системы по управлению запасами, но конкретных расчетов по выявлению входных параметров (h) (k) не было. В результате анализа систем снабжения выявилось несколько особенностей, в частности неизвестно как найти входные данные в задаче по управлению запасами, таких как расходы на хранение единицы запасов в час, расходы на транспортировку единицы заказа в час, размер дефицита запасов. В результате проведения расчётов, классификации расходов на хранение и транспортировку запасов в час. Задача по выявлению входных данных была решена. Таким образом в данной монографии в приложении представлены расчёты расходов на перевозку единицы заказов в час- это входной параметр (k) задачи управления запасами, а так же расчёты расходов на хранение единицы запасов в час-это параметр (h) задачи управления запасами. Так же предварительные научные исследования в области, связанной с оптимизацией производственной программы, а так же анализ существующих систем управления запасами позволили

установить, что отдельные исходные данные необходимые для задачи управления запасами являются результатами решения оптимальной производственной программы: уточнённый спрос на один день, издержки дефицита, издержки хранения и прочее. В связи с этим основная идея данной монографии состоит в том, что бы актуализировать вопрос, связанный с решением диффузионной задачи по оптимизации производственной программы и задачи по управлению запасами. Суть диффузионной задачи состоит в том, что предполагается объединить две задачи: 1) оптимизацию производственной программы 2) задачу управления запасами, и решать их в два этапа.

На первом этапе из традиционной производственной программы, в результате оптимизации производственной программы получим двойственные оценки. Двойственная оценка покажет, насколько изменится целевая функция (прибыль), если наличие сырья уменьшится на единицу. Эта оценка и есть издержки из-за дефицита.

На втором этапе подставляем значение издержек от дефицита, уточняем спрос на сырьё и решаем задачу управления запасами материальных ресурсов совместно с задачей по оптимизации производственной программы.

4.8. Методика совместной оптимизации производственной программы и запасов сырья (ZM)

На основании заказов потребителей на нашу продукцию рассчитывается первый вариант производственной программы по критерию минимума сдельной заработной платы и оплаты простоев, рабочих при ограничениях:

- Выпуски каждой разновидности равны заказу (жёсткое ограничение);
- Совокупная трудоёмкость каждой операции больше или равна ($>=$) нулю;

- Учитывается возможность совмещения профессий.

1) Из данного расчета определяется рабочий период (Т), необходимый для выполнения заказа, также потребность в сырье (шерсти) и п./ф. со стороны (колпаков) «под заказ».

2) Рассчитывается второй вариант производственной программы по критерию максимума маржинального дохода без ограничений по наличию сырья, но с ограничениями по фонду рабочего времени на каждой операции (чел.-час). Расчет фонда времени производится умножением численности рабочих по каждой профессии на продолжительность периода (Т). При расчете норм маржинальных доходов цена сырья принимается равной цене в остатке на начало расчетного периода (157,5 руб. за кг шерсти и 60 руб. за 1 колпак). Данный вариант покажет оптимальный ассортимент, который можно сформировать без ограничений по наличию сырья. (Все расчёты приведены по полученным данным от ООО СУЛУС XXI.)

3) Третий вариант производственной программы рассчитывается аналогично второму, с ограничениями по наличию сырья. Из сопоставления второго и третьего вариантов выявляется истинный «внешний» дефицит сырья. Выясняем дефицит сырья и уточняем продолжительность расчетного периода, тем самым находим Т 3. Здесь же находим уточненную потребность в сырье и п/ф со стороны на весь расчетный период (Т3), откуда рассчитываем параметр (D- Demand спрос)-потребность в сырье на единицу времени. В данном случае D рассчитывается в кг за час для шерсти и в штуках за час для колпаков.

4) Решаем транспортную задачу по критерию минимальных затрат на приобретение, доставку и хранение необходимого количества сырья. Исходные данные: стоимость доставки (транспортные тарифы) партий сырья от различных поставщиков при использовании различных т./с.; цена единицы сырья; расходы по хранению единицы сырья за единицу времени (руб./кг-час или руб./колпак-час). Решение выполняется по

программе линейного частично целочисленного программирования, в качестве искомым переменных выступает число целых партий т.е. рейсов с полностью загруженными транспортными средствами. Единственная переменная, которая может иметь не целое значение (Lr) показывает объём не полной партии (кг или в колпаках).

5) На основе табличного алгоритма рассчитываются совокупные затраты на неполную партию в объёме (Lr) от различных поставщиков сопоставляем остатки мощности поставщиков с размером партии выбираем самого выгодного поставщика который может предоставить предприятию сырьё в объёме не полной партии.

6) Рассчитываем четвёртый вариант производственной программы в котором уменьшаем наличие сырья на величину (Lr) по сравнению с третьим вариантом в данном случае (Lr) представляет собой искусственный дефицит. Из этого варианта рассчитываем маржинальный доход и сопоставляем его с одноимённым доходом по варианту три (3). Сумма снижения дохода представляет собой издержки дефицита.

7) Сопоставляем дополнительные затраты по приобретению неполной партии (см пункт 5) с издержками дефицита (см пункт 6) и определяем оптимальную стратегию управления запасами: находим, что выгоднее приобретать неполную партию или отказаться от неё т.е. предпочесть дефицит.

8) Рассчитываем окончательный пункт производственной программы предварительно пересчитав нормы маржинальных доходов по изделиям приняв новые цены на сырьё, отличающиеся от первоначальных на расходы по приобретению сырья в данном периоде.

Немаловажное значение при оптимизации производственных планов имеет минимизация простоев рабочих. Что бы более наглядно продемонстрировать простои, возникающие на производстве, используем графики календарного планирования Ганта.

4.9. Инструкция по построению графика Ганта на примере производства головных фетровых изделий

Традиционные графики Ганта определяют порядок передачи предметов труда с одной операции на другую. Предлагаем использовать такой график также в качестве расписания использования рабочих на различных операциях. Графически диаграммы Ганта по переходам «валка» и «кисловка» отображены в приложении.

График удобно строить в три этапа:

- а) по каждой отдельной операциям в целом на заказ;
- б) разбить элементы времени на количество передаточных партий;
- в) объединить все операции.

Последовательность построения графика на отдельную операцию (пункт «а») рассмотрим на примере «валки» - операции номер 5 ($i=5$). Исходные данные возьмем из таблицы «Расчет численности излишних и дефицитных профессий».

В а л к а

1) Определим количество задействованных рабочих мест, подлежащих технологическому и ремонтному обслуживанию:

$$\text{MOD}\{a_{23,5}\}/\{a_{6,5}\} = \text{MOD}(20.58/0.98) = 21.$$

MOD – математическая команда округления до целого в большую сторону. На калькуляторе: режим F0↑.

Рабочее место – это производственный участок, обслуживаемый одной производственной бригадой. Численность бригады может равняться 1, 2 и более человек.

2) Откроем в тетради чистую страницу. В левом поле страницы построим два столбика шириной по 2-3 клетки. Каждый столбик разделим на 6 поперечных частей - прямоугольников.

В правом столбике высота прямоугольников по 2 клетки. В каждом прямоугольнике укажем профессию и порядковый номер исполнителя,

работающего в валке: Вл1 (валяльщик № 1) – Вл2 (валяльщик № 2) – пропуск с многоточием – Вл19 и т. д. Количество прямоугольников в правом столбике должно равняться 21 (см. п. 1).

В левом столбике нужно поставить номера машин, используемых на операции. Число машин равно числу рабочих мест, умноженному на норму обслуживания бригады (машин/бригаду). Нормы обслуживания в строке 7.

В валке при $N_0 = 1$ маш./чел.:

$M = 21 \text{ раб. место/валке} * 1 \text{ бриг./раб. место} * 1 \text{ маш./бриг.} = 21$ маш./валке.

В настилении при $N_0 = 5$ маш./чел.:

$M = 5,32425/0,99 * 5 = 26,89$. Округленно: 27 машин.

В крашении при $N_0 = 0,5$ маш.:

$M = 6,43602/0,97 * 0,5 = 3,317$. Округленно: 4 машины.

Левый прямоугольник, изображающий машины, делится на количество полос, равное норме обслуживания рабочего.

3) На некотором расстоянии от столбика с номерами рабочих проводим вертикальную ось графика. От вертикали по направлению вправо чертим горизонтальные полосы высотой по две клеточки. Каждая полоса будет обозначать одного рабочего-исполнителя. При большой численности (более 6), рабочие места, расположенные в середине, можно заменить многоточием. Ширина горизонтальных полос соответствует максимально необходимому времени исполнения заказа (в часах).

Время (ч/заказ) = трудоемкость (чел.-ч/заказ)/численность исполнителей (чел./фабр).

В валке: $T_{\max} = \{a_{15,5}\} / \{a_{23,5}\} = 2030 / (20.58) = 98,63946$ ч.

Масштаб предопределяется числом клеточек на горизонтальной оси Вашей страницы. Если число свободных клеточек = 20, то цена

клетки: $[98,63946 \text{ ч}/20 \text{ клеток}] = 5 \text{ ч/клетку}$. Но в принципе масштаб соблюдать не обязательно.

4) В левом поле страницы приводятся список исполнителей операции и их количество (в чел.). Такие сведения были получены раньше по результатам решения транспортной задачи (см. табл. «Транспортная задача»):

Валяльщики № 1-19	19
Красильщики №1-2	1,15801
Свойлачивальщик №1	0,42109
Итого технологических рабочих:	20,58
Ремонтник	0,42 (0,02*21 маш.)
Всего:	21

Долю любого рабочего периода, равную 0,02 (2%), каждая машина находится в ремонтном обслуживании. Доля реального времени, потраченная ремонтником на валяльные машины, составит $0,02*21 \text{ маш.} = 0,42$. Во время ремонта оборудования технологические рабочие переводятся на запасную (обменную) машину, на которой поочередно работают разные рабочие. Для наглядности рекомендуем блоки времени использования имманентного рабочего оставлять белыми, блоки ремонтника делать черными, блоки совместителей выделять штриховками разных типов. Количество работающих машин составит 20,58. Это число интерпретируется следующим образом: долю времени, равную 0,58, работают все 21 машины, а долю 0,42 ($1-0,58$) – работают только 20 машин ($21-1$). Проверим: $58*21+042,*20=20,58$ машин.

5) При **целом** числе исполнителей на каждого исполнителя выделяется по одной **целой** полосе. Дробные числа исполнителей объединяются в группы, в сумме составляющие единицу. Каждая полная группа «дробных» исполнителей образует комплект, необходимый для обслуживания одной машины. На валке: $0,15801+0,42199+0,02*21= 1$

Численность дробных исполнителей (чел.):
 $[1.15801] + \{1.15801\}^0 + [0.42199] + \{0.14299\}^0 + [0.02] + \{0.02\}^0 = 4.$

Таковыми «дробными» исполнителями являются: красильщик № 1 (1 чел.), красильщик № 2 (0,15801 чел.), свойлачивальщик № 1 (0,42199 чел.), ремонтник (0,42 чел.). Как уже отмечалось, дробные исполнители по очереди обслуживают последнюю машину № 21. На графике Ганта нужно наглядно продемонстрировать порядок обслуживания машин, использования рабочих, а также рассчитать необходимые элементы времени.

б) Полосу каждого рабочего места, обслуживаемого единственным исполнителем, слева направо разделяем на три ключевых элемента времени (в часах):

- сверхурочное время (сверх 8-часовой смены);
- режимное время (в пределах 8-часовой смены);
- экономия времени, полученная за счет работы со сверхнормативной скоростью.

7) Центральный временной отрезок режимного времени $T=85,4565$ ч является доминирующим. Продолжительность отрезка соответствует элементу 20-й строки таблицы. Режимное время одинаково для всех операций.

Обеспечение равенства режимного времени исполнения всех операций составляет суть и достоинство методики минимизации производственного периода и синхронизации операций.

8) Левый элемент времени - часы сверхурочных работ (в часах): $(\{a_{22,5}\}-1)*a_{20} = (1.096552-1)*85.4565 = 8.251.$

9) Правый элемент графика – часы экономии времени можно рассчитать двумя способами:

а) $(\{a_{15,5}\}-\{a_{16,5}\})/(\{a_{23,5}\}/\{a_{6,5}\})=(2030-1928,5)/(20,58/0,98)=4.83333$ ч.

$$b) \{a_{20}\} * \{a_{22,5}\} * \{a_{6,5}\} * \{a_{11,5}\} / (100 - \{a_{11,5}\})$$

$$= 85,4565 * 1,096552 * 0,98 * 5 / (100 - 5) = 4,83333 \text{ ч.}$$

Блок экономии времени изображается пунктирной линией, поскольку это время реально не существует.

10) Поддержка оборудования в годном состоянии осуществляется в те же часы, в которые работает оборудование, поскольку речь идет только о срочном текущем ремонте (капитальный и средний ремонт предусматривается лишь для избыточных машин). Реально отработанным временем является режимное и сверхсрочное. От этих элементов времени берется доля 0,02 (2%) в соответствии с плановой долей текущего ремонта. В валке получаем: от режимного времени часы простоев из-за ремонта составят на каждом рабочем месте $85,4565 * 2\% = 1,70913$ ч; от сверхсрочного времени $8,251 * 2\% = 0,16502$ ч. Блоки времени соответствующей ширины выделяем на каждой целой полосе, «заливаем» их темным цветом, проставляем поверху знак «Рм» - ремонт. Поскольку наладкой занимается чаще всего единственный рабочий (помощник мастера), блоки времени ремонта лучше всего распределить по диагонали, что указывает на последовательный переход ремонтника от одной машины к другой.

11) Во время ремонта «главных» машин технологические рабочие переводятся на другие обменные машины с последними порядковыми номерами (здесь: № 21). Соответствующие элементы времени перемещения рабочих на обменные машины равны элементам времени ремонта на «главных» машинах. Темные прямоугольники переносятся с «главных» машин 1. . .20 на машину № 21. Общее количество таких блоков перевода рабочих на обменную машину равно 20: 19 чел. валяльщиков с №№ 1-19 и 1 чел. красильщик № 1. На каждом блоке указывается профессия и номер рабочего. Дробных исполнителей – красильщика № 2 (в доле 0,15801) и свойлачивальщика № 1 (в доле 0,42199) используют вне этих долей времени на других операциях,

поэтому нет смысла подыскивать им свободное рабочее место в валке. Долю времени 0,02 (2%) обменная машина № 21 сама будет находиться в ремонте. Общая доля времени ремонта: $0,02 \cdot 21 = 0,42$.

12) Число обменных машин (M_0) с фрагментарным обслуживанием (с дробными исполнителями) может превышать 1. Например, при $d_1=0.4$, $d_2=0.5$, $d_3=0.6$. потребуется $[0.4+0.5+0.6] + \{0.4+0.5+0.6\}^0 = 1+1 = 2$ обменных машины. Одна машина будет загружена 100%, а вторая на $(0.4+0.5+0.6-1) = 0.5$ (на 50%). Машин, загруженных на дробную долю, может быть только одна – последняя в списке. Сверхурочные часы допустимы только в том случае, когда в период режимного времени ($T=85,4565$ ч) всё имеющееся оборудование загружено на 100%, как на операциях валки и кисловки.

13) Полоса обменной машины № 21 разделяется на фрагменты в соответствии с дробными долями исполнителей:

Сверхурочные часы		Урочные (режимные) часы
Красильщик № 2	$d=0.15801$	$0,15801 \cdot 85,4565 = 13,50298$
$0,15801 \cdot 8,251 = 1,30374$		
Свойлачив. № 1	$d=0,42199$	$0,42199 \cdot 85,4565 = 36,06179$
$0,42199 \cdot 8,251 = 3,48184$		
Валяльщики №1-19	$d=0.02 \cdot 19 = 0.38$	$0.38 \cdot 85.4565 = 32,47347$
$0.38 \cdot 8.251 = 3,13538$		
Красильщик № 1	$d=0.02$	$0.02 \cdot 85.4565 = 1,70913$
$0.02 \cdot 8.251 = 0,16502$		
Ремонтник	$d=0,02$	$0,02 \cdot 85,4565 = 1,70913$
$0,02 \cdot 8,251 = 0,16502$		
Итого:	$d=1,00$	$85,4565$
		$8,251$

14) Поясним, что фигура графика Ганта имеет двойное измерение – на оси ординат откладывается численность исполнителей (чел.), а на оси абсцисс откладывается время выполнения операции (в часах). Произведение двух величин соответствует трудоемкости выполненных

работ в человеко-часах. По норме объем технологических работ по исполнению заказа, равный 2030 чел.-ч, при численности исполнителей 21 человек, загруженных технологией 98% времени (2% составляют простои из-за ремонта), требует такого времени: $2030/(21*0,98) = 98,6395$ ч. Проверим, что длина всех отрезка по оси абсцисс равна именно такому числу: $8,251+85,4565+4,83333/0,98 = 98,6395$.

Режимное и сверхурочное время соответствуют реально отработанному (физическому) времени:

$21 \text{ чел.} * (85,4565 + 8,251) * 0,98 \text{ ч} = 21 * 93,7075 * 0,98 = 1928,5 \text{ чел.-ч}$ (см. элемент строки 16 графы 5). На этом построение графика Ганта для отдельной операции (для валки) закончилось.

Перейдем к п. «б» - разобьем элементы времени, рассчитанные для исполнения всего заказа, на более мелкие элементы, соответствующие затратам времени на одну передаточную партию. Методика определения количества передаточных партий общеизвестна. В примере количество партий $n=10$.

15) Время на одну передаточную партию (в часах): режимное $85,4565/10 = 8,54565$; сверхурочное $8,251/10 = 0,8251$; экономия времени за счет перевыполнения норм $4,8333/10=0,48333$.

П. «в». После того, как определены параметры графика для передаточной партии на каждой операции, объединим графики операций в единый график полного производственного процесса изготовления кеши.

16) Запуск самой первой партии изделий осуществляется последовательно – партия переходит с одной операции на другую. Последующие партии запускаются без всяких разрывов во времени – ступеньки вплотную примыкают друг к другу. Ни на одной операции нет перерывов, которые могут возникать при неравенстве операций. Операции точно подогнаны друг к другу как кирпичи при строительстве здания. При 10 передаточных партиях и 9 операциях длительность

производственного цикла составит: $T_{ц} = 9 \text{ опер.} * 85,4565/10$
 $\text{парт.} + 8,54565 * (10-1) \text{ партий} = 76,91085 + 76,91085 = 153,8217 \text{ ч.}$ Если бы
 подгонка не была произведена, то длительность цикла определялась бы
 бы самой длительной операцией валки, со временем выполнения 101,5 ч
 (элемент строки 18 графы 5). Длительность цикла
 составила бы: $T_{ц} = (86,95 + 87,14 + 91 + 84 + 101,5 + 86,11 + 68,75 + 85 + 87,06 +$
 $86,67551) / 10 + 10,15 * (10-1) = 86,418551 + 91,35 = 177,76885 \text{ ч.}$

ГЛАВА 5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

5.1. Оценка техногенных рисков промышленного предприятия: проблемы и решения

Наращение кризисных и катастрофических факторов, дестабилизирующих любую производственную сферу деятельности обуславливает исключительную актуальность более интенсивного использования понятия «техногенный риск» в различных областях научного знания. В статье исследуется современное состояние изученности, а также рассматриваются новые аспекты решения проблемы оценки техногенных рисков в горнодобывающей промышленности.

Целью исследования является разработка основных подходов к способам выявления, специфике возникновения и оценки техногенного риска промышленных предприятий.

Методологической базой выступают концептуальные положения риск-менеджмента, работы ведущих российских и зарубежных ученых в области управления рисками. При написании работы использовались общенаучные методы познания, что позволило обеспечить аргументированность сделанных выводов.

Производственная деятельность крупнейших промышленных компаний, таких как ПАО «Полюс Золото», ГК «Петропавловск», «Полиметалл», Чуготская горно-металлургическая компания и другие подвержена ряду природных и техногенных факторов, таких как: затопления; обрушения бортов и уступов карьеров; прорывы дамб хвостохранилищ; инциденты при использовании горной техники и производстве взрывных работ; перерывы в производстве, вызванные прекращением подачи электроэнергии и поломкой оборудования.

Дальнейшее освоение недр в отдельных регионах России сопряжено с возрастающими сейсмическими рисками. Участвовавшие на территории Кузбасса землетрясения являются естественной реакцией вмещающей геологической среды на происходящие в её недрах крупные масштабные природные и техногенные изменения. Наиболее характерным в этом отношении является опыт освоения Бачатского угольного разреза.

Риски техногенного воздействия свойственны и многим другим секторам горнодобывающей отрасли.

Таким образом, в производственных структурах предприятий горнодобывающей отрасли происходят существенные изменения, которые настоятельно требуют своего теоретического и прикладного осмысления, без этого невозможно осуществлять скоординированную стратегию противостояния стохастическим деструктивным факторам, ожидаемых в недалеком будущем, и, соответственно, принимать ответственные и эффективные решения.

Прежде, чем приступить к анализу изученности проблемы оценки техногенных рисков в горнодобывающей промышленности в трудах российских ученых, рассмотрим понятие риска в области исследований техногенной безопасности, как экономической категории, его природу и содержание.

Одной из самых первых трактовок понятия риска является трактовка, обнаруженная в литературе, датированной 1901 годом. Это диссертация экономиста А. Виллета, в которой ее автор определил риск как «объективизированную неопределенность касательно появления нежелательного события» [1].

Исследователь Дж. Филипп в своей работе [6] определяет риск как «неопределенность исходов». Этот автор известен научному миру введением в научный оборот параметра, названного им ценой риска (VaR), посредством которого можно измерять наихудший ожидаемый

ущерб сверх обычного уровня при нормальных рыночных условиях при заданном уровне доверия.

Риск в понимании американского ученого Френка Найта - это измеримая неопределенность, противостоящая неизмеримой неопределенности, т. е. риск трактуется как количественно измеряемая, или измеримая (quantifiable), неопределенность деятельности по снижению неопределенности внешней среды бизнеса. Ф. Найт полагал, что измеримая неопределенность, т. е. сам риск, очень сильно отличается от неизмеримой неопределенности. Можно сказать, что риск не является неопределенностью[79].

Дж. Алтерн определяет риск следующим образом: «риск может быть определен либо как ожидаемую вероятность ущерба (потерь), либо как возможность неблагоприятного отклонения от ожидаемого значения, т. к. любое отклонение в неблагоприятную сторону от ожидаемого означает убытки» [17].

Исследователь С.А. Смоляк, занимающийся проблемой инвестиционных рисков, под риском он понимает «возможность возникновения условий, приводящих к негативным последствиям проекта для его участников» [124].

Ведущие российские специалисты, входящие в Объединенный комитет по управлению риском государственных научно-технических программ (ГКНТП России⁵) полагали, что риск следует представлять векторной величиной, компонентами которой являются вероятность события, обусловленный им ущерб и неопределенность того и другого [20].

Таким образом, до настоящего времени единого согласия среди ученых и специалистов по поводу толкования понятия «риск», в том числе «техногенный риск», не достигнуто. В то же время исследование

⁵ Управление риском в социально-экономических системах: концепция и методы реализации / Объединенный комитет по управлению риском ГКНТП // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1995. Вып. 11, 12.

показало, что термин «риск» чаще всего принято трактовать как возможность нанесения ущерба и его размер, в то время как саму проблему риска понимают как нахождение способа ухода от ошибок в процессе принятий решений, способных привести этот ущерб.

Такая интерпретация понятия «риск», которую исследователи характеризуют статистическим подходом, трактующим риск как возможность наступления неблагоприятного события и количественной меры последствий такого ущерба, является господствующей в мировой науке. Данного подхода придерживается большинство российских аналитиков и экспертов в области анализа техногенного риска.

Заслуживает также определенного внимания определение риска, даваемое ГОСТ Р 51901.1-2002⁶: «риск - сочетание вероятности события и его последствий». Данное определение содержит главные компоненты, устраивающие, на наш взгляд, большую часть исследователей. В связи с этим целесообразно в данном контексте обозначить две ключевые составляющие техногенного риска - составляющая, связанная с вероятностью возникновения нежелательного события, а также составляющая риска, связанная с ущербом, обусловленным нежелательным событием.

Теория техногенной безопасности изучает опасные факторы и обусловленные ими негативные последствия, связанные с использованием технологий, функционированием технических объектов и систем. С одной стороны, они заключаются в *систематическом загрязнении среды обитания человека* (химическом, физическом и биологическом), а также ее видоизменении. С другой стороны, техногенные опасности могут быть представлены *аварийным риском*, связанным с нештатным высвобождением энергии и/или опасных веществ в результате разного рода аварий на технических объектах [24].

⁶ ГОСТ Р 51901.1-2002 менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.

В этой связи *техногенный риск*, на наш взгляд, можно рассматривать как *опасность нанесения ущерба со стороны той или иной технической системы или процесса людям, окружающей среде, материальным и нематериальным ценностям*.

Что касается исследований по вопросам оценки техногенного риска в горнодобывающей и других промышленных отраслях России, приходится констатировать, что, к этой проблематике, судя по опубликованным работам на русском языке, российскими исследователями еще не проявлен должный интерес. Подавляющая часть опубликованных работ касается вопросов анализа и оценки рыночных [51] и финансовых рисков (валютного, процентного рисков, риска ликвидности) [52,53], а также налогового, регулятивного, правового и других рисков [75,79,85,124,142,162].

Изучение ведущих отечественных научных журналов в области горного дела, геологии и разведки, опубликованных в 2006-20016 гг. позволило автору выявить всего лишь семь работ, посвященных проблеме техногенного риска [162,172,173]. Это резко контрастирует с огромным количеством опубликованных работ по данной теме для других отраслей реального сектора, присутствующих в отечественных, и особенно в зарубежных источниках.

В ходе исследования проблемы оценки техногенного риска автором были также рассмотрены известные, получившие признание в научном мире, монографии отечественных специалистов. Так, работа Елохина А.Н. [24]. посвящена преимущественно вопросам теоретическим и научно-методическим аспектам анализа и управление риском, в том числе аварийного риска на основе использования метода точечных оценок без привязки к конкретной сфере промышленно-производственной деятельности, фактор неопределенности полученных результатов при этом не рассматривался.

Представляющие особый интерес для газовой промышленности вопросы теории и практики анализа риска в газовой промышленности рассмотрены в монографии Сафонова В.С., Одишария Г.Э. и Швыряева А.А. [20]. Проблема промышленной безопасности объектов теплоэнергетики с учетом риска достаточно подробно изучена в монографии Козлитина П.А. [51].

В работе Акимова В.А., Лесных В.В., Радаева Н.Н. достаточно подробно исследованы опасности, угрозы, и риски, свойственные природным и техногенные чрезвычайным ситуациям раскрыты достаточно полно, однако применительно к специфике горнодобывающей отрасли в нем достойного внимания не уделено[1].

Подходы к оценке техногенного риска

Как показало исследование, в России управление техногенной безопасностью традиционно делится на области, осуществляемые по названию государственных надзорных ведомств (экологическая, пожарная, промышленная, охраны труда). Данный подход, так называемый традиционный подход, основан на детальной регламентации множества параметров конструкции и технологии функционирования технических объектов, а также на всеохватывающем государственном надзоре за их выполнением.

В процессе исследования была рассмотрена проблематика, связанная с оценкой техногенных рисков, содержащаяся в отечественных нормативно-технических документах. Анализ показал, что подходы к решению данной проблемы в документах надзорных органов практически не раскрыты, можно выделить лишь отдельные моменты, относящиеся к разряду постановки проблемы.

В частности, в утвержденном Госгортехнадзором РФ еще в 2001 году руководящем документе РД 03-418-01⁷, в разделе 4.4.4 обращено

⁷ РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов // Постановление Госгортехнадзора РФ от 24.08.2001 г. № 37.

внимание на то, что обобщая оценки риска целесообразно анализировать вопросы неопределенности и точности полученных результатов. Подчеркивается, что существует большое количество неопределенностей, напрямую связанных с оценкой риска. Для правильной интерпретации результатов оценки риска, требуется понимание характера неопределенностей и их причины. Однако, сам инструментарий, подходы к оценке риска в рабочем документе отсутствует.

В серии стандартов группы ГОСТ Р 51901, гармонизированных с соответствующими международными стандартами. В ГОСТ Р 51901.1-2002⁸ кратко показаны источники неопределенности результатов анализа техногенного риска и о том, что надо бы эту неопределенность количественно оценивать. Подходы к оценке, не говоря уже о методах оценки риска, не раскрываются.

И только в ГОСТ Р 51901.5-2005⁹, хотя и фрагментарно, рассмотрен инструментарий оценки рисков. В частности, затронут вопрос оценки параметрической неопределенности, задаваемой с помощью интервалов.

Справедливости ради, следует отметить, что еще в начале 90-х годов прошлого века впервые в нашей стране государственным стандартом в области пожарной безопасности был введен вероятностный критерий соблюдения требований техногенной безопасности¹⁰. В дальнейшем, на уровне федерального закона, техногенную (пожарную) безопасность объекта защиты было предложено оценивать, сравнивая

⁸ ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем // Постановление Госстандарта России от 7 июня 2002 г. № 236-ст

⁹ ГОСТ Р 51901.5-2005 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем. Руководство по применению методов анализа надежности // Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 сентября 2005 г. № 236-ст

¹⁰ ГОСТ 12.1.004-76 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением № 1) // Постановление Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 14.06.1991 г. № 875

метрики пожарного риска с их предельными значениями¹¹. Однако в июле 2012 года российский законодатель признал, что четырехлетний опыт применения нового подхода оказался негативным и решил отказаться от него в части замены государственного надзора [53].

Подытоживая отметим, что нормативно-методические документы по пожарной безопасности, выпускаемые в нашей стране, оперируют исключительно точечными значениями всех параметров, вопросам неопределенности каких-либо величин в них не уделяется, что является, с современной точки зрения серьезным методологическим просчетом. На этом фоне выигрывают международные стандарты и Руководства по пожарной безопасности, в которых отчетливо обозначена проблема количественной оценки неопределенности, предлагаются способы ее выполнения.

Далее рассмотрим альтернативные традиционному надзорному подходу, методические подходы, основанные на количественной оценке техногенного риска. К настоящему времени разработано несколько альтернативных подходов, предназначенных как для выражения неопределенности параметра, так и для установления правил, позволяющих выражать неопределенность результата расчетов по модели через неопределенности ее параметров.

Исследователем Е.В. Колесниковым выделены четыре подхода [53]:

– *вероятностный*, заключающийся в постулировании принадлежности величины параметра к тому или иному типу распределения вероятности;

– *нечеткий* (основанный на использовании fuzzy sets), согласно которому функция принадлежности параметра задается на основании экспертных суждений;

¹¹ Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями на 3 июля 2016 года)

– *синтетический*, с использованием формализма Демстера - Шафера, позволяющий объединять вероятностные и экспертные интервалы;

– *интервальный*, или метод границ Скотта Ферсона.

В сфере управления безопасностью и управления рисками наиболее популярным считается вероятностный подход [52]. Что касается сложных социально-экономических систем, где имеются определенное число иерархических уровней организации, то там присутствуют элементы как случайности, так и детерминированности. Далеко не всегда вероятностная трактовка интервала неопределенности является адекватной. В ряде ситуаций и при определенных состояниях систем случайные воздействия не приводят к возникновению кризисных явлений, в то время как в других могут вызвать ряд рискованных событий. В тех редких случаях, когда ситуация обладает устойчивостью в статистическом смысле (например метеорологические наблюдения), вероятностное описание вполне адекватно. При выполнении количественной оценки в условиях неопределенности параметров техногенного риска делают вероятностный подход непригодным.

Аналогичное возражение можно выдвинуть и против использования для количественной оценки неопределенности нечетких чисел (*fuzzy set*), поскольку это предполагает существование устойчивой функции принадлежности.

Некоторые аналитики [53] сходятся в мнении, что единственным удовлетворительным методом, применимым для количественного оценивания неопределенности при логико-вероятностном моделировании техногенной безопасности, является интервальная математика, основы которой были заложены в работе Розалинды Янг [173].

Из работ, что удалось прочесть в отечественной научной литературе в отношении способа количественной оценки

неопределенности техногенного риска, можно назвать исследование Ковалевича О.М. [51], предложившего классический выборочный метод Монте Карло, который по своей сути представляет статистическое моделирование, и его модификацию - метод Латинского суперкуба (LHS, Latin Hypercube Sampling). Аналогично этот способ оценки техногенного риска исследован в монографии Акимова В.А., Лесных В.В. и Радаева Н.Н. [1].

Техногенные риски, связанные с эксплуатацией производственных объектов в горнодобывающей отрасли, характеризуются высокими значениями возможного экономического ущерба. Возникновение аварийных ситуаций на предприятиях горнодобывающей промышленности чреваты незапланированными затратами, размеры которых сокращают доходность их операционной деятельности. Как нам представляется, прежде всего это относится к технологическому оборудованию (возникновение аварийных ситуаций на этапе освоения и эксплуатации, недостаточная его загрузка и др.).

Учитывать потенциальную возможность потерь от аварии на эксплуатируемом оборудовании можно путем внедрения на предприятиях горнодобывающей отрасли дополнительно инструмента оценки техногенного риска, основанного на модели математического ожидания потерь от ущерба от вероятной аварии, которую можно представить в следующем виде:

$$DR = \sum_{i=1}^m p_t^i \times D_t^i, \quad (63)$$

где: $p_t^i \times D_t^i$ - математическое ожидание потерь и ущерба от аварийной ситуации в t -м году;

p_t^i - вероятность возникновения аварийной ситуации в t -м году на i -м объекте;

D_t^i - ожидаемый ущерб от аварии в t -м году на i -м объекте;

m - количество потенциально опасных объектов.

Возникновение аварийных ситуаций по частоте, длительность устранения и стоимость ущерба моделируются случайным образом. Риск недостаточной загрузки оборудования связан с возможностью снижения объемов добычи минерального сырья по разным причинам, например, в случае усугубления экономического кризиса и т.д.

Резюмируя, следует прежде всего отметить, что отечественная риск-методология техногенной безопасности в настоящее время переживает непростой период. Следует признать определенное отставание отечественной теории анализа и оценки техногенного риска в сравнении с зарубежными научно-прикладными разработками, поскольку проблематика, связанная с оценкой техногенного риска до сих пор фактически находится вне поля ее зрения.

Требуют переосмысления многие привычные подходы, необходима разработка новых методов. Одной из ключевых в теории техногенного риска остается проблема количественного оценивания неопределенности. Необходим новый взгляд на применимость вероятностного описания свойств технических систем, эксплуатируемых в горнодобывающей отрасли. Совершенно очевидно, что данный подход не может претендовать на универсальный подход. Вследствие этого, перед российской наукой стоят интересные и непростые задачи в области количественной оценки рисков, в том числе техногенных рисков.

Учитывать потенциальную возможность потерь от аварии на эксплуатируемом оборудовании можно путем внедрения на предприятиях горнодобывающей отрасли дополнительно инструмента оценки техногенного риска, основанного на модели математического ожидания потерь от ущерба от вероятной аварии.

Отечественная риск-методология техногенной безопасности в настоящее время переживает непростой период. Следует признать

недостаточную проработку отечественным научным сообществом отдельных вопросов теории анализа техногенного риска в управлении техногенной безопасностью, в частности проблематики, связанной с оценкой техногенного риска.

5.2. Информационная и операционная безопасность как часть системы планирования ресурсов предприятия

В монографии исследуются условия возникновения киберугроз в горнодобывающей отрасли. В этой важнейшей для экономики страны отрасли в последние годы наметились тенденции к определенному оптимизму, вызванные подъемом цен на сырьевые товары, некоторым оживлением рынков и снижением затрат для большинства добывающих компаний. В то же время остается множество проблем, препятствующих дальнейшему их развитию. К их числу по праву можно отнести угрозы, связанные с кибератаками (с киберпреступностью).

Киберпреступность представляет собой серьезную проблему для всех компаний горнодобывающей отрасли вне зависимости от их размера и масштабов бизнеса. Кибератаки стали все более частыми и изощренными. Методы киберпреступников меняются. Поскольку все больше коммерческой и личной информации перемещается в цифровой форме, риски, связанные с кибератаками становятся все более сложными.

Согласно результатам международного исследования в области информационной безопасности, проведенного компанией Ernst & Young Global Limited (далее – EY), более половины горнодобывающих компаний (65%) отметили растущий уровень киберугроз [89].

Проблемам изучения рисков и угроз информационной безопасности посвящены работы зарубежных ученых: Д. Смита, А. Риддли, П. Уилсона и отечественных исследователей: Бердюгина А.А., Голованова О.Н., Менгазетдинова Н.Э., Полетыкина А.Г., Промыслова

В.Г., Ревенкова П.В., Роговского Е.А. и др. Вопросы киберустойчивости и безопасности исследуют международные (например, Всемирный экономический форум) и национальные организации (Национальный институт стратегических исследований).

Целью данного исследования является определение возможных направлений усиления киберустойчивости предприятий горнодобывающей отрасли на основе выявления ключевых угроз, а также разработка предложений по кибербезопасности.

Ранее основными целями киберпреступников были банки, финансовые, медицинские учреждения, теперь они обратили внимание и на компании добывающей сферы. Проблема киберугроз в данной отрасли тесно связана с растущей автоматизацией ее производственных процессов. Ручной труд и простые механизмы ушли в прошлое. На смену им пришли устройства, контролируемые централизованно посредством специального программного обеспечения.

Значительная часть промышленных систем управления (Industrial Control Systems, ICS), используемых в 2016 году, была разработана еще десятилетия назад. Новые требования к подключению к корпоративным сетям и использованию удаленного доступа, разработчиками ICS вызывают необходимость адаптации соответствующих ИТ-решений для того, чтобы упростить интеграцию и снизить затраты на разработку. Однако такие действия порождают возникновение целого ряда новых серьезных уязвимостей.

В исследовании [164] приведены несколько примеров крупных кибератак в горнодобывающей промышленности. Так, в 2015 году крупное канадское золотодобывающее предприятие Detour Gold Corp. подверглось атаке группировки хакеров, называвших себя *Angels_Of_Truth*. Злоумышленникам тогда удалось выкрасть более 100 Гб ценнейшей информации. При этом 18 Гб этой информации в дальнейшем были размещены на торрент-трекере.

Годом позднее - в 2016 году также попал под хакерскую атаку Департамент промышленности, ресурсов и энергетики Нового Южного Уэльса. Однако попытки получения злоумышленниками доступа к конфиденциальной информации, относящейся к разрешениям на добычу полезных ископаемых, не увенчались успехом.

В том же 2016 году в известной золотодобывающей компании Goldcorp (Канада) случилась крупнейшая по величине утечка информации и производственных данных. Киберпреступниками было обнародовано 14.8 Гб данных путем размещения соответствующих документов на популярном сайте Pastebin, предназначенном для хранения и общего использования данных, со ссылками на его скачивание. В размещенном архиве содержались персональные данные работников компании, а также финансовая информация.

Как показал анализ, в горнодобывающей промышленности злоумышленникам интересна, прежде всего, информация о:

- данных по ценообразованию на металлы и минералы;
- интеллектуальной собственности, способу производства, обработки сырья, химических формулах, программном обеспечении и т. д.;
- государственной политике в добывающей отрасли,
- принятых решениях и процедурах принятия решений высшим руководством компаний;
- данных по новым потенциальным месторождениям;
- запасах руды и производственных процессах;
- системах мониторинга шахт, используемых в целях контроля за производством, безопасностью и мониторингом состояния окружающей среды в режиме реального времени.

Кибератаки в горнодобывающей отрасли не только являются причиной потерь, связанных с простоями производства, но и оказывают негативное влияние на рыночную стоимость акций горнодобывающим

компаниям, наносят ощутимый ущерб экономикам стран или регионов в тех случаях, когда она зависит от подобных предприятий.

Исследование показало, что компании горного сектора традиционно направляют недостаточный объем средств на информационную безопасность несмотря на усиление киберугроз. Отчасти такое положение можно объяснить тем, что факты нарушения информационной безопасности зачастую остаются незамеченными, либо информация о них отсутствует, в связи с чем недооцениваются масштабы этого риска, не говоря уже о его последствиях.

Согласно опросу [89], более половины средств, направляемых сегодня на информационную безопасность, тратится на поддержание текущего состояния систем. Никто не отрицает важности мероприятий, которые нацелены на поддержку ключевых процессов, включая корректировку программ, обновление антивирусов, управление правами пользователей и доступом. Они, безусловно, необходимы, однако никак не содействуют повышению безопасности.

В горнодобывающем секторе проблема нехватки финансирования осложняется разделением зон ответственности за информационную безопасность и безопасность технологических процессов. Как правило, защита таких процессов не входит в компетенцию начальника службы информационной безопасности или ИТ-отдела, что приводит к финансированию избыточных мероприятий, дублированию задач, размыванию приоритетов, а также возникновению недостатков в информационной среде.

Все больше фактов свидетельствует о том, что во многих крупнейших компаниях нарушения информационных систем могут оставаться незамеченными. Взломы осуществляются либо изнутри самим сотрудником организации, либо снаружи неизвестными злоумышленниками. В некоторых случаях криминалистическая экспертиза устанавливает, что система была взломана давно и все это

время злоумышленники прощупывали среду в поисках интересующей их информации или доступа к определенным активам. Зачастую компания обнаруживает вредоносные программы и начинает принимать меры только после потери данных.

Практически каждая отрасль подвержена киберугрозам, оказывающим негативное развитие как на экономику отдельных государств, так и устойчивое развитие мировой экономики. По данным Всемирного обзора экономических преступлений PricewaterhouseCoopers (PWC) за 2016 г., на фоне небольшого снижения экономической преступности в целом киберпреступления показали самый высокий показатель за весь период публикации обзоров. Так, уровень киберпреступности повысился с 24% в 2014 г. до 32% в 2016 г., заняв вторую позицию среди видов экономической преступности в мире, опередив отмывание денег, коррупцию и другие составляющие [14].

Для российских предприятий кибератаки обернулись многомиллионными убытками, нанесли серьезный ущерб репутации компаниям и ее акционерам из-за утечки конфиденциальной информации. Согласно информации аналитического центра TAdviser транснациональная компания Microsoft совместно с компанией Group-IB и Фондом развития интернет-инициатив (ФРИИ) представили результаты исследования «Киберпреступность в России и ее влияние на экономику страны»¹².

Упомянутое исследование о киберпреступности в России основано на результатах опроса респондентов 600 компаний, из которых 58% являлись представителями сегмента среднего и малого бизнеса, 42% - крупных коммерческих компаний и государственных структур, представлявших такие отрасли экономики, как финансы и страхование, телеком, ИТ, ритейл, FMCG, промышленное производство, транспорт,

¹² <http://www.vestifinance.ru/articles/69742>

энергетику и др. В опросе участвовали руководители ИТ, руководители служб информационной безопасности и их заместители.

По данным совместного исследования Group-IB, Фонда Развития Интернет-Инициатив (ФРИИ) и Microsoft¹³, ущерб экономике России от киберпреступности в 2015 году составил 203,3 млрд руб. или 0,25% от ВВП России. В том числе, прямой финансовый ущерб составил 123,5 млрд руб., а затраты на ликвидацию последствий (косвенный ущерб) – более 79,8 млрд руб. (рисунок 5.1).



Рис. 5.1 - Прямой и косвенный ущерб экономике России от киберпреступности в 2015 году

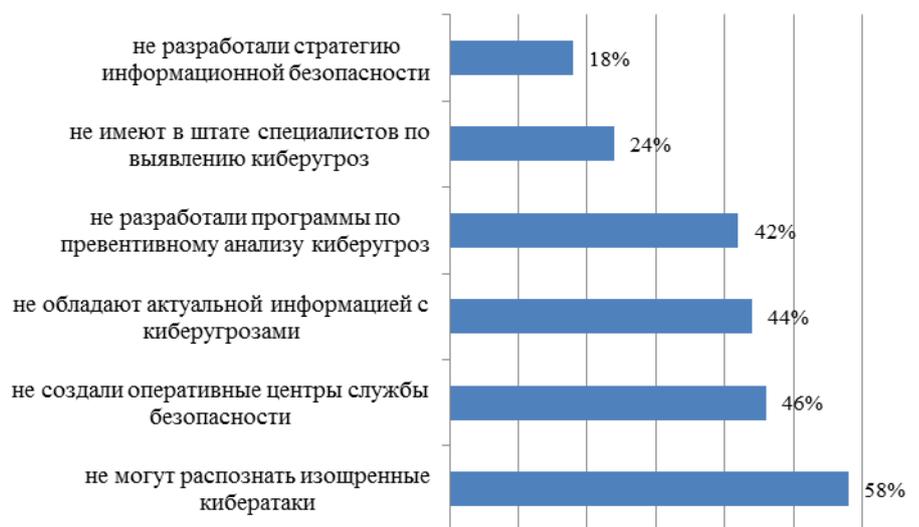
Согласно опросу две трети российских компаний считали, что за последние три года количество киберпреступлений увеличилось в среднем на 75%, а ущерб вырос в два раза. При этом в краткосрочной перспективе (горизонт три года) респонденты прогнозировали как рост количества инцидентов, так и ущерба от них, в 1,7 и 1,9 раза соответственно.

Стремительное распространение киберугроз в горнодобывающей отрасли обусловлено рядом факторов, и прежде всего активной информатизацией технологических процессов. Передовые технологии

¹³ <https://rg.ru/2016/04/13/ekonomika-rt-poteriala-bolee-203-mlrd-rublej-ot-kiberprestupnosti.html>

открыли ряд новых возможностей для оптимизации производственных процессов. Однако распространение таких технологий сопряжено с неизбежным ростом информационных угроз - подключение производственной среды к информационным системам значительно облегчило работу хакеров. Ранее самое важное место в организации производственных процессов отводилось операционной эффективности, охране труда, технике безопасности и защите окружающей среды, а обеспечение информационной безопасности оставалось на заднем плане. Как правило, этим занимались специалисты по автоматизации процессов, которые по сравнению с ИТ-специалистами имеют меньше опыта в области информационной безопасности и не всегда компетентны в данном вопросе. В результате при подключении различных физических процессов к информационным сетям многие предприятия горнодобывающей отрасли оказываются неспособными разработать надлежащие системы управления рисками и средства контроля своими силами. Кроме того, большое значение приобретают вопросы защиты информации при удаленном управлении производством, которое получает все большее распространение в горно-металлургическом секторе и создает благодатную почву для киберпреступлений. Уязвимость производственной среды может иметь самые серьезные последствия.

Исследование [89] показало достаточно тревожную картину, показывающую недооценку, а порой и игнорирование вызовов, исходящих от киберпреступников, что можно проиллюстрировать данными рисунка 2.



Примечание: Составлено автором по данным [5]

Рис. 5.2 – Результаты опроса состояния кибербезопасности обследованных российских горнодобывающих компаний

Между тем, необходимость защиты автоматизированных систем управления производственными и технологическими процессами от кибернетических атак осознана во всех развитых странах, включая Российскую Федерацию [72, 88, 123, 165].

Таким образом, предстоит серьезная работа, в которой науке отведена одна из ключевых ролей.

Природа устойчивости как функциональной модели является важным элементом способности государства и предприятий справляться с решением задач, которые выдвигают упомянутые рисковые события, названные «новой разновидностью проблем» [123]. Устойчивость - способность системы сохранять текущее состояние при наличии внешних воздействий. Понятие устойчивости системы определяется её способностью вернуться к состоянию равновесия после того, как исчезнут внешние силы, выведшие ее из этого состояния.

Киберустойчивость является частью гораздо более широкого преобразования различных слоев общества, обусловленного информационными и коммуникационными технологиями. Но нарушение киберустойчивости является не только областью потенциального риска

для роста и конкурентоспособности, но и средством их обеспечения. Страны и компании, которые инвестируют в совершенствование механизмов ее поддержания и развивают кибервозможности по укреплению доверия клиентов и инвесторов, будут иметь конкурентное преимущество в эпоху сетевой экономики [167].

В настоящее время предприятия и организации осуществляют свою деятельность в мире, становящимся все более кибернетическим, а также в условиях рисков, исходящих из киберпространства [171]. Эти новые формы риска нередко иллюстрируют то, как отдельные события могут спровоцировать возникновение других проблем в сложноподчиненной системе.

Киберустойчивость в отличие от кибербезопасности и управления рисками, в значительной мере фокусирующихся на обеспечении защиты через управление и контроль за известными рисками, требует, чтобы все предприятия независимо от их размера готовились уже сейчас. Для того, чтобы выдержать и смягчить негативные последствия активности в киберпространстве, предприятия должны усилить программу действий по управлению рисками, включив в него механизмы обеспечения киберустойчивости [139].

Киберпространство позволяет легче прятаться, возможности деятельности в нем неоспоримо гораздо динамичнее с точки зрения нарушения работы программного обеспечения (ПО) как персонала, так и систем. Больше того, имеет место проблема в части дифференциации законов и правил в зависимости от юрисдикции, делающих преследование киберпреступников по закону достаточно сложным. Кроме того время на подготовку киберпреступлений, как показал анализ, сокращается, в то время как потенциальные выгоды возрастают. Можно сказать, что мировая киберпреступность стала более организованной, ее профессиональный уровень постоянно растет. Киберпреступность сегодня характеризуется своей инновационностью и стратегической

ориентированностью, ее финансовый потенциал постоянно расширяется по мере роста онлайн-экономики.. Киберустойчивость становится одним из важнейших экономических и социальных проблем. Следовательно, решение задачи обеспечения киберустойчивости становится совершенно необходимым как на уровне предприятия, так и государства

Для эффективной защиты требуются новые подходы, которые позволяют не только создавать комплексную, глубокоэшелонированную защиту, но и проводить расследования инцидентов, чтобы не допустить их повторения.

Исследование показало, что сейчас основной тренд на рынке информационной безопасности – это противодействие таргетированным атакам, которое включает комплекс мер. Большинство целевых вторжений сейчас происходит через почту: вам присылают файл, похожий на то, что ждете вы, и после его запуска происходит заражение.

Наблюдается также увеличение интереса заказчиков к облачным решениям. У российских заказчиков появился спрос на облака в зарубежных центрах обработки данных (ЦОД), такие, как Microsoft Azure и Amazon Web Services. Многие российские операторы осознали возможность расширить свои портфели услуг безопасности за счет облаков.

Кроме того, становятся актуальными технологии микросегментации, когда защищается не только периметр сети от угроз входящего трафика, но и трафик между серверами. Сейчас эти концепции рассматривают некоторые крупные заказчики, хотя это не дешевые технологии.

Выводы и результаты исследования. Представляется, что существенные действия требуются от всех игроков для обеспечения киберустойчивости. Для того, чтобы уменьшить общий уровень рисков,

необходимо сочетание усилий государства, промышленных ассоциаций и отдельных учреждений.

По мере распространения новых технологий во всех отраслях экономики горнодобывающий сектор остается уязвим для угроз в сфере кибербезопасности. Горнодобывающие компании сталкиваются с широким спектром рисков, и на этом фоне от их руководства требуется усиление программ обеспечения кибербезопасности.

По нашему мнению, добиться успеха в решении вопроса обеспечения кибербезопасности можно в условиях, когда инициатива будет исходить исключительно от владельцев горнодобывающих компаний. При этом вектор основных усилий должен быть сосредоточен:

- на усложнении задачи несанкционированного доступа для киберпреступников;

- на обнаружении вредоносных программ путем создания надежной базы для своевременного обнаружения кибератак с тем, чтобы не допустить причинения серьезного вреда организации;

- на эффективном реагировании на вредоносные атаки и принятии корректирующих мер и информировании за счет поддержания в компании высокого уровня осведомленности персонала о существующих рисках о рисках.

Целесообразно, на наш взгляд, осуществить следующие меры для усиления киберустойчивости и нивелирования рисков на уровне бизнеса в горнодобывающей сфере:

- интеграция принципов киберустойчивости в управление рисками в масштабах горнодобывающего предприятия;

- представление дифференцированной защиты на основе важности его ключевых активов;

- развертывание активной защиты в качестве превентивной меры для предупреждения возможных атак;

- непрерывное тестирование для улучшения реагирования на инциденты;
- привлечение передового персонала, способного осознать ценность информационных активов;
- увеличение инвестиций в образование и программы научных исследований в сфере кибербезопасности.

Руководству предприятий горнодобывающей сферы надлежит постоянно держать в центре внимания вопросы обеспечения информационной и операционной безопасности, а их решение следует взять под жесткий контроль. Киберугрозы должны занять достойное место в иерархии рисков предприятия, а задачи кибербезопасности - стать неотъемлемой частью системы планирования ресурсов горнодобывающего предприятия.

5.3. Валютные риски в деятельности промышленных предприятий: теоретические аспекты, методология

В условиях мировой глобализации, проявляющейся в дерегулировании национальных экономик, снижении или даже отсутствии ограничений на движение капитала, именно валютный курс является одним из основных источников неопределенности. Важность валютного курса в современном мире неуклонно возрастает, поскольку его высокая волатильность отражается не только на финансовых результатах хозяйствующих субъектов, но и является предопределяющим фактором при принятии решений о выходе на иностранные рынки или осуществлении инвестиций в зарубежные активы. Так, по оценкам экспертов, во время кризиса 2008 года 30-40% величины доходов компаний, около 30% доходов или убытков от вложения инвесторов в иностранные акции и около 60% от инвестиций в облигации были скорректированы в связи с изменением курсов валют. События 2014 года, в ходе которых российская валюта обесценилась на

более чем 100% доказали беспрецедентную роль валютных курсов в экономической сфере жизни корпораций и населения: снижение покупательской способности граждан и доходов российских и зарубежных корпораций, прекращение предпринимательской деятельности зарубежных компаний в России.

Особенность проявления валютного риска для золотодобывающих предприятий заключается в том, что колебания валютного курса оказывают определенное влияние на способность обслуживания кредитов в иностранной валюте, поскольку выручка привязана к доллару США.

Как показало исследование, влияние изменения курса иностранной валюты по отношению к рублю существенно возросло в 2015 г. по сравнению с 2014 г. Приведем лишь один пример. В ПАО «Полюс Золото» влияние курса иностранной валюты на поступление денежных средств, по нашей оценке, составило порядка 4,9 млрд руб. (0,63% валюты баланса), в то время как годом ранее 1,2 млрд руб. (0,21%, соответственно).

Следует заметить, что по итогам 2015 г. золотодобывающие предприятия получили общий эффект от повышения курса доллара США. За счет того, что цены на основные ресурсы установлены в рублях, а цены на конечную продукцию зависят от мировых цен в долларах за унцию золота. Все отмеченное выше подчеркивает особую актуальность созданию механизма управления валютным риском, методов его оперативной и качественной оценки.

Оценка валютного риска используется при ограничении (лимитировании) величины валютных позиций золотодобывающего предприятия, для оценки величины совокупного риска, при планировании и анализе деятельности, при планировании мероприятий по снижению валютного риска (операций хеджирования), а также при

принятии решений о проведении конкретных операций с инструментами, подверженными валютному риску.

Теоретические аспекты в области валютного риска рассмотрены в работах Стива Хьюса, Кейта Редхеда, Пола Кругмана, Джеффри Сакса, Ф.С. Мишкина, Т.А. Агапова, А.С. Селищева, Н.А. Миклашевской, О.В. Лаврушина и других отечественных и зарубежных ученых.

Решение практических проблем валютного риска изложено в трудах Кевина Коннолли, Джона Мэрфи, Д. Каплана, Л. Макмиллана, В.И. Селюкова, Д.А. Поспеловой, В.И. Тиняковой, И.А. Зарипова, А.В. Мазанова и других авторов.

В качестве методологической основы для оценки валютного риска целесообразно, на наш взгляд, исходить из рекомендаций Базельского Комитета по банковскому надзору, сформулированных в отдельных материалах Комитета, достаточно подробно описывающих принципы оценки валютного риска [163].

Изучение экономической литературы в области методологии применительно к валютным рискам позволило установить, что для оценки рисков в сфере производственной деятельности, а также в финансовой сфере получили широкое применение как количественные показатели риска, так и качественные [25, 62, 115].

В частности, исследователем Двоглазовым С.И. разработан механизм применения ресурсно-управленческого подхода с использованием балансовой модели к оценке финансовой устойчивости предприятия с целью снижения негативного влияния валютного риска [25]. Более известны методологии оценки рисков на основе концепций Value-At-Risk (VAR).

В плане терминологии VAR по имеющимся теоретическим представлениям рассматривается как: 1) название методологии количественной оценки рисков, 2) количественная мера риска, равная максимальным потерям по данному риску, которые возможны в течение

определенного срока для расчета риска с заданной доверительной вероятностью. VAR определяет величину риска в нормальных рыночных условиях.

Как показало исследование, это не единственный метод количественной оценки валютного риска. Так, в диссертации Лабудевой М.О. обоснована необходимость использования на практике наряду с моделью VaR одновременно других моделей оценки валютного риска – методов Монте-Карло и Shortfall [62].

Рассмотрение отмеченного подхода оценки валютного риска, представляющегося нам достаточно громоздким и затрудняющим, в некотором смысле, ее практическое использование. Данное обстоятельство позволило автору предложить методику, основанную на применении показателя VaR, с одной стороны, а также учета стресс потерь, с другой. Предлагается также оценивать величину переоценки валютных позиций.

Для расчета прогнозируемых потерь мы предлагаем использовать показатель Value at Risk (VaR). VaR, рассчитываемый по формуле:

$$VaR = -(-Z_{\alpha} \times \sigma + \mu) \times B \times K, \quad (63)$$

где: Z_{α} – квантиль нормального распределения, коэффициент, который показывает, во сколько раз потери для заданной вероятности больше стандартного отклонения;

μ – среднее значение ежедневного изменения курса за период;

σ – стандартное отклонение ежедневного изменения курса валюты;

B – объём открытой валютной позиции;

K – курс валюты, установленный Банком России на дату расчета риска.

Стресс потери валютного риска инструмента, портфеля инструментов, валютной позиции золотодобывающей компании, как нам

представляется, в целом должны определяться как потери инструмента, портфеля инструментов, валютной позиции или золотодобывающей Компании в целом, возможные в результате изменения курсов валют в соответствии с заданными шоками.

Важным этапом оценки валютного риска является выбор количества исторических периодов, так называемой глубины предыстории. Этот период, как показал анализ, целесообразно выбирать равным сроку для расчета риска, на основании данных по торгам (курсам валют и драгоценных металлов) в которые проводятся статистические оценки риск-факторов. Соответственно, если в качестве периода и срока для расчета риска выбрать один день, а глубину предыстории взять равной 250 торговым дням (один год), то получатся ряды из 249 однодневных изменений данных по торгам, на основании которых могут быть оценены такие риск-факторы, как волатильность и коэффициенты корреляции.

К параметрам оценки валютного риска автор относит 1) доверительный уровень, 2) глубину предыстории, 3) срок для расчета риска, 4) риск-факторы, 5) шоки.

По результатам полученных оценок VAR и стресс потерь, фактической открытой валютной позиции золотодобывающего предприятия по всем сценариям можно сделать вывод о целесообразности проведения операции в той или иной валюте, а также предложить возможные меры по снижению валютного риска.

Для минимизации валютного риска необходимо привести в полное соответствие как суммы, так и сроки погашения активов и обязательств в иностранной валюте, так как на развитых рынках FOREX валютные курсы находятся в постоянной динамике, и расхождение в позициях даже на несколько часов может потенциально привести к значительным убыткам.

В целях полного покрытия валютного риска необходимо также обеспечить совпадение валюты позиций. Несмотря на то, что в случае наличия высоко диверсифицированного валютного портфеля валютный риск «размывается», и потери по одним валютам будут возмещены за счет прибыли по другим, существует ряд исторических примеров, доказывающих, что курс определенной валюты может одновременно измениться по отношению ко всем валютам (например, обесценение курса российского рубля по отношению ко всем мировым валютам в 1998 году). В подтверждение некорректности рассматриваемой точки зрения служит тот факт, что даже при наличии общей корреляции между валютами, входящими в портфель, равной -1, корреляция все же является показателем, основывающимся на исторических данных, которые не обязательно будут иметь место в будущем.

5.4. Метод Due Diligence как инструмент снижения предпринимательских рисков в промышленности

С развитием рынка занятие бизнесом в сфере золотодобычи становится все более рискованным. Нередки случаи, когда приобретение привлекательного на взгляд компании актива впоследствии может быть сопряжена с рядом отрицательных эффектов. Приобретя бизнес, можно столкнуться с потерей части активов по причине того, что ранее они не были юридически оформлены, не учтены требования экологии и т.д.

Зарубежный риск-менеджмент выделяет разные способы предотвращения и противодействия возникновению потенциальных рисков. На сегодняшний день наиболее привлекательным является метод Due Diligence, охватывающий практически все стороны исследования деятельности предприятия. Компании достаточно часто сталкиваются с необходимостью получить реальную информации о уже имеющихся, а

также о будущих контрагентов (партнерах), об их финансовом положении, платежеспособности, насколько они надежны как партнеры.

Термину Due Diligence (Дью Дилидженс), по мнению ряда ученых [57], мало уделено внимания в деловой экономической литературе. Кроме того, это понятие часто применяется в практике делового оборота порой без ясного понимания его смысла. Толкование данного термина можно связать с: «всесторонним исследованием достоверности предоставляемой информации», «тщательным наблюдением», «проверкой должной добросовестности», «всесторонним исследованием деятельности компании, в том числе ее финансовое состояние и положение на рынке».

Анализ показал, что чаще всего проверка по методу Due Diligence, обозначающему действия, призванные обеспечить проекту минимальную защиту от неожиданностей, широко используется западными инвестиционными банками. Данный метод с некоторых пор стал применяться и в России, хотя до настоящего времени этот метод проверки клиентов не нашел отражения в соответствующих стандартах. Наряду с этим Due Diligence уже не только предмет банковской практики. Теперь эта процедура, состоящая из проведения всеобъемлющего анализа многих сторон деятельности компаний с позиций аналитиков и специалистов в области финансов, аудита, юриспруденции и т.д., стала находить применение и в производственной сфере.

В России данный метод является недостаточно популярным, однако он имеет высокие перспективы для анализа и устранения финансовых рисков на предприятии. Этому способствует, прежде всего, выход российских компаний на международные рынки капитала, усиление требований инвесторов к в части раскрытия информации, касающейся объекта финансирования. По оценке экспертов CIG Business Consulting, в ближайшие 5–10 лет процедура Due Diligence будет в

России такой же популярной, какой она сегодня является в ряде развитых западных стран [66].

Процедура дью-дилидженс, что переводится с английского языка как «обеспечение должной добросовестности», представляет собой ряд мероприятий по формированию объективного представления об объекте инвестирования. При этом в качестве такого объекта может выступать не только юридическое лицо, но и права требования, земельный участок или объект недвижимости.

Впервые этот термин появился в 1933 году в США в законе о ценных бумагах, а современные стандарты дью-дилидженс были разработаны в 1977 году в Швейцарии рядом банков, подписавших соглашение, устанавливавшее единый подход к сбору информации о своих клиентах. Это было сделано для того, чтобы избежать жесткого государственного регулирования их деятельности. Позднее принципами, которые изложены в соглашении, получившем название «The Swiss Banks Due Diligence Agreement», стал пользоваться и консалтинговый бизнес для всестороннего анализа деятельности компании с точки зрения юристов, аудиторов и финансовых аналитиков.

В России в настоящее время отсутствует какой-либо нормативный правовой акт, регламентирующий процедуру проведения due diligence. Объем исследования, степень детализации и прочие критерии зависят только от цели инициатора процедуры. Несмотря на отсутствие законодательной базы, услуга дью-дилидженс становится все более востребованной среди участников российского инвестиционного рынка, поскольку возрастает необходимость в надежной и полной информации о партнере при заключении сделки.

По оценкам экспертов, через пять-десять лет в России процедура due diligence станет распространена также, как и в западных странах.

В осуществлении дью-дилидженс, как правило, заинтересован инвестор, то есть тот, кто собирается купить или вложить деньги в ту или

иную компанию. При совершении сделки, особенно крупной, очень важно иметь исчерпывающую информацию об объекте финансирования, его реальной стоимости и возможных правовых и налоговых последствиях.

В число лиц, заинтересованных в проведении дью-дилидженс, кроме внешних инвесторов, входят акционеры компании, а также ее топ-менеджеры. Полученные в результате проверки показатели могут впоследствии помочь в подготовке выпуска ценных бумаг или разработке механизма защиты от враждебного поглощения.

DueD также желательна в следующих случаях:

- изменение статуса компании из-за поглощения или слияния;
- долевое участие другого собственника в деятельности фирмы;
- смена структуры топ-менеджмента;
- получение помощи от спонсоров;
- получение займов;
- снижение эффективности деятельности компании;
- наложение ареста на активы;
- судебные разбирательства;
- выявление нарушений в результате налоговых проверок;
- возникновение трудовых споров и конфликтов;
- утрата интеллектуальной собственности;
- снижение конкурентных позиций компании.

В ходе процедуры выполняются мероприятия по:

- 1) Проверке достоверности информации о финансовом состоянии компании.
- 2) Оценке степени реализации планов, как текущих, так и стратегических.
- 3) Анализу целесообразности проводимой компанией политики.
- 4) Поиску конкурентных преимуществ.
- 5) Оценке эффективности системы управления.

Общая цель дью-дилидженс — снизить существующие предпринимательские риски или полностью избежать их, включая риск приобретения пакета акций по завышенной стоимости, неисполнение обязательств, риск утраты денег или имущества

Процедура due diligence

Процесс комплексной DueD обычно состоит из пяти независимых блоков работы, по каждому из которых дается объективное заключение:

1. Налоговый due diligence. Задачей этого этапа является анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия за три последних года. Это необходимо для того, чтобы определить реальное финансовое состояние фирмы на текущий момент и выявить потенциальные налоговые риски. Проводится анализ налоговой и бухгалтерской отчетности, основных видов деятельности и основных средств организации, включая инвентаризацию имущества, финансовых вложений, дебиторской задолженности, уплаты обязательных платежей и выявление скрытых кредиторских задолженностей, проверка контрагентов. По результатам формируется отчет, содержащий описание потенциальных налоговых рисков и рекомендаций по их минимизации.

2. Операционный DueD. Задача этого этапа — проведение экспертизы учредительных документов компании, направленной на определение структуры владения организацией, объема имущественных и неимущественных прав каждого собственника (акционеров), возможных рисков, даются предложения по их снижению. В ходе анализа корпоративной структуры проверяется правильность регистрации выпуска акций и основных сделок с ними, полнота выплат акционерам. Итогом этого этапа также становится независимый отчет.

3. Юридический due diligence предполагает правовую экспертизу всех правоустанавливающих документов по каждому активу с целью выявить их вид и объем, риск выбытия, а также формирование рекомендаций по защите активов. Эксперты проверяют договоры с

контрагентами, договоры займа, объекты недвижимого имущества на наличие обременений, правоустанавливающие документы на недвижимое имущество и документы на товарный знак. Также оцениваются риски привлечения к ответственности со стороны государственных органов и контрагентов. В рамках данного анализа проводится всесторонняя проверка по базам судебных приставов, ВАС РФ, СПАРК, ЕГРЮЛ и других. Заказчик получает отчет с перечислением возможных правовых рисков и рекомендациями по их минимизации.

4. Маркетинговый DueD. Дается оценка рыночной конъюнктуры, основных трендов и продукта с точки зрения конкурентоспособности на рынке, анализируются риски маркетинговой политики, что отражается в отчете.

Финансовая оценка due diligence.

На этом этапе определяются ключевые показатели финансового состояния компании и производится их анализ, чтобы оценить перспективы приобретения бизнеса и его последующего развития. Анализ включает оценку рыночной стоимости бизнеса, расчет финансовой устойчивости, коэффициентов платежеспособности и деловой активности. В итоговом отчете приводятся все показатели и коэффициенты, дается заключение оценщика.

Следует заметить, что процедура проведения Due Diligence занимает достаточно большое время, его продолжительность может занимать несколько недель и более, что определяется структурой и размером бизнеса. Несмотря на это метод Due Diligence применим, на наш взгляд, при оценке и управлении рисками золотодобывающих предприятий, так как данной сфере деятельности присущи действия, связанные с продажей/покупкой компании; оценкой инвестиционной привлекательности компании; публичном предложении ценных бумаг на фондовом рынке; слиянии и поглощении; создании совместного

предприятия; коммерческого кредитования; проверки надежности своего контрагента.

Due Diligence, способствует избежанию, либо максимальному снижению предпринимательских рисков, связанных с различными обстоятельствами: приобретением предприятия (или его части) по завышенной стоимости; неисполнением принятых обязательств предприятиями-должниками; утратой имущества, денег, причинением убытков, включая нематериальные активы и другое [57].

Схематично суть процесса Due Diligence показана на рисунке 5.3.

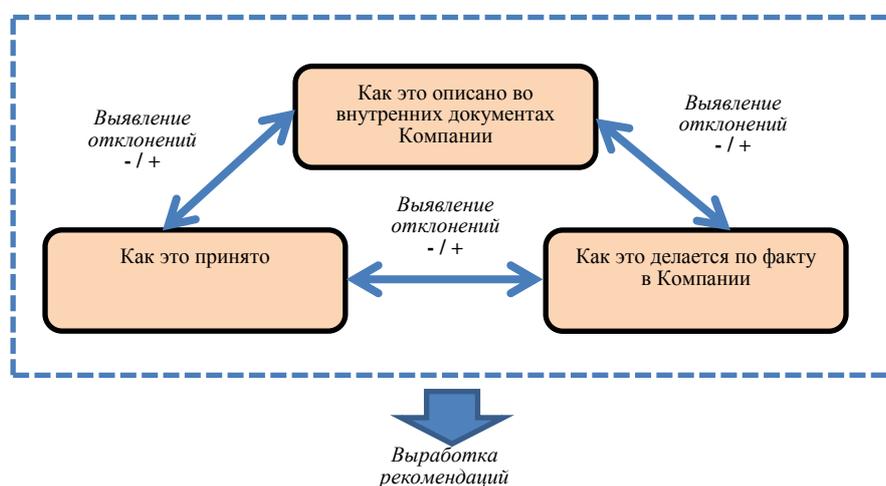


Рис. 5.3. Содержание комплексного анализа по методу Due Diligence

Для обнаружения рисков существуют различные методы анализа и оценки. В науке набирают популярность такие научные методы, как нечеткие множества, теория графов, нейронные сети, имитационное моделирование рисков, анализ чувствительности [126]. Их можно использовать при проведении экономической экспертизы предприятия с целью выявления рисков.

Необходимо заметить, что ни один из методов не является универсальным. Поэтому его выбор должен осуществляться в соответствии с учетом требований, которые выдвигает организация для

управления рисками. Метод Due Diligence может представлять достойную альтернативу данным подходам.

В методике анализа и оценки финансовых рисков в процессе экономической экспертизы по методу Due Diligence используются два метода: метод экспертных оценок и метод когнитивных карт [151].

Метод экспертных оценок является общераспространенным при анализе и оценке рисков, поскольку руководство каждого предприятия может, опираясь на свой профессиональный опыт, сформулировать основные риски (факторы рисков) и ранжировать их по силе воздействия.

Суть метода когнитивных карт заключается в построении когнитивных карт и осуществления на их основе моделирования различных сценариев развития событий. Следовательно, моделирование позволяет спрогнозировать наступление тех или иных событий, которые могут негативно сказаться на результатах финансовой деятельности предприятия.

При построении когнитивной модели вся входящая информация представляется в виде набора факторов, которые связаны между собой причинно-следственной связью, т.е. формируется когнитивная карта. Когнитивная карта представляет собой отражение субъективных оценок эксперта или группы экспертов о законах и закономерностях, которые присущи моделируемой системе. Построенная когнитивная карта моделируемой системы способствует снятию неопределенности за счет формирования модели знаний эксперта об изучаемой системе. С целью исследования структуры системы, проведения прогнозирования и формирования эффективных управленческих решений к когнитивной карте применяются методы аналитической обработки. Задачи когнитивного моделирования можно решить с помощью различных программных продуктов.

Для осуществления нечеткого моделирования можно использовать систему Matlab (сокращение от MATrix LABoratory - матричная лаборатория) при помощи пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox (далее FLT), в котором реализованы десятки функций нечеткой логики и нечеткого вывода. FLT обладает простым и хорошо продуманным интерфейсом, с помощью которого легко осуществляется проектирование и диагностирование нечетких моделей. Графические средства FLT позволяют интерактивно отслеживать особенности поведения системы.

В заключение необходимо отметить, что основная цель идентификации рисков состоит в предоставлении информации для формирования у лиц, принимающих решения, о целостной картине рисков. Применительно к золотодобывающей сфере важно выявление полного перечня рисков и понимание масштаба их влияния на деятельность золотодобывающего предприятия, серьезности их последствий. Due Diligence, по мнению авторов, можно отнести к эффективному средству управления рисками, ведь целью его проведения, как правило, является именно их минимизация.

ВЫВОДЫ

1. В современных условиях функционирования предприятий производственная программа должна составляться "под заказ", то есть планирование должно осуществляться не под фиксированный период, а под фиксированный объём.

2. В соответствии с вышеизложенным утверждением искомым параметром сейчас при расчёте производственной программы искомой переменной должен являться не объём производства, а продолжительность периода, необходимого для обеспечения заданного объёма производства.

3. При планировании производства под заданный объём («под заказ») возникают методологические проблемы, связанные с неопределенностью продолжительности периода, а следовательно и фонда рабочего времени, суммы накладных расходов (расходов периода), мощности поставщиков и других повременных исходных показателей плана. В работе предложена методика расчета оптимальной производственной программы "под заказ", по которой нужно проводить расчеты. Актуальными критериями оптимизации при решении плановых задач явилась экономия времени производства заданного объема продукции, та как данная величина является важнейшим фактором повышения оборачиваемости оборотных средств за счёт сокращения продолжительности производственного цикла.

4. Исходными данными оптимизации программы должны быть заказы на выпускаемую продукцию; мощности поставщиков, приведенные к одному часу; пропорции потребления различных видов сырья; нормы трудоемкости и тарифоемкости продукции; нормы маржинального дохода; профессиональный состав рабочих и проч. Критерием оптимизации должна выступать - минимизация продолжительности планового периода.

5. Важными факторами экономии времени производства явились: перевод избыточных рабочих на напряженные операции; усиление "узких" мест за счет сверхурочного труда и перевыполнения норм выработки. Перечисленные факторы предусмотрены предлагаемой методикой расчета производственной программы на ЭВМ и должны быть использованы работниками плановых служб текстильных предприятия при проведении производственных и аналитических расчетов по производственной программе.

6. Разработан метод оптимального перераспределения рабочих между операциями по критерию минимума доплат за совмещение профессий на основе транспортной задачи. Данный метод окажет ощутимую помощь нормировщикам при проведении ротации рабочей силы на производстве.

7. В монографии разработана теоретическая составляющая методики, а так же практическая инструкция по проведению расчетов оптимизации производственной программы по критерию минимизации времени, и эту инструкцию мы рекомендуем к воплощению в жизнь на предприятиях текстильной отрасли по причине её простоты в использовании и удобства проведения расчетов. Приведенные образцы заполнения матриц соответствующих исходных данных на примере конкретного предприятия - фабрики головных уборов ООО "Сулус-XXI" должны помочь при освоении данной методики на производстве.

8. Выполненная апробация предлагаемой методики на фактических материалах фабрики ООО "Сулус-XXI" за 2005 г. дадут серьезный стимул для использования разработанной методики планирования под заказ, а приведены образцы заполнения матриц соответствующих исходных данных на примере конкретного предприятия посредством простого в использовании программного обеспечения поможет быстрее внедрить методику расчетов на предприятия отрасли.

9. Производственная программа должна решаться по различным критериям оптимальности - на минимум простоев, на минимум времени производства, на максимум маржинального дохода за вычетом доплат за совмещение профессий, сверхурочные и прочие трудовые факторы.

10. Результаты апробации подтвердившие практическую применимость и экономическую эффективность предлагаемой методики планирования продолжительности периода производства фиксированного объема продукции "под заказ" дают веское основание для широкого использования методики на промышленных предприятиях текстильной отрасли. Ведь по сравнению с первоначальным вариантом расчета производственной программы, близким к традиционному, в предлагаемом варианте удалось сократить срок производства с 184,9491 ч ($Time_2$) до 149,4584 ч ($Time_8$). За счет этого простои рабочих снизились с 6278 чел.-ч до 835 чел.-ч. Снижение времени производства привело к относительной экономии накладных расходов на сумму примерно 350 тыс. рублей. Так как в настоящее время любой источник экономии денежных средств является важным, то и разработанная методика должна найти применение на текстильных предприятиях.

11. Расчет затрат на хранение единицы запаса сырья в час должен включать все затраты на содержание запаса начиная с затрат на кондиционеры и реагенты для сохранения сырья, заканчивая затратами на содержание складского здания.(пример расчёта по действующему предприятию представлен в приложении).

12. Расчёт расходов на транспортировку включает большое количество показателей, которые были систематизированы и представлены в табличной форме.

13. Таким образом по результатам проведенной работы можно с уверенностью сказать что в настоящее время совершенствование организации и планирования производства на предприятиях текстильной и лёгкой промышленности более целесообразно проводить путём:

- 1) оптимизации производственной программы по критерию минимума простоев рабочих, и максимуму маржинальных доходов по каждой производимой ассортиментной группе;
- 2) выявления всех составляющих включённых в расходы по хранению сырья на (единицу в час), а так же систематизации расходов по оформлению и транспортировке сырья от поставщика к производителю.

Получив входные данные в задаче управления запасами сырья нужно решать диффузионную задачу по оптимизации производственной программы и управлению запасами сырья. И лишь в этом случае предприятия текстильной и лёгкой промышленности, повысят оборачиваемость оборотных средств, уменьшат издержки на хранение и транспортировку сырья, уменьшат издержки на оплату простоев, возникающих в производстве из-за систематических сбоев снабжения и несопряженности производственных мощностей.

14. Многие привычные подходы методологии оценки техногенных рисков требуют переосмысления, ключевой в теории техногенного риска остается проблема количественного оценивания неопределенности. Необходим новый взгляд на применимость вероятностного описания свойств технических систем, эксплуатируемых в промышленном производстве.

15, Учитывать потенциальную возможность потерь от аварии на эксплуатируемом оборудовании можно путем внедрения на промышленных предприятиях дополнительно инструмента оценки техногенного риска, основанного на модели математического ожидания потерь от ущерба при вероятной аварии.

16. Проблема количественного оценивания неопределенности является доминирующей в теории техногенного риска. Необходим подход, основанный на применимости вероятностного описания свойств технических систем, эксплуатируемых в промышленной сфере.

17. Достижение успеха в обеспечении кибербезопасности во многом будет определяться тем, что инициатива в решении исключительно важной проблемы должна исходить прежде всего от владельцев промышленных компаний. При этом вектор основных усилий должен быть сосредоточен на усложнении задачи несанкционированного доступа для киберпреступников, на обнаружении вредоносных программ путем создания надежной базы для своевременного обнаружения кибератак, на эффективном реагировании на вредоносные атаки и принятии корректирующих мер.

18. Руководству промышленных предприятий надлежит постоянно держать в центре внимания вопросы обеспечения информационной и операционной безопасности, а их решение следует взять под жесткий контроль. Киберугрозы должны занять достойное место в иерархии рисков предприятия, а задачи кибербезопасности - стать неотъемлемой частью системы планирования ресурсов промышленного предприятия.

19. На сегодняшний день, как показал анализ, перед началом покупки бизнеса, осуществлением сделки по слиянию (присоединению), подписанием контракта или сотрудничеством с этой компанией, наиболее привлекательным является метод Due Diligence, охватывающий практически все стороны исследования деятельности промышленного предприятия.

20. Самостоятельное проведение Due Diligence целесообразно только в небольших компаниях, поскольку комплексный анализ большого бизнеса требует не только высокой квалификации специалистов, но и больших временных затрат.

21. Несмотря на отсутствие законодательной базы в Российской Федерации услуга Дью-дилиденс становится все более востребованной среди участников инвестиционного рынка, поскольку возрастает необходимость в надежной и полной информации о партнере при заключении сделки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.
2. Алтунджи Н.В., Мамедова Р.А., Руденко И.Е. Организация и планирование шерстопрядильных фабрик. «Лёгкая индустрия», 1965. – 290.
3. Анализ и моделирование производственных систем/ Б.Г.Тамм, М.Э. Пуусепп, Р.Р. Таваст и др. / Под ред. Б.Г. Тамма. -М.: Финансы и статистика, 1987.-191 с.
4. Афанасьев М.Ю., Суворов Б.П. Исследование операций в экономике: Учебное пособие. – Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 2003 – 312 с.
5. Ахьюджа Х. Сетевые методы управления в проектировании и производстве. -М.: Мир, 1979. -640 с.
6. Бондарик Г.К., Иерусалимская Е.Н., Ярг Л.А. Теоретические основы и принципы оценки риска геологических процессов в природно-технических системах // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2006. № 3. С. 36 – 38.
7. Борисович В.Т. Инструменты для управления рисками на рынке драгоценных металлов // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2013. № 1. С. 57 – 60.
8. Бездудный Ф.Ф. Павлов А.П. Математические методы и модели в планировании текстильной и лёгкой промышленности: Учебник для вузов. – М.: Лёгкая индустрия. 1979. – 440 с., ил. – (Учебник для вузов).
9. Брагина З.В., Маценова Т.А., Кожина В.П. Организация управления производственными процессами текстильных предприятий. – М.: Легпромбытиздат, 1990.- 236 с.: ил.

10. Брагина З.В. Организация управления производственными процессами текстильных предприятий / З.В. Брагина, Т.Д. Маценова, В.П. Кожина. - М.: Легпромбытиздат, 1990. - 236 с.
11. Вагнер Г. Основы исследования операций: В 3 т. -М.: Мир, 1972-1973. -Т. 2,3.
12. Венцель Е.С. Исследование операций. - М.: Советское радио, 1972. -552 с.
13. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент: Учебник. – 3–е изд. – М.: Гардарики, 1999. – 528 с.
14. Всемирный обзор экономических преступлений за 2016 год // PricewaterhouseCoopers [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pwc.ru/>.
15. Волгин А.П., Матирко В.И., Модин А.А. Управление персоналом в условиях рыночной экономики – М.: Дело, 1992. – 177 с.
16. Гаврилова Ю.В., Мамедова Р.А. Организация, планирование и управление шерстопрядильным производством: Учебник для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1993. – 224 с.
17. Ганова С.Д., Клюка Д.О. Управление геоэкологической безопасностью техногенных воздействий на компоненты окружающей среды при оценке риска от экзогенных геологических процессов // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2012. № 6. С. 60 – 63.
18. Гвишиани Д.М. Организация и управление. - Изд. 3-е перераб. -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. -332 с.
19. Горбатов А.В., Баранов С.С. Инструментарий исследования оценки риска на технологических объектах // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 7. С. 273 – 274.

20. Горский В.Г., Монин Г.А., Петрунин В.А. и др. Научно-методические аспекты анализа аварийного риска. М.: Экономика, 2002. 260 с.
21. Головинов О.Н., Погорелов А.В. Киберпреступность в современной экономике: состояние и тенденции развития // Вопросы инновационной экономики. № 6. 2016. С. 73-88.
22. Громова О.Н., Мишин В.М., Свистунов В.М. Организация управленческого труда. Учеб. Пособие. – ГАУ, 1993.
23. Денисова Н.Ф., Сорокина Г.С. Организация, планирование и управление хлопкопрядильным производством. – М.: Легпромбытиздат. 1985. - 264 с.
24. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: Теория и практика. 2-е изд., испр. и доп. М.: Полимедиа, 2002. 192 с.
25. Двоглазов С.И. Оценка и анализ валютного риска промышленного предприятия в системе финансового регулирования: диссертация на соискание ученой степени канд. экон. наук: 08.00.10. - Орел, 2013, 115 с.
26. Забайкин Ю.В. «Алгоритм расчёта исходных параметров модели управления запасами». (Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции.) - РосЗИТИЛП. М. 2004. 130 с.
27. Забайкин Ю.В. «Методика совместной оптимизации производственной программы и запасов сырья (ZM)». (Научно – производственный журнал), Д. 2004. – 50 с.
28. Забайкин Ю.В. «Роль теории запасов в эффективном управлении оборотными средствами». (Сборник материалов международной научно-технической конференции) « Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях «Лён – 2004»», К. 2004. - 250 с.

29. Забайкин Ю.В., Чулкова Л.В. «Разработка алгоритма получения исходных данных параметров задачи управления запасами» (Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции). С.–П. 2005. – 115 с.
30. Забайкин Ю.В., Чулкова Л.В. «Разработка алгоритма получения исходных данных параметров задачи управления запасами материальных ресурсов». (Сборник научных трудов аспирантов МГТУ им А.Н. Косыгина), М.2005.
31. Забайкин Ю.В. Повышение оборачиваемости оборотных средств посредством минимизации периода производств. Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции в ДИТУиД «Актуальные проблемы проектирования и технологии изготовления текстильных материалов специального назначения» (Текстиль 2005), Д. 2005. – 250 с.
32. Забайкин Ю.В. Минимизация периода производства. Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (Тестиль-2005) МГТУ им. А.Н. Косыгина. М. 2005.
33. Забайкин Ю.В. кандидатская диссертация «Совершенствование организации производства на текстильных предприятиях», 08.00.05. М., 2006. 276с.
34. Замаховский Л.И. Организация и планирование хлопкопрядильного производства, Изд. 2-е, испр. и доп. Учебник для студентов вузов и фак. текстильной пром-ти. М., "Легкая индустрия", 1972.-256 с.
35. Зафиров Э.Г. «Методы и модели оптимизационного управления производством, ориентированным на динамический портфель заказов». дис. канд. эк. наук: 05.02.22. – М. – 2004. 219 с.

36. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы прикладной математики. Учебник для вузов. 4-е изд., стер. - СПб.: Издательство "Лань", 2002. - 592 с.
37. Зернов Е.В. Организация и планирование производства химических волокон. М., «Химия», 1966. 304 с.
38. Зернов Е.В., Рысева С.Н. Экономика, организация и планирование производства химических волокон. М., «Химия», 1974. 264 с.
39. Ивлев В.А., Попова Т.В. Реорганизация деятельности предприятий: от структурной к процессной организации. -М.: Научтехлитиздат, 2001. —282 с.
40. Инструкция по учету затрат на производство и калькулированию себестоимости продукции по нормативному методу в хлопчатобумажной, шерстяной, шелковой и льняной отраслях промышленности. Утв. Мин-вом легкой пром. СССР 27.01.82. ЦНИИТЭИлегпром, 1982.- 47 с.
41. Информационные системы в экономике: учебник М.: 1996.
42. Иоффе И.Г., Пекшева Е.Н., Боброва З.В. Экономика текстильной промышленности: Учебник для вузов текстильной пром-сти. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981.- 392 с.
43. Иоффе И.Г., Степина А.Ф. Организация, планирование и управление на предприятиях трикотажной промышленности. Учебник для студентов вузов и фак. легкой пром-сти: Учеб. для вузов. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Легпромбытиздат, 1986. - 280 с.
44. Исследование операций: В 2 т. / Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби; Пер. с англ. -М.: Мир, 1981. -Т. 2: Модели и применение. -677 с.
45. Калашников В.А. Словарь рыночной экономики: М.: 1993. – 56 с.

46. Каменицер С.Е., Конторович В.Г., Пищулин Г.А. Экономика, организация и планирование промышленного предприятия. Изд. 2-е, переработ. И доп. [Учебное пособие для экон. Вузов и фак.] М., Госполитиздат, 1961 712 с.
47. Касти Дж. Большие системы. -М.: Мир, 1982. -216 с.
48. Кибанов А.Я., Захаров Д.К. Организация управления персоналом на предприятии. М.: ГАУ, 1994.
49. Конвей Р.В., Максвелл В.Л., Миллер Л.В. Теория расписаний. -М.: Наука, 1975.-358 с.
50. Кораблёва Г.В. «Адаптивное формирование оптимального производственного заказа машиностроительного предприятия: дис. канд. эконом. наук: 08.00.13. М., 2004. – 190 с.
51. Ковалевич О.М. Риск в техногенной сфере. М.: Издательский дом МЭИ, 2006. 152 с.
52. Козловский С.В. Прогнозирование геологических опасностей и риска их проявлений, как составная часть пространственно-временной системы // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2010. № 6. С. 59 – 61.
53. Колесников Е.Ю. Анализ техногенного риска: проблемы и неопределенности // Проблемы анализа риска. 2013. Т. 10. № 5. С. 14 – 20.
54. Косороков О.А., Мищенко А.В. Исследование операций: Учебник под общ. ред. д.э.н. проф. Тихомирова Н.П. – М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 448 с.
55. Котлер Ф., Армстронг Г, Вонг В., Сондерс Д. Основы маркетинга. М., С.-Пб., Киев: Вильямс, 2002.- 943 с.
56. Кузин Л.Т. Основы кибернетики: В 2 т. -М.: Энергия, 1973-1979. - Т.2: Основы кибернетических моделей. -584 с.

57. Кузьмин Е.В., Кудряшов А.А. Перспективы использования метода Due Diligence в Российских компаниях // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 4-2. С. 65-68.
58. Курейчик В.В. Эволюционные методы решения оптимизационных задач. - Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1999. - 95 с.
59. Курников И. Б., Рабинович Б. Д. Экономика, организация и планирование метрологического обеспечения народного хозяйства: Учеб. Пособие для техникумов. – Изд-во стандартов, 1987, 237 с.
60. Кутепова К.В., Победимский Г.В. Научная организация и нормирование труда в текстильной промышленности: Учебник для вузов. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. - 296 с.
61. Кэмпбелл Р. Макконнелл, Стэнли Л.Брю. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. Пер. с англ. 11-го изд. Т. 1. - М.: Республика, 1992. - 399 с.
62. Лабудева М.О. Методы оценки и управления валютными рисками в коммерческом банке: диссертация на соискание ученой степени канд. экон. наук:08.00.13. - Москва, 2009 177 с.
63. Летенко В.А. Радушинский Л.А. Организация, планирование и управление производством на предприятиях текстильного машиностроения. Уч. Для вузов. Изд. 2-ое, перераб. И доп. М., «Машиностроение», 1976, 520 с.
64. Линейное программирование. Васильев Ф.П., Иваницкий А.Ю., издательство «Факториал-ПРЕСС», 2003.
65. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь. - М.: Наука, 1987. - 510 с.
66. Любовь Семенова Технология проведения Due Diligence. [Электронный ресурс] Доступ: http://www.cfin.ru/finanalysis/invest/dd_tech.shtml (дата обращения 19.02.2017).

67. Майзлин Л.А. Планирование в текстильной промышленности. – М.: Гизлегпром, 1963. 275 с.
68. Матвеев Л.А. Информационные системы поддержки принятия решений -СПб., СПбУЭФ, 1996.-241 с.
69. Матвеева Т.В., Рыбакова В.И. Организация, планирование и управление производством нетканых материалов: Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 184 с. ил.
70. Менеджмент организации. Учеб. Пособие / Под ред. З.П. Румянцевой, Н.А Саломатина. М.: Инфра – М, 1995.
71. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. Общ. ред. Л.И.Евченко. Пер. с англ. Академия народного хозяйства при правительстве РФ. М.: Дело, 1993. - 702 с.
72. Менгазетдинов Н.Э., Полетыкин А.Г., Промыслов В.Г. Новые кибернетические угрозы и методы обеспечения кибербезопасности в цифровых системах // Энергетик с 34-41. 2012. №7.
73. Методические указания по определению фактической трудоемкости продукции текстильного предприятия. (Сост. Абрамович М.С., Сафронова Л.И., Рысева С.Н., Денисова Н.Ф., Летуновская А.А. и др.). ПЭУ Минлегпрома СССР. Минвуз СССР. МТИ им. А.Н.Косыгина. М., 1984.
74. Методические рекомендации по научно обоснованному построению аппарата управления на предприятиях легкой промышленности. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1976.- 127 с.
75. Миронов О.К. Экономико-математическая модель оптимального управления природными рисками // Проблемы анализа риска. 2015. № 12. С. 86 – 91.
76. Моисеева Н.К., Анискин Ю.П. Кронкурентоспособность, маркетинг, обновление. -М.: Внешторгиздат, 1993. -221 с.

77. Мухачева Э.А. Рациональный раскрой промышленных материалов. -М.: Машиностроение, 1987. -224 с.
78. Научная организация труда и управления: Сборник. - М.: Экономика, 1965. - 431 с.
79. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль / пер. с англ. - М.: Дело, 2003. 360 с.
80. Овчинников С.И., Поздняков Ю.И. Организация производства предприятий лёгкой промышленности: Учебное пособие для студентов вузов лёгкой пром-сти. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 248 с., ил.
81. Овчинников С.И., Пушкин П.С. Организация и планирование предприятий лёгкой промышленности: Учебник для студен вузов лёгкой пром-сти. – М.: Лёгкая индустрия, 1980. – 360 с., ил.
82. Омельченко И.Н., Канчавели Т.Г. Показатели обеспечения устойчивости функционирования предприятия в современных условиях // Изв. вузов. Машиностроение. -1995. -№ 4-6. -С. 113-118.
83. «Оптимизация производственной программы предприятия в условиях рыночных отношений» Ивахнин Д.Е., Григорьева В.З.// маркетинг в России и за рубежом. №1., 1999.
84. Организация, планирование и управление предприятиями текстильной и легкой промышленности: Учеб. для вузов/ В.С. Стреляев, В.А.Углов, Е.Н.Селянина и др.; Под. ред. В.С. Стреляева. - М.: Легпромбытиздат, 1994. - 456 с.
85. Орлова Е.В. Идентификация и прогнозирование рисков экономической системы на основе имитационного моделирования // Проблемы анализа риска. 2014. № 1. С. 40 – 49.

86. Отраслевая методика учета трудоемкости изготовления продукции трикотажной промышленности. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1974. - 100 с.
87. Отраслевые нормативы времени, типовые нормы выработки и нормативы численности вспомогательных рабочих. Минлегпром СССР. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1986. - 200 с.
88. Основные направления государственной политики в области обеспечения безопасности автоматизированных систем управления производственными и технологическими процессами критически важных объектов инфраструктуры Российской Федерации. <http://www.scrf.gov.ru/documents/6/113.html>.
89. Отчет EY «Бизнес-риски в горнодобывающей и металлургической отраслях: исследование за 2015–2016 годы». [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.ey.com.br/Publication/vwLUAssets/Business_risks_facing_mining_and_metals_2015-16_%E2%80%93_Russian_version/\\$FILE/ey-business-risks-report-russian.pdf](http://www.ey.com.br/Publication/vwLUAssets/Business_risks_facing_mining_and_metals_2015-16_%E2%80%93_Russian_version/$FILE/ey-business-risks-report-russian.pdf). (дата обращения –10.03.2017).
90. Павлов А.П., Летуновская А.А., Ливадина С.П. Нормативно-параметрическое калькулирование продукции текстильной промышленности.- М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1990. - 36 с.
91. Павлов А.П., Родин В.П. Оперативное планирование отделочного производства. – М.: Легпромбытиздат, 1988. –184 с.
92. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. -М.: Мир, 1985. -510 с.
93. Первозванский А.А. Математические модели в управлении производством. - М.: Наука, 1975. -615с.
94. Пирогов К.М., Дьяченко В.Г., Разбаш В.И. Организация, планирование и управление производством на предприятиях

- текстильного машиностроения: Учеб. для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 384 с.
95. Пирогов К. М., Нодель Г. М. Экономика, организация и планирование ремонтно-монтажных работ (в текстильной и лёгкой промышленности): Учебн. Пособие для средн. спец. Учебн. Заведений. – М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1983.-288 с.
96. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др. -М.: Мир, 1977. - 552 с.
97. Планирование закупок производства и пародаж. Гартвич А.В. Издательство «Питер»., 2006.
98. Подлазов М. К., Знаменский А. К. Экономика, организация и планирование трикотажного производства. Изд. 2-ое, испр. И доп. Учебник. М. , «Лёгкая индустрия», 1975. 560 с.
99. Полетыкин А.Г. Формализованный метод оценки и управления рисками для обеспечения кибербезопасности больших систем управления / Материалы 8-ой Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2015, Москва). Москва: ИПУ РАН, 2015. Т. I . С. 123-129.
100. Поляк Т.Б. Организация, планирование и управление на предприятиях текстильной промышленности. Учебник для студентов вузов текстил. пром-ти. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: "Легкая индустрия", 1979. - 376 с.
101. Поляк Т.Б., Стерлин Е.А., Летуновская А.А. Организация, планирование и управление ткацким производством: Учебник для вузов. - М.:Легпромбытиздат, 1986. - 264 с.
102. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. - М.: Советское радио, 1976. -440 с.

103. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. - М.: Наука, 1986. -296 с.
104. Постановление Правительства РФ от 06.11.01 N 775 "Об утверждении тарифных коэффициентов Единой тарифной сетки по оплате труда работников организаций бюджетной сферы". - М.: "Российская газета", 2001.
105. Проектирование промышленных предприятий: принципы, методы, практика. - М.: Клаус-Герольд Грундиг издательство: Альпина Бизнес-Букс., 2007.
106. Просветов Г. И. Математические методы в экономике: Учебно-методическое пособие . 2-е изд. – М.: Издательство РДЛ, 2005. – 160 с.
107. Промыслов В.Г. Требования к формальным моделям кибербезопасности систем управления // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2015. Материалы Восьмой международной конференции: В 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук; Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2015. С. 209-212.
108. Протасов И.Д. Теория игр и исследование операций: Учебное пособие. - М.: Гелиос АРВ, 2003. - 368 с.
109. Пурусов А.В. Некоторые аспекты экономического проектирования текстильных предприятий.- М.: Журнал "Текстильная промышленность", 2000. с. 6-7.
110. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь.- 2-е изд., испр.- М.: ИНФРА-М, 1999.- 479с.
111. Рейльян Я.Р. Аналитическая основа принятия управленческих решений. -М.: Финансы и статистика, 1989. -286 с.

112. Радионов Р.А., Радионов А.Р. Управление сбытовыми запасами и оборотными средствами предприятия.- Издательская группа Дело и сервис. Родионова Л.Н. Управление оборотными средствами предприятия: учебник для вузов. –Библиотека-ГАЗ, 2004.- 110с.
113. Ревенков П.В., Бердюгин А.А. Кибербезопасность в условиях Интернета вещей и электронного банкинга // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. № 11(344). 2016. С. 158-169.
114. Роговский Е.А. Кибер-Вашингтон: глобальные амбиции. М.: Международные отношения. 2014. 848 с.
115. Ромашкина О.В. Совершенствование системы управления финансовыми рисками на предприятиях нефтегазового комплекса: диссертация на соискание ученой степени канд. экон. наук: 08.00.10. - Москва, 2012.- 165 с.
116. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами: учебник для вузов.- СПб.:ПИТЕР, 2001.- 384с.
117. Рысева С.Н. Организация, планирование и управление отделочным производством: Учебник для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1985.– 232 с.
118. Саати Т., Керкс К. Аналитическое планирование. Организация систем. - М.: Радио и связь, 1991. -224 с.
119. Сайфулин Р.С. Экономико-математические методы в анализе хозяйственной деятельности. - М.: Финансы, 1978. - 208 с.
120. Селянина Е.Н., Платова С.Ю. Никитина И.Г. Организация и планирование трикотажного производства. Управление предприятием: Учеб. для вузов. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 288 с.
121. Силаков А.В. «Разработка метода формирования сбалансированной структуры товарного портфеля текстильного предприятия». дис. канд. экон. наук: 08.00.05. – М., 2004. – 198 с.

122. Смирнова Г.Н., Сорокин А.А., Тельнов Ю.Ф. Проектирование экономических систем. - М.: Финансы и статистика, 2000. —258 с.
123. Смит Дэнис. Изменчивая природа рисков и управления рисками / Д. Смит, М. Фишбахер. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cfin.ru/finanalysis/risk/changing_nature.shtml. (дата обращения – 10.03.2017).
124. Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов условиях риска и неопределенности. Теория ожидаемого эффекта. М. Наука, 2002. 184 с.
125. Смоляр Л. И. Оперативно-календарное планирование (модели и методы). - М.: Экономика, 1979. -135 с.
126. Соколова А.Ю. Разработка моделей многокритериального выбора альтернатив на основе нечетких множеств второго порядка для решения экономических задач // Владимир. 2013. 104 с. [Электронный ресурс] Доступ: <http://www.scienceforum.ru/2013/pdf/5917.pdf> (дата обращения 19.02.2017).
127. Состав и учет затрат, включаемых в себестоимость: Во всех отраслях предпринимательской деятельности. Под ред. Подобед М.А. М.: Приор, 2001. - 224 с.
128. Справочное пособие директору производственного объединения (предприятия) (экономика, организация, планирование, управление). В 2-х томах Под ред. Г.А. Егназаряна, А.Д. Шеремета. Том 1.- М.: Экономика, 1977. - 518 с.
129. Справочное пособие директору производственного объединения (предприятия) (экономика, организация, планирование, управление). В 2-х томах Под ред. Г.А. Егназаряна, А.Д. Шеремета. М., "Экономика", Том 2. - 1977, - 511 с.

130. Старобинский Э.Е. Как управлять персоналом. – М.: Интел-Синтез, 1998г.
131. Стивенсон В.Дж. Управление производством / Пер. с англ. -М.: БИНОМ, 1998. -452 с.
132. Тарасова В.П. и др. толковый словарь рыночной экономики под редакцией проф. Крутикова Ф.А. фирма «Сотрудничество»1993.,301 с.
133. Тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Шерстяная промышленность. М.: НИИТруда, 1990. - 71 с.
134. Таха, Хэмди, А. Введение в исследование операций, 6-е издание.:Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2001.-912 с.
135. Толковый словарь рыночной экономики. Тарасова В.П., Крутикова Ф.А. – М.: «Сотрудничество», 1993. – 304 с.
136. Томилов В.В. Менеджмент. Учебник для вузов.- М.: Юрайт-Издат, 2003, 591с.
137. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. - М.: СИНТЕГ, 1998. -376 с.
138. Управление персоналом. Ч. III. Кадровый менеджмент. Резник С.Д. Учебн. Пособие. – Пенза: ПГАСА,1998г.
139. Управление рисками в киберпространстве [Электронный ресурс]. - Материал с сайта «Лига безопасного Интернета». Официальный веб-сайт. Режим доступа: <http://www.ligainternet.ru/publications/publication.php?ID=2170>. (дата обращения – 23.01.2017).
140. Фалмер Р.М. Энциклопедия современного управления, т. 4 М.: Финансы и статистика, 1992.
141. Фишер С., Дорнбуш Р., Шмалензи Р. Экономика: Пер. с англ. Со 2-го изд. – М.: Дело, 1998. – 864 с.

142. Чмыхалова С.В., Шевчук С.В. Неопределенности и риски при проектировании горных объектов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S1. С. 457 – 463.
143. Чулкова Л.В., Забайкин Ю.В. Минимизация периода производства как фактор повышения оборачиваемости оборотных средств. Статья в журнале «Текстильная промышленность», М., 2006, № 1.
144. Чулкова Л.В., Забайкин Ю.В. Минимизация периода производства как фактор повышения оборачиваемости оборотных средств.(Сборник посвящённый памяти великого экономиста Поляка МГТУ им. А.Н. Косыгина.). – М.: 2005.
145. Чулкова Л.В., Забайкин Ю.В. Совершенствование теории и практики управления запасами на предприятиях текстильной промышленности. Сборник материалов 45-ой международной научной конференции в рижском техническом университете. «Проблемы развития народного хозяйства и предпринимательства». Рига. 2004.–81с.
146. Чулкова Л.В., Забайкин Ю.В. Проблема дефицита сырья при непрерывном планировании. Сборник материалов международной научно-технической конференции в ивановской государственной текстильной академии «Современные наукоёмкие технологии и перспективные материалы текстильной и лёгкой промышленности» (Прогресс 2005), Иваново, 2005. – 150 с.
147. Чулкова Л.В. «Планирование ассортимента лёгкой промышленности с применением ЭВМ». дис. канд. эконом. наук: 08.00.05. М., 1979. – 180. с.
148. Чулкова Л.В. Распределение фонда оплаты труда по индивидуальным долям работающих. ЦНИИТЭИлегпром. М., 1993. - 98 с.

149. Чулкова Л.В. Калькулирование на основе показателя тарифоемкости. Журнал "Текстильная промышленность". М., 1994. N 11-12.- С 6-11.
150. Чулкова Л.В. Методика укрупненного расчета численности, квалификационного уровня и фонда оплаты труда аппарата управления производственного предприятия. М.: Рук. деп. в ЦНИИТЭИлегпром N 3602-ЛП от 21.07.95, 1995. - 163 с.
151. Шашкова Т.Н. Герасимова А.В. Идентификация и анализ рискообразующих факторов при проведении финансового due diligence предприятий газовой отрасли // Международный научно-исследовательский журнал. Екатеринбург. 2015. № 11. С. 141 - 144 с.
152. Шеремет А.Д. Комплексный экономический анализ деятельности предприятий (вопросы методологии). - М.: Экономика, 1974.- 207 с.
153. Шмален Г. Основы и проблемы экономики предприятия. Под редакцией профессора Поршнева А.Г. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 511 с.
154. Экономика предприятия. Учебник для вузов. Под ред. Ф.К. Беа, Э. Дихтла, М. Швайтцера. Пер. с нем. М.: ИНФРА-М, 1999.-928 с.
155. Экономическая информатика и вычислительная техника: Учеб. / Л.В. Ерёмин, А.Ю. Корлёв, В.П. Косарев и др. М.: Финансы и статистика, 1993.
156. Экономическая энциклопедия: Политическая экономия / Гл. ред. А.М. Румянцев. - М.: Советская энциклопедия, 1972. - Т. I, 560 с.
157. Экономический анализ хозяйственной деятельности предприятий и объединений: Учебник/Под ред. С.Б. Барнгольц и Г.М.Тация. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 1986. - 407 с.

158. Энциклопедия кибернетики. В двух томах/Под ред. В.М.Глушкова. Киев: Главная редакция украинской советской энциклопедии, 1974.-1230 с.
159. Энциклопедия новая иллюстрированная в 20 томах. - М.: ООО "Мир книги" научное издательство "Большая российская энциклопедия", 2001.
160. Юдицкий С.А. Сценарный подход к моделированию поведения бизнес-систем. - М.: СИНТЕГ, 2001. -112 с.
161. Юркевич Л.В., Лозовская М.И. Экономика и организация производства. – М.: ОПП ЦНИИТЭИлегпрома, 1987. 224 с.
162. Athearn J.L. Risk and Insurance. 2nd ed. New York: Appleton- Century-Croft, 1969.
163. Basel Committee on Banking Supervision, “Amendment to the capital accord to Incorporate market risks ”, January 1996, updated to April 1998.
164. Cyber Threats to the Mining Industry // Securing Your Journey to the Club, June 28, 2016. Режим доступа: <http://www.trendmicro.com.ru/vinfo/ru/security/news/cyber-attacks/cyber-threats-to-the-mining-industry/> (дата обращения – 10.03.2017).
165. Computer security at nuclear facilities reference manual International Atomic Energy Agency Vienna, 2011. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1527web.pdf>. (дата обращения –10.03.2017).
166. Elmaghraby A.S., Losavio M.M. Cyber Security Challenges in Smart Cities: Safety, Security and Privacy // Journal of Advanced Research. 2014. Vol. 5. Iss. 4. P. 491–497.
167. Global Risks 2014 /World Economic Forum Report 30 Dec 2013 [Электронный ресурс]. Материал с сайта World Economic Forum.

- Официальный веб-сайт. Режим доступа: <http://reports.weforum.org/global-risks-2014>. (дата обращения – 23.01.2017).
168. Lifei Wei, Haojin Zhu, Zhenfu Cao et al. Security and Privacy for Storage and Computation in Cloud Computing // Information Sciences. 2014. Vol. 258. P. 371–386.
169. Mengazetdinov N., Poletykin A., Promyslov V. The Information Security of Digital Control Systems for Nuclear Power Plants // Journal of Power and Engineering, pp. 67-74, Vol. 6. May 2012. №5.
170. Philippe J. Value at risk: the new benchmark for managing financial risk. New York: McGraw-Hill Professional, 2001.
171. Risk and Responsibility in a Hyperconnected World / World Economic Forum Report 19 Jan 2014 [Электронный ресурс]. Материал с сайта World Economic Forum. Официальный веб-сайт. Режим доступа: <http://reports.weforum.org/hyperconnected-world-2014/>. (дата обращения – 10.03.2017).
172. Willett A.H. The economic theory of risk and insurance. Reprint, Homewood, Illinois; Richard D. Irwin Inc, 1901.
173. Young R.C. The algebra of many-valued quantities // Mathematische Annalen. Band 104, 1931. pp. 260 – 290.

**Забайкин Юрий Васильевич,
Заернюк Виктор Макарович**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ:
ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ**

Монография

Подписано в печать 15.04.2017. Формат 60×84/16.

Объем. 9,6 п.л. Тираж 500 экз.

Издательство Научные технологии