

МАКАРОВ ВАСИЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ

**ДИВЕРСИФИКАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНОГО СПРОСА
(ТЕОРИЯ, МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ)**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством:
экономика, организация и управление предприятиями,
отраслями, комплексами (промышленность)

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Научный консультант д. э. н.,
профессор В. А. Козловский

Санкт-Петербург
2002

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования.

Расширение многообразия видов и условий ведения бизнеса, глобализация рынков, появление современных информационных технологий и средств автоматизации производства, наблюдающиеся в мире, а в последние годы – и в нашей стране, приводят к необходимости развития разнообразных концепций и методов управления бизнесом, т. е. к диверсификации управления. Особенно она важна именно для российской практики, в силу известных исторических причин ориентированной до недавних пор на достаточно узкий, односторонний набор методов управления. В то же время нельзя автоматически переносить все разработанные и применяющиеся за рубежом подходы и методы в российские условия ввиду значительной специфики этих условий.

Несмотря на сложность проблем, стоящих сегодня перед отечественной промышленностью, можно оценить как недостаточный уровень научных исследований, проводимых в области управления производством. Не введено и методологически не обосновано само понятие "диверсификация системы производственного менеджмента", отсутствует единый подход к пониманию основополагающих моментов планирования производства как ключевого момента управления в условиях его ориентации на динамично меняющийся спрос. Требуются дополнительные фундаментальные исследования всего многообразия методов среднесрочного и оперативного (далее – текущего) планирования производства и формирования принципов их использования на отечественных предприятиях в условиях активно развивающегося российского рынка.

Все это, а также отсутствие обоснованных инструментов принятия планово-управленческих решений в конкретных условиях каждого российского предприятия, и определяет актуальность темы выполненного исследования.

Степень разработанности проблемы.

Исследования в области организации, среднесрочного и оперативно-календарного планирования производства проводятся во всем мире уже более ста лет. Основоположником исследований в этой области, представляющим отечественную науку, чьи идеи до сих пор используются во многих научных работах, является О. И. Непорент. Большой вклад в развитие теории и практики организации и управления производством внесли С. А. Соколицын, В. А. Петров, однако работы этих ученых несут в себе характерные черты социалистического способа производства. В настоящее время в этой области хорошо известны работы О. С. Виханского, И. Н. Герчиковой, В. В. Глухова, В. А. Дуболазова, О. В. Завьялова, В. А. Козловского, Б. И. Кузина, И. М. Разумова, И. И. Сидорова, О. Г. Туровца, Р. А. Фатхутдинова и других авторов. В то же время следует отметить, что в работах отечественных ученых новые рыночные подходы к текущему планированию и управлению производством представлены, как правило, слабо, либо не представлены вообще. Дается, в основном, трактовка зарубежных подходов без глубокого анализа принципиальной возможности и

механизма их использования в отечественных условиях. В ряде работ преобладают математические методы в ущерб содержательному анализу управления производством в рыночных условиях. Авторы используют разный понятийный аппарат.

Зарубежные исследования в этой области, начиная с 60-х годов прошлого века, заметно опережали достижения наших ученых, т. к. они активно стимулировались практикой развития рыночного механизма. В ряду ученых, внесших наибольший вклад в развитие этой области научных исследований следует назвать П. Друкера, М. Старра, Е. Адама, Дж. Эберта, Е. Боумана, Р. Чейза, Н. Эквилайна, Р. Якобса, Ф. Котлера, Я. Мондена, В. Стивенсона, Р. Шонбергера, Дж. Орлицки, М. Хаммера и многих других. Однако, как уже отмечалось, зарубежный опыт не может быть просто скопирован в наших условиях, требуется выполнить его анализ и отбор наиболее приемлемых подходов.

Таким образом, целостного представления о методологии и практике среднесрочного и оперативно-календарного планирования, ориентированного на использование в условиях рыночного механизма хозяйствования в российской управленческой науке до сих пор не сложилось, что и определило выбор темы диссертационного исследования.

Цель и задачи диссертационного исследования.

Цель диссертационного исследования состоит в разработке теоретических основ диверсификации системы производственного менеджмента и инструментария текущего планирования производства, как его важнейшей части, на промышленных предприятиях с ориентацией на динамично меняющийся спрос и с учетом всего многообразия условий их функционирования в современной микро- и макроэкономической обстановке. Для достижения цели были поставлены и решены следующие основные задачи:

- исторический и содержательный анализ развития и расширения многообразия подходов и методов, применяющихся в управлении производством на предприятиях, приведших к формированию современной системы производственного менеджмента;
- уточнение категории "система производственного менеджмента" с учетом особенностей промышленного производства и ведения бизнеса на современном этапе;
- анализ конкретного вклада различных научных дисциплин и их интеграции в обеспечение эффективности управления производством на микроэкономическом уровне;
- анализ роли, места и содержания текущего планирования производства с позиций диверсификации управления, выявление основных факторов, определяющих диверсификацию текущего планирования производства;
- исследование влияния рыночного спроса, его характера и параметров на механизмы текущего планирования;
- сравнительный анализ подходов к текущему планированию на российских

предприятиях в дореформенный период и подходов, используемых в странах с развитыми рыночными отношениями, в целях выявления их преемственности;

- анализ и систематизация известных методов текущего планирования производства в целях обоснования разработки новых методов и алгоритмов, ориентированных на динамично меняющийся спрос;
- апробация новых методов и алгоритмов на материале российских предприятий, анализ возникающих проблем и предложение путей их разрешения;
- анализ диверсификации управления производством в условиях применения современных информационных технологий на российских предприятиях;
- анализ особенностей организации, текущего планирования и оперативного управления производством в условиях комплексной автоматизации производственных процессов;
- разработка концепции структурно-функциональной организации гибких комплексно автоматизированных производственных систем, методов расчета их характеристик и оперативного планирования их работы.

Объект и предмет диссертационного исследования.

Объектом диссертационного исследования является промышленное предприятие, как элемент динамично меняющейся рыночной макроэкономической системы и, в то же время, как открытая социально-экономическая система, имеющая сложную структуру и разнообразные задачи.

Предметом исследования в работе являются подходы, методы, процедуры решения тактических задач управления производством на промышленных предприятиях во всем их многообразии и динамике в условиях их ориентации на удовлетворение динамично меняющегося спроса.

Методология и методы исследования.

Теоретическую и методологическую основу диссертационного исследования составляют исследования отечественных и зарубежных ученых по основам системного подхода к управлению, по общей теории менеджмента, по проблемам производственного и операционного менеджмента, планирования и управления работой промышленных предприятий, по использованию математических методов в управлении. В ходе выполнения диссертационного исследования использовались методы системного анализа, ретроспективного анализа, тематического отбора, логического анализа и обобщения, экономико-математические модели оптимизации, метод статистических испытаний, стохастические методы управления запасами, статистические методы прогнозирования, линейные и загрузочные графики Гантта. Часть исследований проводилась с использованием оригинальной программы для ПЭВМ, написанной автором.

Основные результаты, выносимые на защиту и их научная новизна.

Наиболее существенные результаты, полученные лично автором, и их научная новизна состоят в следующем. В диссертационной работе:

- 1) предложена категория "система производственного менеджмента", содержание которой выведено на основе критического анализа литературных источ-

ников и уточнения термина "система менеджмента";

2) разработаны теоретические и методологические основы диверсификации системы производственного менеджмента на основе анализа и обобщения понятийного аппарата общего менеджмента, производственного и операционного менеджмента, ретроспективного анализа развития управления производством, анализа его состояния и тенденций развития;

3) теоретически обоснована тенденция интеграции научных областей, обеспечивающих эффективную работу промышленных предприятий: логистики, маркетинга, контроллинга, организационного поведения, на платформе диверсификации системы производственного менеджмента;

4) разработаны теоретические основы диверсификации текущего планирования на предприятии как продолжения диверсификации системы производственного менеджмента и как основы для дальнейшего развития планирования производства в рыночных условиях;

5) исследовано влияние характера и параметров спроса на подходы и методы текущего планирования, а также на структуры производственных систем, предложена их классификация, в процессе которой введены и обоснованы новые категории: "зависимая версия независимого спроса" и "независимая версия зависимого спроса";

6) выполнен сравнительный анализ текущего планирования производства в условиях командно-административной и рыночной экономики; доказана невозможность практического использования основной части отечественного опыта текущего планирования в рыночных условиях;

7) разработана однопродуктовая вариативная стохастическая модель управления запасом на основе активного прогнозирования спроса;

8) доработан метод агрегатного планирования на основе решения транспортной задачи линейного программирования: уточнены способы включения в оптимизационную модель ряда факторов, разработан алгоритм нахождения оптимальной численности персонала для различных условий работы предприятий, исследованы зависимости оптимальных решений от стоимостных параметров производства;

9) разработана классификация методов оперативно-календарного планирования, в основу которой положены следующие признаки: стратегия процесса, тип рабочего центра, значимость фактора переналадок, для условий внешне и внутренне ориентированного планирования;

10) доказана методом статистических испытаний ограниченность области эффективного использования известных правил и методов приоритетов для оптимизации порядка запуска заданий в обработку на рабочих центрах типа "предметный участок" при внешне ориентированном планировании;

- 11) предложен авторский метод оптимизации порядка запуска заданий в обработку на рабочих центрах типа "предметный участок" при внешне ориентированном планировании и малозначимом времени переналадок; методом статистических испытаний доказана его высокая эффективность, особенно с учетом использования околооптимальных вариантов запуска;
- 12) разработан алгоритм улучшения графика работы предметного участка, позволяющий повысить его пропускную способность за счет использования транспортных партий переменного размера;
- 13) уточнена концепция использования в российской промышленности полномасштабного централизованного управления предприятиями на основе применения современных информационных технологий;
- 14) разработана система оперативно-календарного планирования работы цеха с использованием средств вычислительной техники, в основу которой положены авторский метод оптимизации порядка запуска заданий в обработку и модифицированный для этого случая "цепной" алгоритм расчета длительности цикла выполнения заданий;
- 15) разработана концепция структурно-функциональной организации гибких комплексно автоматизированных производственных систем на основе всестороннего анализа особенностей современных способов гибкой автоматизации;
- 16) разработана методика организационного проектирования и расчета основных эксплуатационных параметров гибких автоматизированных производств;
- 17) разработан метод нахождения оптимального порядка запуска партий изделий в обработку на гибкой автоматической линии без межоперационных заделов, модифицирован для этого случая "цепной" алгоритм расчета длительности цикла обработки партий.

Ценность научной работы и ее вклад в теорию.

Научные положения и выводы, содержащиеся в диссертационной работе, являются вкладом в развитие теории и методологии управления производством на микроэкономическом уровне в условиях действия рыночных механизмов хозяйствования. Они позволили сформировать конкретные механизмы текущего планирования производства на промышленных предприятиях, ориентированного на рыночный спрос и учитывающего многообразие условий их функционирования в современной макроэкономической обстановке.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в возможности их широкого использования промышленными предприятиями для формирования среднесрочных и оперативных планов и оперативного управления производством в разнообразных условиях, в том числе – в условиях комплексной автоматизации производства и применения современных информационных технологий управления.

Результаты диссертационного исследования использованы:

- при внедрении интегрированной автоматизированной системы управления производством на ОАО "Автомобильный завод "Урал",
- при создании автоматизированной системы оперативного планирования и управления работой цеха №3 ОАО "Севкабель",
- при расчете и обосновании агрегатных среднесрочных планов ЗАО "ЭК-СИМПАК",
- при разработке комплекса рекомендаций по повышению эффективности работы высокоавтоматизированного механообрабатывающего производства в ЗАО "Гизеке & Девриент – ЛОМО, ЗАО",
- при разработке и внедрении автоматизированной системы управления закупочно-складской деятельностью ООО "Элtron",
- в качестве методических рекомендаций по организационному проектированию гибких автоматизированных производственных систем для предприятий Ассоциации центров инжиниринга и автоматизации,
- в учебном процессе, в том числе – при подготовке магистров делового администрирования в Высшей школе управления и финансов СПбГУ.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается обобщением значительного числа отечественных и зарубежных публикаций по теме исследования и смежным с ней темам, внедрением разработанных подходов и методов в практике управления промышленными предприятиями, выполнением расчетов на реальном материале российских предприятий.

Апробация результатов.

Основные результаты диссертационного исследования докладывались и получили одобрение на 18 международных, всесоюзных, всероссийских и региональных симпозиумах, конференциях и семинарах, проходивших в период с 1976 по 2002 год, основными среди которых являются:

- VI всесоюзный симпозиум "Промышленные роботы и манипуляторы", Тольятти, 1976 г.;
- всесоюзное совещание по робототехническим системам, Владимир, 1978 г.
- всесоюзная научно-техническая конференция "Интенсификация общественного производства на основе совершенствования подготовки и организации производственных процессов", Воронеж, 1984 г.;
- международная конференция "Гибкая автоматизация – эффективность", Дрезден, 1985 г.;
- международная научно-практическая конференция "Менеджмент и Экономика в системе высшего профессионального образования", Санкт-Петербург, 1998 г.;
- всероссийская электронная научно-практическая конференция "Организация производства в трансформационной экономике: теория и практика", Воронеж, 2002 г.;
- научно-практическая конференция и школа-семинар "Формирование техни-

ческой политики инновационных наукоемких технологий", Санкт-Петербург 2002 г.

Материалы диссертационного исследования использовались в учебном процессе в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете при обучении студентов специальностей 06.08.00 "Экономика и управление на предприятии (по отраслям)" и 06.11.00 "Менеджмент организации", а также слушателей программы МВА (Магистров бизнес администрирования).

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 67 печатных работ общим объемом 185 п. л. (93 п. л. – автора), в том числе 4 монографии и 14 учебных пособий.

Объем и структура диссертационной работы.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка библиографических ссылок и приложений. Работа содержит 337 страниц основного текста, 47 таблиц, 104 рисунка, список литературы на 209 наименований.

Содержание работы

Во введении представлены обоснование выбора и актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, предмет, объект и методы исследования, представлены результаты, выносимые на защиту, дана характеристика их научной новизны, теоретической и практической значимости.

В первой главе "Методологические основы диверсификация системы производственного менеджмента" с системных и исторических позиций рассмотрен процесс формирования методологии управления производством в прошлом и основные направления, по которым продолжается развитие этого процесса в настоящем. Показано, что важнейшим структурообразующим фактором в системе управления производством является диверсификация, как разнообразие подходов и методов, используемых при управлении для повышения устойчивости предприятий в меняющейся внешней среде.

Диверсификация рассматривается как отражение действия системных законов внешнего дополнения и необходимого разнообразия, и фактически представляет собой реакцию управления производством на усложнение и рост изменчивости внешней по отношению к предприятию среды.

Многоаспектность управления производством требует комплексного подхода в его исследовании. Выявление содержания и обоснование концепции *системы производственного менеджмента*, исследование проблем, связанных с ней, также явилось одной из задач первой главы работы.

Историческое развитие методологии производственного менеджмента в XVIII-XX в.в. шло на основе вовлечения в эту сферу все большего числа факторов, методов, подходов. Это, с одной стороны, свидетельство поступательного развития менеджмента, как отрасли науки и сферы практической деятельности, с другой стороны, – отражение развития материальных и нематериальных

факторов производства, как результата научно-технического прогресса. Сегодня роль диверсификации системы производственного менеджмента еще более возрастает вследствие того, что среда, в которой работают предприятия и организации, за последние 10-15 лет существенно изменилась: человечество вступает в третью промышленную революцию, суть которой в переходе от индустриального к постиндустриальному "информационному" обществу.

В первой главе показано также, что диверсификация управления производством идет параллельно с процессом *интеграции* научных областей, обеспечивающих эффективное функционирование предприятия в рыночных условиях. Это интеграция маркетинга, логистики, контроллинга, организационного поведения на базе диверсифицированного производственного менеджмента (рис. 1). Указано на практическое слияния в последние годы маркетинга и менеджмента в таких новых подходах, как *маркетинговое управление* предприятием и *бенчмаркинг*. Подробно исследованы роль и место логистики в управлении производством. Показано, что под влиянием развития логистики в системе производственного менеджмента, как результат диверсификации, появился новый подход к управлению предприятием – *логистический подход*, основанный на рассмотрении потоков процессов едиными и неразрывными в трех сферах: закупок, производства и сбыта, и ориентированными на удовлетворение потребительского спроса. Отмечено повышение роли "человеческого фактора" в управлении производством.

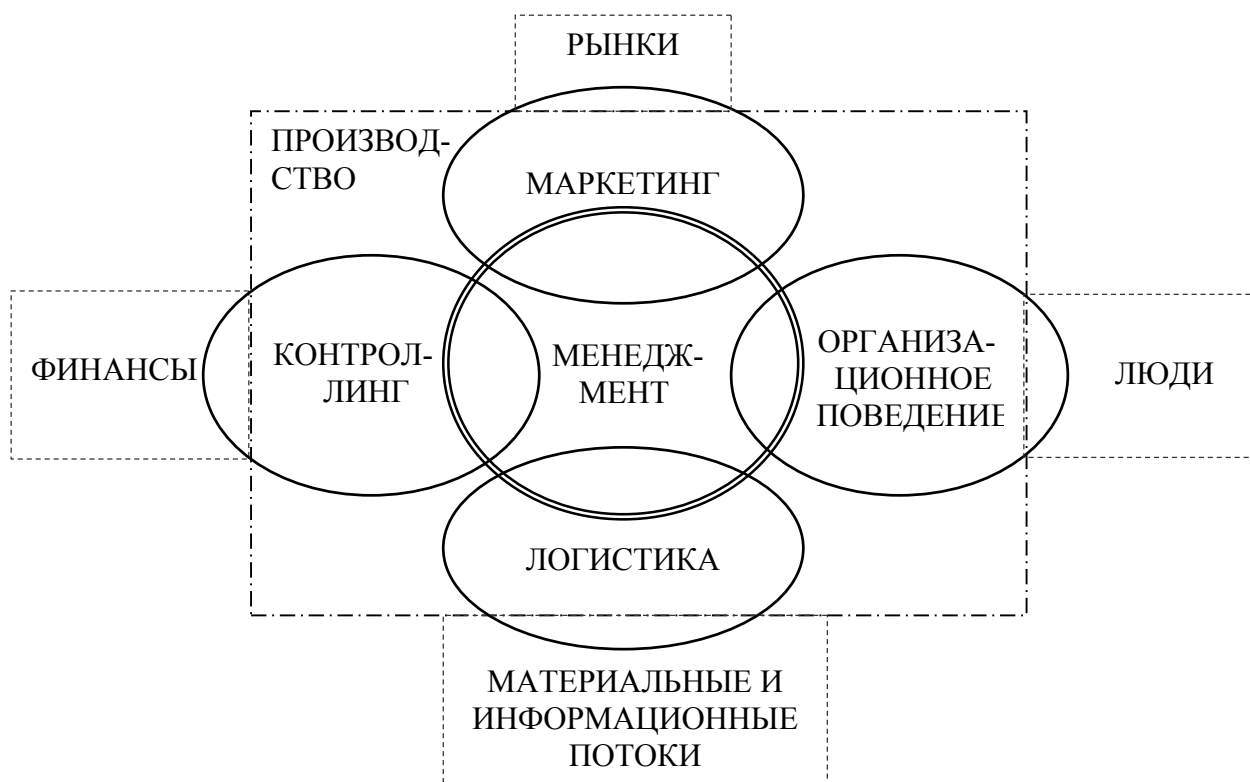


Рис. 1. Система наук, интегрирующая деятельность по управлению предприятием

Во второй главе "Теоретические основы диверсификации текущего планирования производства на предприятии в условиях динамичного спроса на его

продукцию" акцент сделан на исследование всего разнообразия методов текущего планирования, обеспечивающих ориентацию на динамичный спрос в меняющихся внешних условиях работы предприятия.

Планирование – ключевая функция управления. Сегодня уже можно считать принятым, что планирование – это механизм, *определяемый рынком*. Объективная основа этого утверждения состоит в следующем: предприятие, как участник рыночной системы и конкурентной борьбы, вынуждено подчиняться ценовому механизму, закону спроса и предложения, правовым рамкам ведения бизнеса, устанавливаемым государством. Однако во внутренней среде каждого хозяйствующего субъекта механизм цен опосредован сознательными действиями и решениями менеджеров, которые определяют основные направления внутриорганизационной деятельности в ответ на требования или изменения внешней среды, т. е. внутренняя природа организации основывается на системе плановых решений, определяемых рынком.

Прогнозирование изменений рыночной конъюнктуры и планирование производства предусматривает рассмотрение краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных задач, решаемых на различных уровнях руководства. Все тактические планы должны соответствовать долгосрочной стратегии менеджмента и находить свое решение в рамках выделенных ранее для этих целей ресурсов предприятия. На процедуру составления тактических планов оказывают влияние многие факторы. В числе стратегически важных можно указать три:

- а) является ли планирование внутренне ориентированным или внешне ориентированным;
- б) является ли спрос хорошо определяемым и устойчивым, либо нет;
- в) является ли спрос зависимым или независимым.

Производственный менеджмент имеет цели двух типов: максимизация выхода производственной системы и минимизация входа. Причем, первая цель в большей степени лежит на поверхности, а вторая – в большей степени касается менеджмента; первая – определяет необходимое условие существования бизнес-организации, вторая – достаточное условие. Двойственность целей порождает конфликт между ними. *Внешне и внутренне ориентированное планирование* является отражением двойственности целей производственного менеджмента: ориентация на оптимизацию "выхода" производственной системы приводит к внешне ориентированному планированию, а ориентация на оптимизацию использования поступающих на "вход" системы ресурсов – к внутренне ориентированному планированию.

Баланс между и внутри двух основных целей достигается с учетом сильных и слабых сторон организации, конкуренции, имеющей место в данном сегменте рынка, параметров спроса на продукцию/услуги и пр., другими словами, в различных ситуациях он различен. Это еще раз подтверждает то, что работа менеджеров в разных организациях может существенно различаться не только по используемым подходам и методам, но и по принимаемым в каждом конкретном случае принципиальным решениям, показывая необходимость дивер-

сификации системы производственного менеджмента и всех выполняемых в его составе функций, включая планирование.

Сущность и методы планирования определяются не только целями системы и принципиальными подходами к процессу управления, но, в значительной степени определяются и *структурой производственной системы*. В работе предложен подход к структуризации производственных систем на основе выделения в них элементов, выполняющих четыре вида функций: переработка (преобразование), транспортирование (перемещение), хранение (снабжение), сервис (обслуживание). Выполненный анализ типовых структур показал, что важнейшую роль для управления играет наличие и местоположение в составе структуры функции *складирования*.

Для раскрытия сути производственного менеджмента и места планирования в нем необходимо произвести идентификацию решений в соответствии с тремя проблемными пространствами, в которых работают менеджеры (рис. 2). Они, в свою очередь, определяют *стратегию текущего планирования производства*, триединое содержание которой также показано на рисунке.

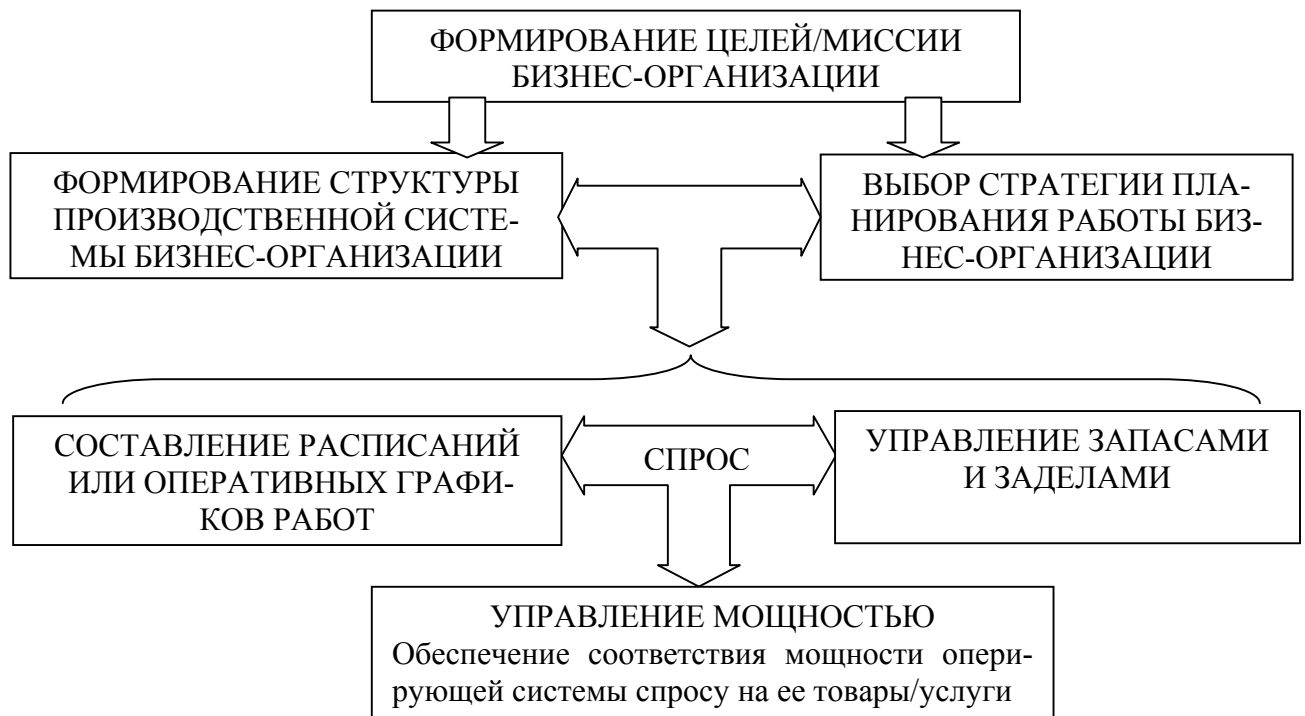


Рис. 2. Система ведущих стратегических задач производственного менеджмента, определяющих тактику планирования и система ведущих проблемных пространств текущего планирования

Характер и параметры спроса на продукцию предприятия играют решающую роль в определении его целей и в формировании структуры производственной системы, а также в выборе стратегии планирования работы (рис. 3). Влияние комплекса факторов на выбор системы производства: "на заказ", "на склад" или модульной, а с ней на цели и на структуру производственной системы показано на рис. 4. Во второй главе также введены и обоснованы новые по-

нения: зависимая версия независимого спроса и независимая версия зависимого спроса. Их формирование иллюстрировано рис. 5.



Рис. 3. Схема связи характера производимого товара и спроса на него с созданием его складского запаса (связь: спрос → цель → структура)



Рис. 4. Логика влияния комплекса факторов на выбор системы производства: "на заказ", "на склад", "модульное" (связь: спрос → цель → структура → планирование)

Выполненный в работе анализ опыта планирования в дореформенной отечественной экономике показал, что, как правило, долго- и среднесрочное планирование ориентировалось на *зависимую версию независимого спроса*. Это означает, что пятилетний и годовые планы работы предприятия были ориентированы на наиболее полное использование его производственной мощности. Программа строилась исходя из нее, а не из спроса на продукцию. Такое планирование можно считать внутренне ориентированным. Поэтому методы планирования, активно развивавшиеся и применявшиеся в те годы, могут быть использованы при возникновении в рыночных условиях необходимости использования внутренне ориентированного планирования. Их корректировка может коснуться только уменьшения планового периода и уточнения прогнозов спроса на товар.

Традиционное для распределительной экономики определение производственной мощности имело существеннейший изъян: оно характеризовало мощ-

ность при решении тактических задач планирования как статический неизменный параметр. Из этого следовала жесткая привязка планов к мощности. На самом деле мощность можно варьировать даже на достаточно краткосрочных интервалах, что позволяет без существенной потери эффективности производства делать акцент при текущем планировании на учете спроса. Эта рыночная концепция производственной мощности положена в основу среднесрочного агрегатного планирования, которое подробно рассмотрено в 4-й главе работы.

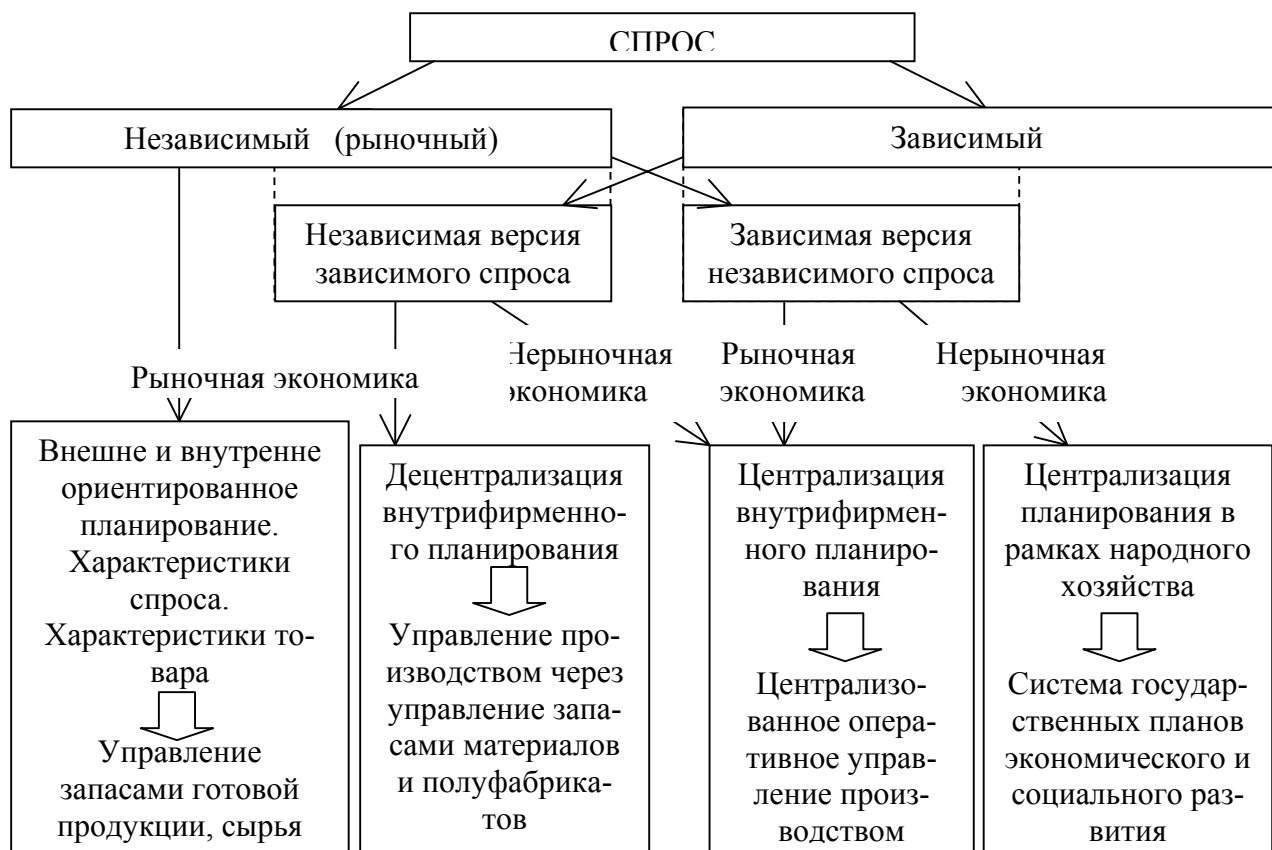


Рис. 5. Схема влияния типа спроса на выбор системы управления производством

Систему оперативного управления работой предприятий тех лет следует определять как *централизованную систему "выталкивающего" типа*. Централизованные системы планирования и управления производством естественным образом связаны с *зависимым* спросом на изделия. Для подобных систем, настроенных на работу с каждым отдельным изделием, партией или заказом, в принципе безразличны масштабы производства, частота сменяемости продукции и другие факторы, оказывающие негативное влияние на другие системы. "Плата" за это одна – высокая трудоемкость плановых расчетов.

В 1950-е – 80-е годы на отечественных предприятиях практически не существовало адекватных технических средств оперативного выполнения объемных плановых расчетов. Таким образом, отечественная система оперативного управления не могла реализовываться как полномасштабная централизованная система. Из-за невозможности или экономической нецелесообразности при планировании точного отслеживания пропорций "входимости" изделий она

функционировала в условиях *независимой версии зависимого спроса*. Подтверждается это и практикой, и теорией, в частности, допущением даже в самых последних публикациях ряда отечественных исследователей "изготовления дополнительных деталей и сборочных единиц сверх необходимого количества". В то же время, организационно она всегда оформлялась как централизованная, "выталкивающая" система. В этом состоит ее главное внутреннее противоречие. Оно постоянно проявлялось и до сих пор проявляется на практике в том, что на всех стадиях производства возникают неконтролируемые или слабо контролируемые запасы и заделы незавершенного производства, а на "нижнем" уровне управления гипертрофированно разрастается функция *диспетчирования*, которая, по сути, близка к *децентрализованному* управлению. Отрицательные экономические последствия существования этого противоречия очевидны.

Другое следствие этого противоречия – то, что для обеспечения работоспособности система централизованного планирования сознательно упрощалась, "огрублялась" путем а) увеличения планового периода, б) передачи части расчетов на нижний уровень управления, в) укрупнения позиций планирования, что резко снижало ее эффективность.

Очевидны два выхода из создавшейся ситуации, они хорошо известны и отрабатываются в мировой практике производственного менеджмента. В заключение главы дана общая и сравнительная характеристика этих двух направлений текущего планирования производства: централизованной системы планирования "выталкивающего" типа, ориентированной на использование современных информационных технологий, позволяющих оперативно выполнять репланирование (системы MRP), и децентрализованной системы "вытягивающего" типа, требующей очень высокого уровня организации производственной среды (системы "точно вовремя").

В рамках децентрализованной системы, построенной на основе *независимого* спроса на изделия предложен новый подход к управлению запасом. Обычно в моделях управления запасами используются два способа учета колебаний интенсивности спроса/сбыта товаров. Устанавливаются детерминированные верхняя и нижняя границы ее ожидаемого изменения или значения ее математического ожидания и дисперсии. Однако такой подход хорошо учитывает *случайные* колебания сбыта, но не может учесть или учитывает путем резкого увеличения резервного запаса *циклические* колебания и имеющие место *тенденции* изменения сбыта.

Для учета циклических колебаний и трендов предложен подход, основанный на *перманентном прогнозировании* сбыта/спроса на товары, хранящиеся на складе, и пересчете параметров управления их запасом (рис. 6). Такая *вариативная* модель управления легко реализуется в условиях использования современных информационных технологий и позволяет точнее поддерживать уровень запасов на складе, что приносит ощутимые экономические результаты.

Рассмотрены особенности вариативной модели и несколько примеров управления запасом на предприятиях и фирмах Санкт-Петербурга с разными

способами прогнозирования, где за основу принята модель с фиксированным ритмом поставки, более удобная в этом случае.

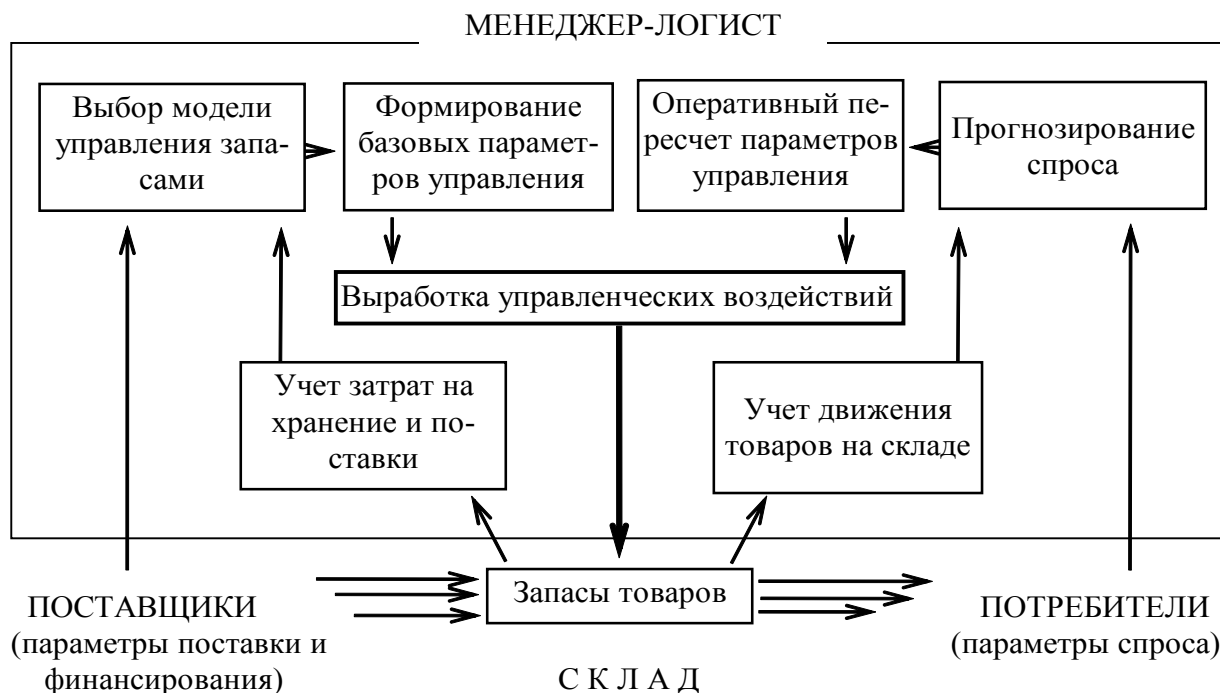


Рис. 6. Принципиальная схема управления запасами при условии перманентного пересчета параметров управления на базе краткосрочных прогнозов спроса

Третья глава "Концепция создания и внедрения на российских предприятиях интегрированных автоматизированных систем управления производством" рассматривает концепцию полномасштабного централизованного управления производством "выталкивающего" типа, основанного на использовании современных информационных технологий. Исследованы особенности внедрения таких систем на российских предприятиях.

Рассмотрено развитие концепции централизованного оперативного *планирования* и создание на ее основе полномасштабной интегрированной системы централизованного *управления* производством, схема которой в нашей интерпретации представлена на рис. 7. Объясняется необходимость этого тем, что система планирования потребности в компонентах изделий или MRP первоначально не была предназначена для полнофункционального процесса управления. В частности, исходная MRP-процедура: а) не охвачена системой обратных связей, необходимых для управления, б) не выполняет среднесрочного планирования, в) не выполняет согласование планов с доступными мощностями, г) не отслеживает выполнение оперативных планов, д) не обеспечивает контроль затрат на производство.

В третьей главе показано, что современные информационные технологии и компьютерные системы стали необходимым условием эффективного управления производством в условиях динамичного конкурентного рынка. Появившиеся последние 12-15 лет в результате произошедшей революции в области технической реализации таких систем современные ИАСУП класса ERP отли-

чают: интегрированность, т. е. целостность системы, состоящей из различных подсистем, гибкость, т. е. легкая настраиваемость на предприятие, наличие технологий поэтапного внедрения.



Рис. 7. Принципиальная структура комплексной системы планирования и оперативного управления производством

Основной целью их создания является формирование на предприятии оптимальных потоков предметов производства и готовых изделий, обеспечение рационального использования всех ресурсов, контроль затрат на производство на основе системы сбора, обработки и передачи информации.

Показано, что диверсификация системы производственного менеджмента привела к появлению многих разновидностей автоматизированных систем, приспособленных к работе в различных условиях, причем последние годы появляются все более сложные и совершенные системы, построенные на основе оптимизации производственной среды, объединения преимуществ "вытягивания" и "выталкивания" в управлении, использования принципов модульного производства, учета индивидуальных потребностей покупателей, управления "цепями поставок" и т. п.

Анализ внедрения ИАСУП на ряде отечественных предприятий подтвердил мнение зарубежных специалистов о том, что успех внедрения в значительной степени зависит от "человеческого фактора": от компетентности и заинтересованности работников предприятия, от желания и умения руководителей создавать и использовать систему в полной мере, от успешности формирования вокруг системы новой корпоративной философии ведения бизнеса.

Анализ также показал, что в российских условиях ИАСУП класса ERP пока еще требуют при внедрении существенных доработок. Показаны пути решения некоторых из возникающих при их внедрении проблем. Одновременно сделан вывод о том, что магистральный путь внедрения подобных систем состоит не в их "подгонке" к особенностям нашего производства, а в доведении отечественного производственного менеджмента до уровня мировых стандартов, без чего России сегодня невозможно прочно войти в число промышленно развитых стран мира.

Четвертая глава "Диверсификация агрегатного планирования производства" посвящена построению агрегатного плана производства и продаж конечной продукции, представляющего второй уровень иерархии разрабатываемых на предприятии планов.

Агрегатное или укрупненное планирование позволяет сопоставить данные маркетинговых исследований рынка и возможностей производства в среднесрочном периоде. Оно определяет тот уровень ключевых ресурсов, который необходим для выполнения бизнес-плана предприятия и реализации его стратегических целей, для работы с минимальными затратами на всем плановом периоде, обычно составляющем от трех до восемнадцати месяцев.

В главе обращено внимание на многообразие подходов к балансировке спроса и мощности предприятия в ходе агрегатного планирования. Они представлены чистыми (пассивными и активными) и множеством смешанных стратегий. Подробно исследовано применение *транспортного метода* линейного программирования, позволяющего выработать оптимальные агрегатные планы для чистых и смешанных *пассивных* стратегий планирования.

Транспортная модель для этих целей используется давно, однако в работе

предложено ее уточнение путем введения нескольких уровней оплаты сверхурочных работ и оплаты простоев рабочих. На ее основе исследована динамика оптимальных решений для нескольких режимов планирования и разного соотношения исходных данных при постоянной численности рабочих, как параметра. Последнее наиболее характерно для российских условий. В качестве изменяемых условий планирования использованы: *возможность или невозможность хранения* товара/услуги на складе, *лимитированность или нелимитированность сверхурочных работ*, *использование или запрет использования* в качестве чистой стратегии *простоев рабочих*.

Выполнен комплекс расчетов оптимальных агрегатных планов на первое полугодие 2003 г. для одного из малых предприятий Санкт-Петербурга. На основе анализа его результатов предложен общий алгоритм, позволяющий отыскивать минимальную численность работников при оптимизационном агрегатном планировании в заданных условиях, в виде функции соотношения ряда стоимостных параметров производства.

Результаты расчетов для случая запрета простоев рабочих и неограниченности сверхурочных работ показаны на рис. 8. На рисунке видно, что зависимости объемов хранения (H_{xp} , тыс.м мес.) и объемов продукции, полученной за счет сверхурочных работ ($H_{c/y}$, тыс.м), от численности рабочих ($Ч$, чел.) имеют вид:

$$H_{xp} = aЧ^2 + bЧ + c, \text{ тыс.м мес.},$$

$$H_{c/y} = dЧ + e, \text{ тыс.м},$$

где a, b, c, d, e – коэффициенты обеих зависимостей. Исследуем зависимость положения точки, соответствующей минимальным затратам, от численности рабочих при разном соотношении *удельных затрат на хранение* продукции – C_{xp} (руб./ тыс.м мес.) и на производство ее за счет сверхурочных работ – $C_{c/y}$ (руб./тыс.м). Как показал выполненный анализ, никакие другие параметры на решение этой задачи не влияют.

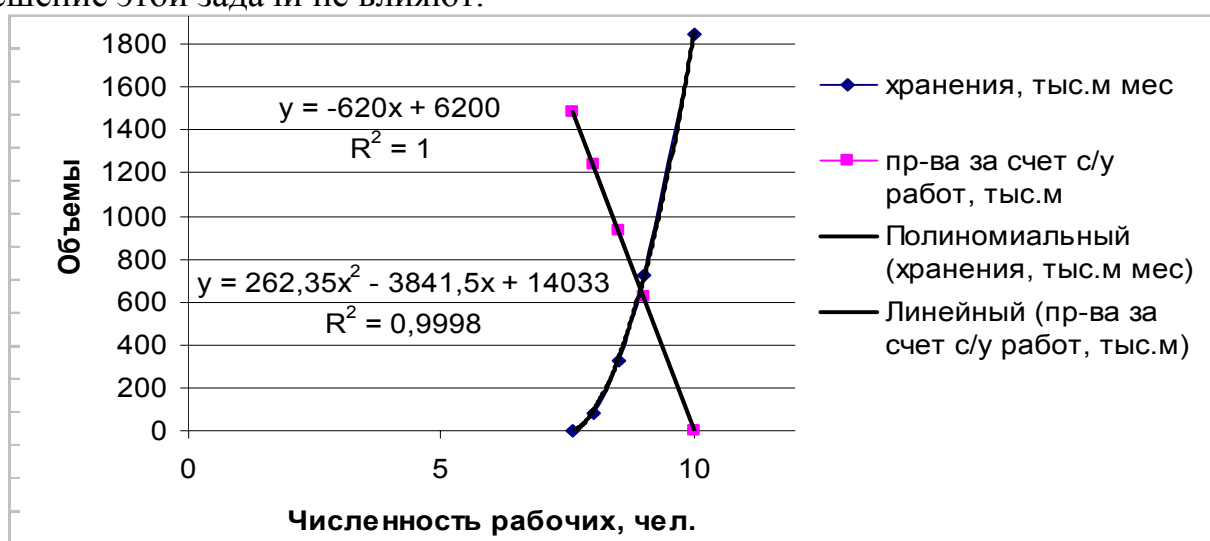


Рис. 8. Графики зависимостей объемов хранения и сверхурочных работ от численности в оптимальных смешанных стратегиях агрегатного планирования (здесь же указаны уравнения кривых и характеристики достоверности аппроксимации)

Суммарные затраты на хранение и сверхурочные работы составят:
 $Z = aC_{xp} \check{C}^2 + bC_{xp} \check{C} + cC_{xp} + dC_{c/y} \check{C} + eC_{c/y} = aC_{xp} \check{C}^2 + (bC_{xp} + dC_{c/y})\check{C} + (cC_{xp} + eC_{c/y})$.
 Тогда выражение для точки достижения минимума суммарной функции затрат, которая в общем случае является параболой, имеет вид:

$$\check{C} = - (bC_{xp} + dC_{c/y}) / 2aC_{xp}.$$

Поделив полученное выражение на $C_{xp} \neq 0$ и обозначив отношение $C_{c/y} / C_{xp} = g$, получим уравнение линейной зависимости наименьшей численности рабочих в оптимизационном агрегатном планировании от параметра g : $\check{C} = - \frac{b}{2a} - g \frac{d}{2a}$.

Таблица решений для этого малого предприятия имеет следующий вид:

g	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25
\check{C}	7,616	7,912	8,207	8,503	8,798	9,093	9,389	9,684	9,980

Таким образом, для имеющего место на предприятии соотношения $C_{c/y} / C_{xp}$ по таблице ищется минимальная численность. Этим параметрам соответствует и некоторый оптимальный агрегатный план производства, найденный транспортным методом.

Анализ показал, что разрешение простоев повышает вариативность решения задачи, а, следовательно, и эффективность вариантов. Ограниченность сверхурочных работ приводит к увеличению целесообразных объемов хранения продукции на складе или к переходу к использованию субподряда. Эти варианты также исследованы в работе.

Рассмотрим использование этого подхода в сфере оказания услуг производственного назначения. Особенность ситуации – невозможность хранения услуги. Поскольку затраты на оказание всего объема услуг в основное время не зависят от численности рабочих и на выбор оптимального варианта не влияют, исключим их из дальнейшего рассмотрения. В качестве критерия выбора используем минимум суммы затрат на сверхурочные работы и на оплату простоев:

$$\sum_{t=1}^6 c_t (V_{\text{н\ddot{o}}t} - V(\times)_t), \text{ где}$$

$$c_t = \begin{cases} -C_{\text{пр}}, & \text{при } (V_{\text{н\ddot{o}}t} - V(\times)_t) < 0, \text{ т. е. мощность превышает спрос;} \\ 0, & \text{при } (V_{\text{н\ddot{o}}t} - V(\times)_t) = 0, \text{ т. е. мощность равна спросу;} \\ C_{c/y}, & \text{при } (V_{\text{н\ddot{o}}t} - V(\times)_t) > 0, \text{ т. е. мощность меньше спроса;} \end{cases}$$

$V_{\text{н\ddot{o}}t}$ – величина спроса на услуги в t -м периоде планирования, тыс.м,

$C_{\text{пр}}$ – удельные затраты на оплату простоев рабочих в пересчете на единицу невыпущенной продукции, руб./тыс.м, $V(\times)_t$ – возможный объем оказания услуг в t -м периоде планирования, как функция численности работников, тыс.м.

Проведенный анализ показал, что обе функции: зависимости объемов сверхурочных работ и объемов простоев от численности – нелинейны, а, следовательно, и их сумма, масштабированная с помощью коэффициентов c , нелинейна. Результаты выполненных расчетов для заданных ранее исходных дан-

ных показаны на рис. 9.

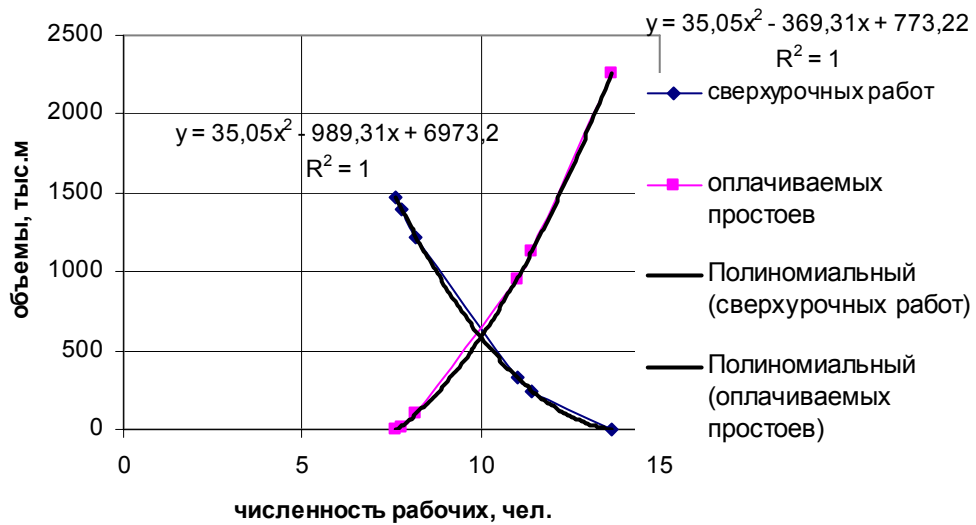


Рис. 9. Графики зависимостей объемов простоев и сверхурочных работ от численности рабочих в оптимальных смешанных стратегиях агрегатного планирования (здесь же указаны уравнения кривых и характеристики достоверности аппроксимации)

На основании уравнений аппроксимирующих функций, указанных на рис. 9, можно записать в общем виде зависимости затрат на сверхурочные и оплату простоев от численности рабочих:

$$Z_{c/y} = aC_{c/y} \check{C}^2 + bC_{c/y} \check{C} + cC_{c/y}, \text{ руб.},$$

$$Z_{\text{пр}} = dC_{\text{пр}} \check{C}^2 + eC_{\text{пр}} \check{C} + hC_{\text{пр}}, \text{ руб.}$$

и после необходимых преобразований – выражение для точки достижения минимума суммарной функции затрат:

$$\check{C} = - \frac{bs + e}{2as + 2d}, \text{ где введено обозначение } C_{c/y}/C_{\text{пр}} = s.$$

В четвертой главе содержится также анализ затрат, входящих в целевую функцию транспортной задачи линейного программирования, используемую в оптимизационном агрегатном планировании.

Пятая глава "Диверсификация оперативно-календарного планирования производства" рассматривает методические проблемы и инструментарий составления расписаний на нижнем уровне управления. Акцент сделан на методы оперативного внешне ориентированного планирования.

Расписания детализируют планы верхних уровней, доводя их до конкретных исполнителей и разбивая на краткосрочные задания на смену, сутки, час. Если в управлении мощностью проблема сводится к преодолению неопределенности *уровня спроса*, то на нижнем уровне управления – к преодолению неопределенности *спроса во времени*.

Различия между внутренне и внешне ориентированными расписаниями, между зависимыми и независимыми действиями, определяемыми спросом, требуют различных методических подходов к разработке расписаний. Оба указанных выше фактора, очевидно, взаимосвязаны, в результате чего производствен-

ный менеджмент сталкивается с большим разнообразием типов ситуаций составления расписаний. При этом применяются различные подходы к составлению расписаний, которые систематизированы в работе.

Подробно в пятой главе рассматривалась *группа методов определения очередности выполнения заданий на рабочем центре*, как методически наиболее сложная и практически наиболее значимая. Это потребовало вначале уточнить понятие "рабочий центр". Под *рабочим центром* в оперативно-календарном планировании следует понимать одно или группу рабочих мест, на которые планируется/назначается выполнение целостного, неразрывного задания. Под заданием здесь понимается выполнение одной или последовательности технологических операций/работ над партией изделий (в вырожденном случае партия может состоять из одного изделия). Причем задания, как и все входящие в них операции/работы проходят рабочий центр в одинаковом порядке. Внутри рабочего центра выполнение отдельных операций не планируется, а жестко задается типом рабочего центра. С таких позиций можно выделить три типа машиностроительных рабочих центров: а) рабочее место, б) предметный или предметно-замкнутый участок, в) многопредметную поточную линию.

Цели оптимизации порядка запуска заданий в рабочий центр также могут быть различными (рис. 10).

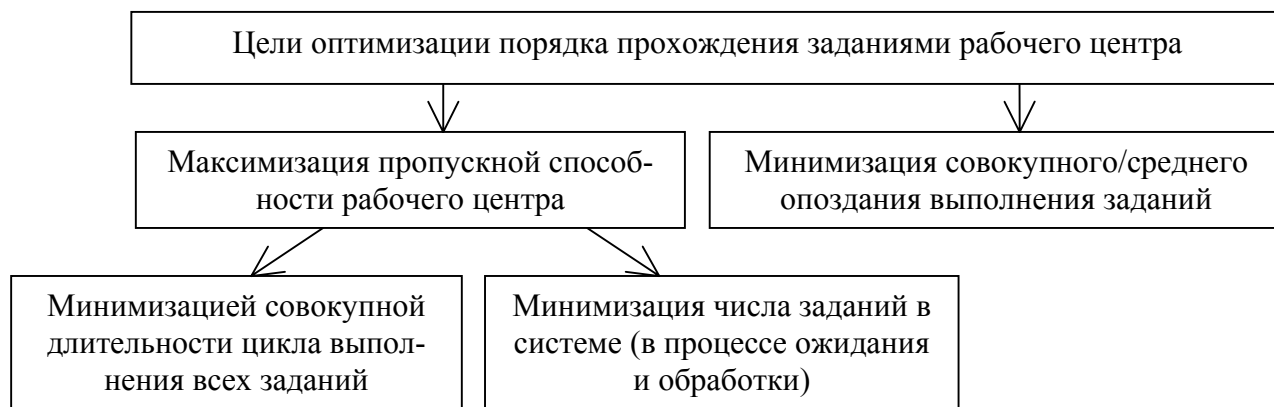


Рис. 10. Структура целей оптимизации порядка прохождения заданиями рабочего центра

Очевидно, что наличие двух типов целей следует из содержания основного противоречия производственного менеджмента и наличия двух типов планирования: внутренне- и внешне ориентированного, соответственно. Особый интерес представляет анализ и выделение двух подцелей в составе первой из них. Суть разделения в том, что вторая подцель в отличие от первой предполагает скорейший уход из рабочего центра выполненных заданий.

Достижение первой подцели в рабочих центрах типа *а* и *в* возможно только за счет минимизации суммарного времени переналадок; суммарное время обработки при любом порядке выполнения заданий будет, очевидно, постоянно. Поэтому при нивелировании времен переналадки первая подцель здесь теряет смысл. В рабочих центрах типа *б* эта подцель всегда актуальна и, в свою очередь, связана с такими частными подцелями, как минимизация суммарного

времени пролеживания заданий ввиду занятости рабочих мест, максимизация коэффициента использования по времени всех рабочих мест. Достижение второй подцели во всех рабочих центрах всегда актуально и приводит одновременно к минимизации объема незавершенного производства, находящегося в рабочем центре. При этом обе подцели для рабочих центров типа *б* не противоречивы.

Схема на рис. 11 показывает ситуации, складывающиеся при внутренне ориентированном планировании, а на рис. 12 – при внешне ориентированном. Так как в распределительной экономике второй подход практически не использовался, эта ветвь на рисунке отсутствует. Анализ показывает, что при внешне ориентированном планировании, представляющем наибольший интерес в условиях рыночной экономики, выбор методов очень ограничен. Это только *правила приоритетов*. Их применение возможно, но только для рабочих центров типов *а* и *в*. Однако, в литературных источниках делается попытка их распространения и на предметные участки (тип *б*). Это потребовало от нас проведения исследования эффективности применения различных правил приоритетов для внешне ориентированного планирования работы предметного участка. Для этого была написана оригинальная программа, основанная на использовании метода статистических испытаний (метода Монте-Карло).

Исследование показало низкую эффективность существующих правил. Нами предложен авторский метод, включающий 6 правил. Практически все эти правила созданы на основе второго правила метода Петрова-Соколицына:

$$\sum_{j=1}^{K_{ii}} t_{ij} ; \quad \sum_{j=1}^{K_{ii}-1} t_{ij} ; \quad \frac{\sum_{j=1}^{K_{on}-1} t_{ij}}{t_{плi}^2} ; \quad t_{плi} \sum_{j=1}^{K_{on}-1} t_{ij} ; \quad t_{i\bar{e}i} \sum_{j=1}^{K_{ii}-1} t_{ij}^2 ; \quad t_{li} \times t_{плi} ,$$

причем только второе правило требует располагать полученные суммы в порядке убывания, все остальные – в порядке возрастания.

Результаты сравнения нового метода, в частности, с методами Петрова и Петрова-Соколицына, полученные методом статистического моделирования, показаны на рис. 13. В работе исследованы также околооптимальные решения, и показано, что, задавшись допустимой погрешностью оптимизации, можно указать, какое число порядковых вариантов (т. е. ранжированных в порядке возрастания опоздания) могут быть приняты в качестве подоптимальных, а затем оценить методы оптимизации с точки зрения вероятности отыскания такого числа вариантов. Так, по полученным нами данным отклонение ~ 1 % от оптимума дают первые 13 вариантов. Новый метод оптимизации, предложенный нами, уже для 10 вариантов обеспечивает вероятность их отыскания ~ 72 % . Для 13 вариантов определить вероятность можно, воспользовавшись видом аппроксимирующей функции (рис. 16): $21,368 \ln(13)+22,428=77,236$ %, что можно признать очень хорошим результатом.

Шестая глава " Организационное проектирование гибких комплексно автоматизированных производственных систем и диверсификация производствен-

ного менеджмента в условиях автоматизации " посвящена исследованию сущности, задач, этапов комплексной автоматизации производства, особенностей создания и функционирования человеко-машинных производственных систем, особенностей управления производством в условиях комплексной автоматизации,

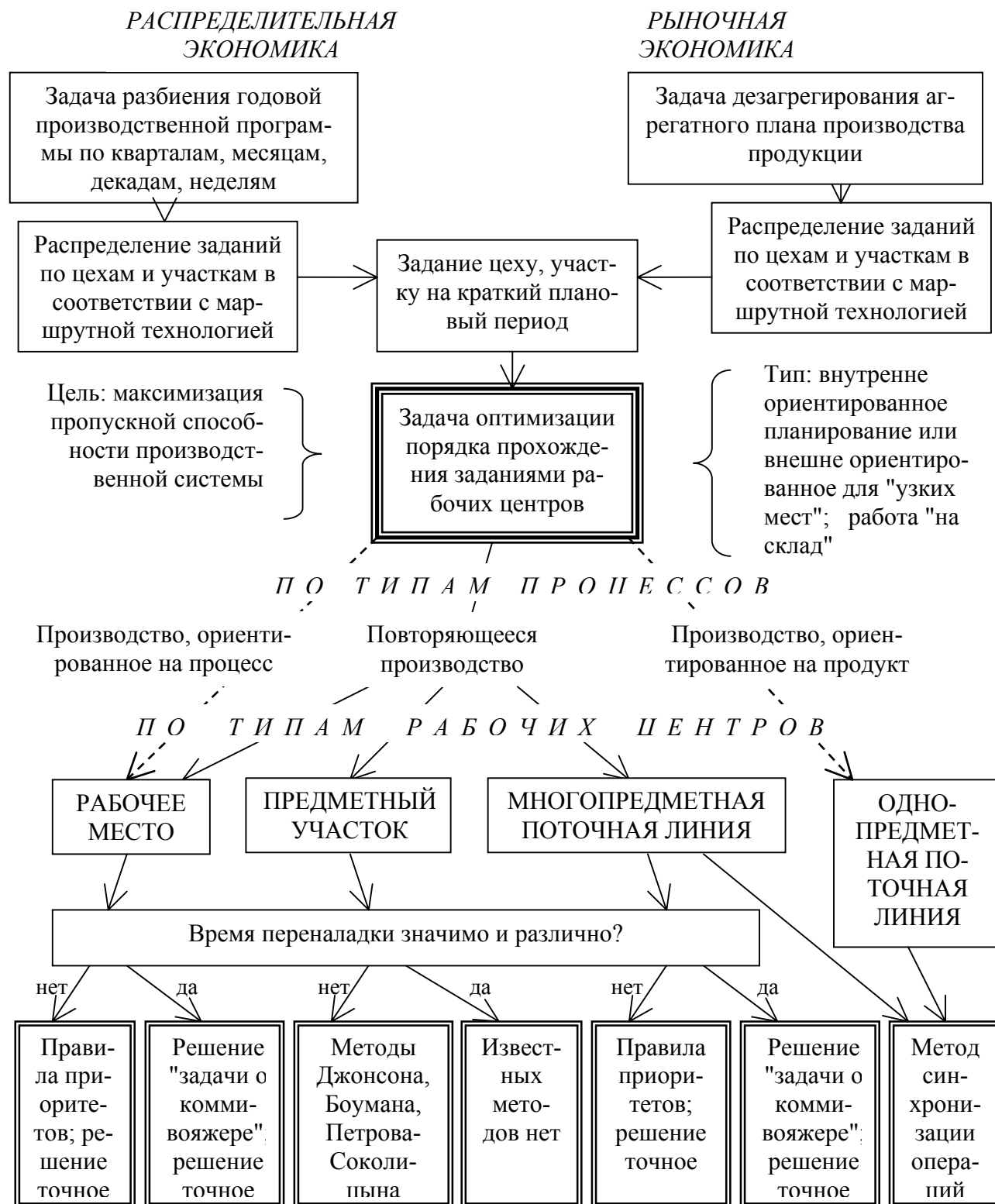


Рис. 11. Логика возникновения ситуаций, требующих максимизации пропускной рабочей центра, и методы оперативно-календарного планирования в этих ситуациях



Рис. 12. Логика возникновения ситуаций, требующих минимизации суммарного опоздания заданий в рабочем центре, и методы оперативно-календарного планирования в этих ситуациях а также выработке соответствующих методов управления.

Последние два десятилетия активно развиваются новые возможности автоматизации, связанные с интеграцией в единую систему всех стадий и составляющих производственного процесса и с осуществлением их под контролем и управлением локальной сети ЭВМ. За счет компьютерного управления производственными системами решаются многие задачи, в частности, обеспечивается удовлетворение одного из важнейших требований дискретного многономенклатурного производства – достижение достаточного уровня его *гибкости*. Это открывает принципиальные возможности для точного отслеживания дина-

мичного спроса на производимую продукцию, что особенно актуально для нашей страны в связи с переходом ее экономики на рыночные рельсы. Все это, а также резкое усложнение структур создаваемых производственных систем, качественно новый уровень их функционирования *под контролем и в исполнении машин-автоматов* требует соответствующих решений в области управления производством.

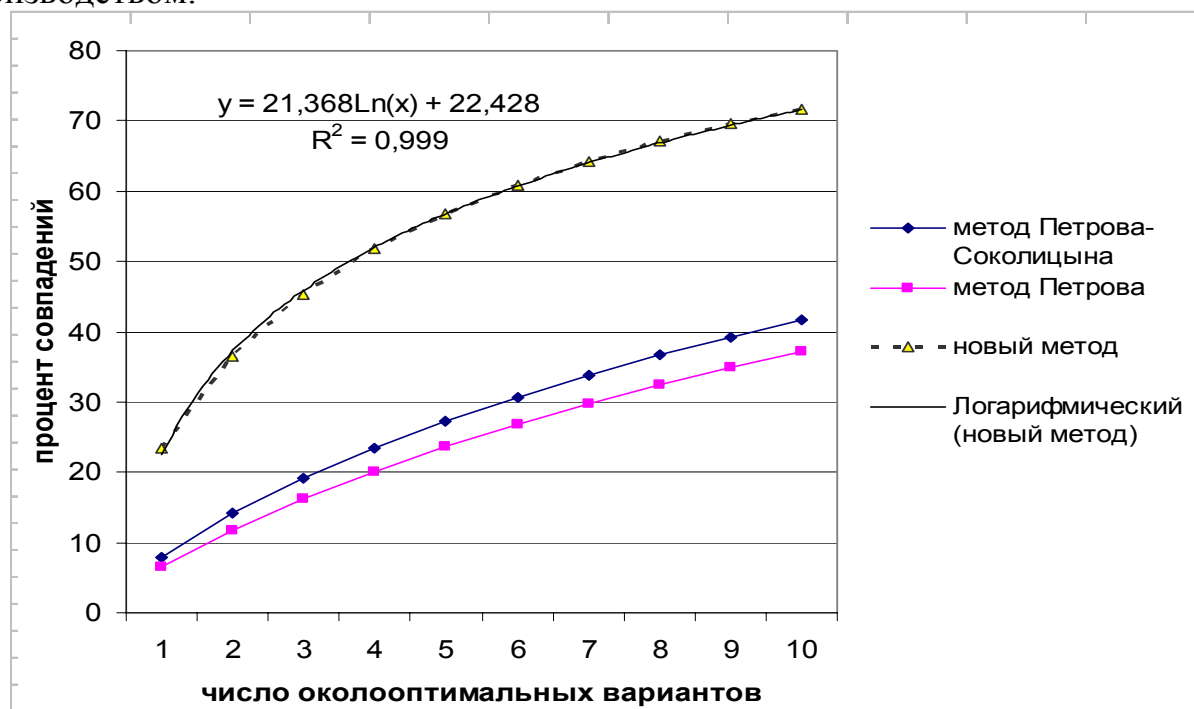


Рис. 13. Графики зависимости процента совпадений сформированных по трем методам вариантов от числа околооптимальных вариантов; показано уравнение аппроксимирующей кривой для нового метода и характеристика точности аппроксимации

Доказано, что решение общесистемных вопросов усложняется по мере роста масштабов производственных систем намного быстрее, чем усложняется решение технических вопросов создания таких систем. К общесистемным относятся не только вопросы создания системного программного и информационного обеспечения, аппаратной совместимости элементов систем и др. Сюда следует относить также и *системную организацию* производственных процессов, *планирование* работы интегрированных автоматизированных систем, т. е. вопросы управления производством.

Большая часть организационных вопросов должна решаться на этапах проектирования ГПС, для чего требуется принятие *стратегических* решений производственного менеджмента. Назовем эту часть проектных работ *организационным проектированием* ГПС, а соответствующую часть (или части) комплексного проекта ГПС – *оргпроектом*. В целом, внедрение ГПС на предприятии не должно рассматриваться как простая замена устаревшего оборудования современным: вся организация производства в целом должна быть изменена, а методы работы – усовершенствованы.

Предложенная в работе методика оргпроектирования состоит в синтезе

структуры ГПС на основе функционального анализа автоматизируемого производства. Она включает следующие этапы:

- 1) определение назначения и специализации (главной функции) ГПС, а также масштабов охвата производственного процесса автоматизацией;
- 2) построение дерева функций системы;
- 3) укрупненное формирование внутренней структуры ГПС;
- 4) согласование внешних связей ГПС и формирование ее полной внутренней структуры;
- 5) объемный расчет основных параметров элементов системы.

В основу создания оргпроекта и проекта оперативного управления работой ГПС положено концептуальное моделирование *структурно-функциональной организации* ГПС. При этом моделируется движение и преобразование *основного потока* предметов производства и *вспомогательных* потоков техоснастки, тары разных видов, отходов производства. Этот подход в работе применен в проектировании типовой ГПС механообработки, для которой построены все деревья функций, разработаны модели всех потоков на уровне ГПС и ГПМ, предложены алгоритмы выполнения объемных расчетов емкости двух видов складов, количества системной тары двух типов, численности персонала.

Автоматизация информационных обменов, возможность использования оптимизационных процедур позволяют поднять методы оперативного планирования производства в ГПС на качественно новый уровень, диверсифицировать их в зависимости от ситуации. Большинство исследователей отмечает, что на уровне оперативного управления ГПС действует множество факторов, которые практически невозможно учесть полностью и формализовать, поэтому наиболее часто используемым методом решения задач составления расписаний является *эвристический*. В то же время, задача оперативного планирования работы ГПС в некоторых частных случаях может иметь специфическую постановку, а ее решение сведено к стандартным методам. В шестой главе рассмотрен один из таких случаев, который имел место при разработке проекта комплексной автоматизации производства в цехе изготовления и испытания образцов металлургической продукции.

Ввиду высокой значимости для предприятия точности, достоверности и оперативности получения результатов испытаний к линии изготовления и испытания образцов (ГПЛ образцов) предъявляются повышенные требования. Главное – на каждом шаге процесса могут одновременно находиться образцы, относящиеся только к *одной пробе*, т. е. пролеживание образцов исключается (рис. 14). Все пробы одной партии поступают в цех автотранспортом одновременно, поэтому их *статус срочности* одинаков. Это означает, что в качестве цели/критерия рациональности должен выступать критерий максимальной пропускной способности линии (минимального совокупного времени обработки).

Исключение пролеживания предметов производства несколько увеличивает совокупную длительность обработки, т. е. снижает пропускную способность системы, но, в то же время, позволяет применить точный и достаточно

несложный метод оптимизации, в чем состоит его большое практическое преимущество.

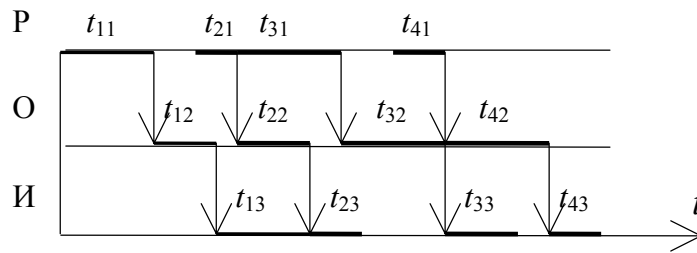


Рис. 14. График обработки партий на операциях ПЗУ без пролеживания; здесь этапы процесса: Р – разделка проб, О – обработка заготовок, И – испытание образцов

Отметим также одну чрезвычайно важную особенность этого способа организации движения проб по операциям – *отсутствие последействия*, т. е. совокупное время обработки последующей пары проб не зависит от предыдущей пары. Вышесказанное позволяет записать формулу расчета совокупной длительности цикла обработки последовательности из произвольного числа (K_n) проб на трех операциях в следующем виде:

$$T_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^{K_n-1} (t_{i1} + A_{ii+1}) + \sum_{j=1}^3 t_{K_n j} = \sum_{i=1}^{K_n} t_{i1} + \sum_{i=1}^{\hat{E}_n-1} A_{ii+1} + \sum_{j=2}^3 t_{K_n j} ,$$

где A_{ii+1} – время простоя первой операции между обработкой i -й и $(i+1)$ -й пробы, Блок-схема алгоритма расчета показана на рис. 15. Здесь введены обозначения: $t_{i2} - t_{i+1,1} = b_{i1}$, $t_{i3} - t_{i+1,2} = b_{i2}$. Алгоритм может быть распространен на произвольное число операций.

Для определения оптимальной последовательности чередования пар, минимизирующей совокупную длительность цикла обработки всех проб – $T_{\text{ц}}$, необходимо в первую очередь минимизировать значение $\sum_{i=1}^{\hat{E}_n-1} A_{ii+1}$, так как остальные составляющие от последовательности чередования не зависят. Для решения задачи можно использовать метод ветвей и границ, так как она сводится к задаче о коммивояжере.

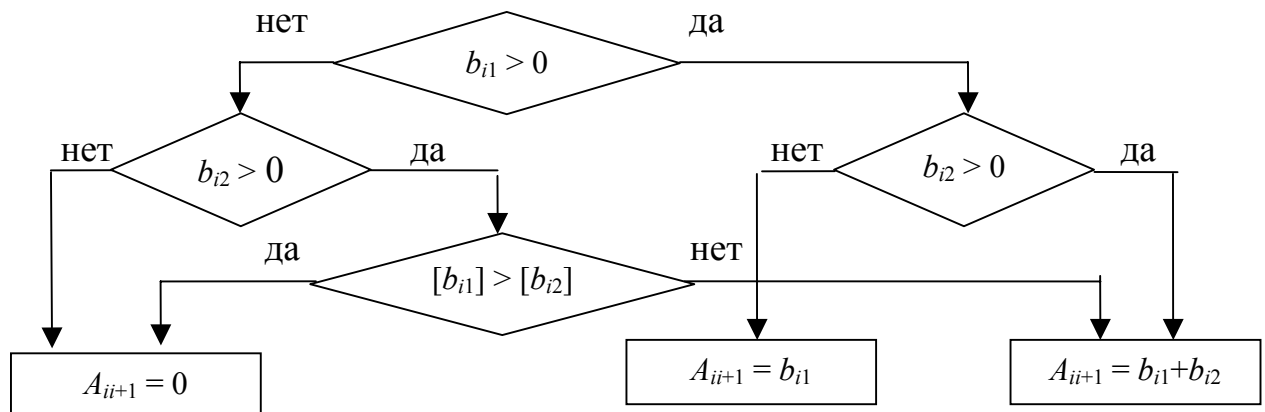


Рис. 19. Блок-схема алгоритма расчета значения A_{ii+1} для пары следующих одна за другой проб ($i, i + 1$) на трехоперационном ПЗУ без пролеживания

Метод ветвей и границ даёт замкнутый маршрут, следовательно, разорвать его надо так, чтобы последней шла проба с *min* значением третьего слагаемого в формуле расчета $T_{ц}$ минус $\sum_{j=2}^3 t_{K_n j}$.

Хорошо известный аналитический метод – *цепной* метод расчета при такой постановке задачи использован быть не может. Нами предложен *модифицированный цепной метод*, учитывающий специфику постановки задачи.

1. Составить исходную матрицу трудоёмкостей $|t_{ij}|_{i=1, \dots, K_n, j=1, 2, 3}$ для нужной последовательности запуска.
2. Рассчитать первую строку производной матрицы моментов окончания обработки $|\tau_{ij}|_{i=1, \dots, K_n, j=1, 2, 3}$ по формуле: $\tau_{1j} = \tau_{1,j-1} + t_{1j}$, $j = 1, 2, 3$, где $\tau_{1,0} = 0$.
3. Рассчитать по очереди вторую и последующие строки этой матрицы по формуле: $\tau_{ij} = \max\{\tau_{i-1,j}; \tau_{i,j-1}\} + t_{ij}$, где $\tau_{i,0} = 0$, $i = 2, \dots, K_n$, $j = 1, 2, 3$.

При этом если для рассчитываемого элемента оказывается $\tau_{i-1,j} > \tau_{i,j-1}$, то определить их разность $\Delta = \tau_{i-1,j} - \tau_{i,j-1}$ и увеличить на нее все уже рассчитанные ранее элементы τ_{ij} данной строки. При расчете следующего элемента строки подобный пересчет может повториться и т. д.

Заключение.

1. Предложено и обосновано с позиций системного подхода новое понятие "система производственного менеджмента". Разработаны теоретические и методологические основы процесса диверсификации применительно к системе производственного менеджмента.

2. Показана тенденция интеграции научных областей, обеспечивающих эффективное функционирование микроэкономических систем, а именно: логистики, маркетинга, контроллинга, организационного поведения на платформе системы производственного менеджмента.

3. Разработаны теоретические основы диверсификации текущего планирования на предприятии как продолжения диверсификации системы производственного менеджмента и основы для дальнейшего практического развития инструментария текущего планирования производства в рыночных условиях.

4. Предложена модель классификации параметров спроса и подход к формированию структур производственных систем, их мощности и методам планирования их работы, как единому целому, с учетом параметров спроса.

5. Разработаны рекомендации по возможному использованию в условиях рыночной экономики накопленного в дореформенной распределительной экономике опыта текущего планирования производства.

6. Разработана однопродуктовая вариативная стохастическая модель управления запасом на основе активного прогнозирования спроса, использующаяся в целях минимизации среднего уровня запаса ресурса в условиях меняющегося

спроса.

7. Доработан метод агрегатного планирования на основе решения транспортной задачи линейного программирования: уточнены практические способы включения в модель факторов "простой рабочих" и "сверхурочные работы" при построении оптимальных планов в российских условиях

8. Выполнен анализ множества оптимальных вариантов агрегатного плана работы фирмы, построенных с использованием транспортной модели линейного программирования, для различной численности персонала фирмы и разных условий организации ее работы. Предложен алгоритм нахождения оптимальной численности рабочих в различных условиях.

9. Предложена классификация методов оперативно-календарного планирования в зависимости от имеющих место стратегии процесса, типа рабочего центра, значимости времени переналадок для условий внешне и внутренне ориентированного планирования, в результате выявлено практическое отсутствие приемлемых методов для использования в условиях внешне ориентированного планирования, наиболее характерного в рыночных условиях.

10. Предложен метод оптимизации порядка запуска заданий в обработку на рабочих центрах типа "предметный участок" при внешне ориентированном планировании, для чего методом статистических испытаний исследована эффективность использования известных и новых правил приоритетов в указанных условиях, а также – эффективность околооптимальных вариантов запуска.

11. Разработана автоматизированная система оперативного планирования работы реального цеха, в основу которой положен авторский метод оптимизации порядка запуска заданий в обработку и модифицированный для этого случая "цепной" алгоритм расчета длительности цикла выполнения заданий.

12. Разработан и обоснован алгоритм улучшения расписания работы предметного участка с использованием транспортных партий переменного размера, позволяющий повысить пропускную способность участка.

13. Уточнена концепция полномасштабного централизованного планирования и управления работой предприятия в условиях применения современных информационных технологий, выявлены проблемы внедрения подобных систем на российских предприятиях и показаны пути их разрешения, базирующиеся на методологии диверсификации системы производственного менеджмента.

14. Разработана концепция структурно-функциональной организации гибких автоматизированных производственных систем на основе всестороннего анализа организационно-технических особенностей современных способов автоматизации, предложена методика организационного проектирования таких систем.

15. Предложены методы расчета количественных характеристик гибких автоматизированных производственных систем на основе исследования структур и параметров типовых систем в механообработке; разработан метод нахождения оптимального порядка запуска партий в обработку на гибкой автоматической линии без межоперационных заделов.

Перечень опубликованных автором работ

Монографии и учебные пособия

1. Козловский В.А., Козловская Э.А., Макаров В. М. Эффективность переналаживаемых роботизированных производств. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985. 326 с. (40% автора)
2. Козловский В.А., Искровская Т. С., Козлов А.В., Макаров В. М. Экономика ГПС: Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛПИ, 1989. 64 с. (20% автора)
3. Козловский В.А., Козлов А.В., Макаров В. М. Организация и управление автоматизированными производствами: Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛПИ, 1989. 76 с. (60% автора)
4. Макаров В. М. Модели и методы производственного менеджмента: Практикум. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1997. 56 с.
5. Макаров В. М. Модели и методы производственного менеджмента и логистики. Управление запасами: Практикум. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998. 56 с.
6. Козловский В.А., Маркина Т.В., Макаров В. М. Производственный и операционный менеджмент. Учебник. СПб.: Специальная литература, 1998. 326 с. (20% автора)
7. Козловский В.А., Маркина Т.В., Макаров В. М. Производственный и операционный менеджмент. Практикум. СПб.: Специальная литература, 1998. 212 с. (30% автора)
8. Макаров В. М. Производственный менеджмент. Модели и методы управления запасами: Практикум. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. 60 с.
9. Макаров В. М. Производственный менеджмент. Модели и методы управления проектами: Практикум. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. 64 с.
10. Макаров В. М. Производственный менеджмент. Модели и методы организации производственных процессов: Практикум. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 72 с.
11. Макаров В. М. Диверсификация системы производственного менеджмента в условиях динамичного спроса: теория, методы, алгоритмы. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 351 с.
12. Организация производства на предприятиях машиностроения. Введение в предмет: Учебное пособие/В. А. Козловский, В. В. Кобзев, В. М. Макаров, А. В. Смирнов; под общ. ред. проф. В. А. Козловского. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 108 с. (30% автора)
13. Организация производства на предприятиях машиностроения. Стратегия товара: Учебное пособие/В. А. Козловский, А. К. Казанцев, В. В. Кобзев, В. М. Макаров; под общ. ред. проф. В. А. Козловского. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 143 с. (20% автора)
14. Организация производства на предприятиях машиностроения. Стратегия процесса: Учебное пособие/В. А. Козловский, В. В. Кобзев, В. М. Макаров; под общ. ред. проф. В. А. Козловского. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 76 с. (10% автора)
15. Организация производства на предприятиях машиностроения. Стратегия размещения: Учебное пособие/В. А. Козловский, В. В. Кобзев, В. М. Макаров, Б. И. Кузин; под общ. ред. проф. В. А. Козловского. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 66 с. (30% автора)
16. Организация производства на предприятиях машиностроения. Стратегия организации производства: Учебное пособие/В. А. Козловский, В. В. Кобзев, В. М. Макаров; под общ. ред. проф. В. А. Козловского. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 102 с. (40% автора)
17. Организация производства на предприятиях машиностроения. Стратегия обслуживания производства: Учебное пособие/В. А. Козловский, В. В. Кобзев, В. М. Макаров; под общ. ред. проф. В. А. Козловского. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 94 с. (10% автора)
18. Организация производства на предприятиях машиностроения. Производственное планирование: Учебное пособие/В. А. Козловский, В. В. Кобзев, В. М. Макаров, Б. И. Кузин; под общ. ред. проф. В. А. Козловского. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 124 с. (80% автора)

Брошюры, научные статьи, доклады и методические указания

19. Козловский В. А., Козловская Э. А., Зубок И. В., Макаров В. М. Автоматизированная сис-

- тема управления опытным производством (опыт разработки). Л.: ЛДНТП, 1976. 52 с. (20% автора)
20. Козловский В. А., Макаров В. М. Организационно-экономические проблемы применения транспортно-загрузочных промышленных роботов//Робототехника: Сб. научн. работ (Ленингр. политехн. ин-т). Л.: ЛПИ, 1976. 4 с. (50% автора)
 21. Козловский В. А., Макаров В. М., Топорова А. А. Промышленные роботы и экономика//Робототехника: Сб. научн. работ (Ленингр. политехн. ин-т). Л.: ЛПИ, 1976. 6 с. (30% автора)
 22. Макаров В. М. Экономическая эффективность применения промышленных роботов на участках механической обработки//Промышленные роботы и манипуляторы и их применение: Труды VI Всесоюзн. симпозиума. Тольятти, 1976. 4 с.
 23. Макаров В. М. Разработка классификации структур РТК на основе принципов системной организации производства//Применение промышленных роботов в приборостроении. Киев: РДЭНТП, 1977. 1 с.
 24. Кочнева Г. В., Макаров В. М., Силюк А. М. Результаты комплексного обследования штамповочного цеха объединения "Светлана" в связи с выбором вариантов внедрения промышленных роботов//Промышленные роботы и их применение: Мат-лы семинара 6-7 сент. Л.: ЛДНТП, 1977. 4 с. (50% автора)
 25. Макаров В. М. Анализ и систематизация способов организации производства в условиях применения промышленных роботов//Промышленные роботы и их применение: Мат-лы семинара 6-7 сент. Л.: ЛДНТП, 1977. 4 с.
 26. Кочнева Г. В., Макаров В. М., Силюк А. М., Тулякова Т. А. Обоснование вариантов организации роботизированных технологических комплексов на операциях холодной штамповки в условиях серийного производства//Всесоюзное совещание по робототехническим системам. Владимир, октябрь 1978 г. М.: Наука, 1978. 1 с. (50% автора)
 27. Макаров В. М. Анализ номенклатуры продукции цеха холодной штамповки при внедрении промышленных роботов//Промышленные роботы и их применение: Мат-лы семинара 28-29 ноября. Л.: ЛДНТП, 1978. 4 с.
 28. Козловский В. А., Волкова Н. В., Макаров В. М., Силюк А. М., Ионочкина Е. А. Комплексное технико-экономическое и социологическое обследование производства в связи с внедрением промышленных роботов. Л.: ЛДНТП, 1979. 24 с. (30% автора)
 29. Макаров В. М. Анализ эффективности вариантов организации роботизированного производства на примере операций холодной штамповки//Промышленные роботы, №2. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1979. 7 с.
 30. Макаров В. М. Учет снижения потерь от текучести кадров в результате роботизации//Промышленные роботы и их применение: Мат-лы семинара 9-10 сент. Л.: ЛДНТП, 1980. 5 с.
 31. Макаров В. М. Исследование областей эффективного применения промышленных роботов для автоматизации мелкой холодной штамповки//Промышленные роботы и их применение: Мат-лы семинара 22-23 сент. Л.: ЛДНТП, 1981. 5 с.
 32. Макаров В. М., Шевченко Т. Н. Социально-экономические особенности использования роботов в сборочных процессах на предприятиях машиностроения//Создание и применение промышленных автоматических манипуляторов. М.: МДНТП, 1982. 5 с. (10% автора)
 33. Макаров В. М. Исследование областей эффективного применения промышленных роботов в холодной штамповке. Труды ЛПИ, №389, 1982. 11 с.
 34. РД 50-356-82 Методические указания. Правила организации работ по роботизации производственных процессов. М.: Изд-во стандартов, 1983. 24 с. (14 соавторов, 20% автора)
 35. РД 50-355-82 Методические указания. Общие положения роботизации. М.: Изд-во стандартов, 1983. 24 с. (12 соавторов, 20% автора)
 36. РД 50-357-82 Методические указания. Правила выбора объектов роботизации. М.: Изд-во

- стандартов, 1983. 32 с. (13 соавторов, 20% автора)
37. ГОСТ 14.324-84. ЕСТПП. Роботизация технологических процессов. Правила выбора объектов роботизации. М.: Изд-во стандартов, 1984. 24с. (11 соавторов, 20% автора)
 38. Макаров В. М., Искровская Т.С. Организационное проектирование и его роль в технико-экономическом анализе вариантов роботизации. Вестник машиностроения, №3, 1984. 10 с. (50% автора)
 39. Козловский В. А., Козлов А. В., Макаров В. М. Метод расчета социально-экономической эффективности ИПК//Информационный листок №3697-84. Л.: ЦНТИ, 1984. 5 с. (30% автора)
 40. Козлов А. В., Макаров В. М. Социально-экономическая эффективность ИПК//Промышленные роботы и их применение: Мат-лы семинара 18-19 окт. Л.: ЛДНТП, 1984. 6 с. (50% автора)
 41. Козлов А. В., Макаров В. М. Социально-экономическая эффективность интегрированных производственных комплексов//Экономические проблемы создания эффективных автоматизированных и роботизированных систем: Мат-лы всесоюз. совещания. Орджоникидзе 12-13 сент. М.: ВСНТО, 1984. 2 с. (50% автора)
 42. Козловский В. А., Козлов А. В., Макаров В. М. Экономико-организационные особенности автоматизации многономенклатурных производств//Интенсификация общественного производства на основе совершенствования подготовки и организации производственных процессов: Труды всесоюзной научно-технической конференции. Воронеж 13-15 сент. 1984. 2 с. (40% автора)
 43. Макаров В. М. Экономическая эффективность гибкости автоматизированных производств. Труды ЛПИ №409, 1985. 9 с.
 44. Makarov V. M. Systematisierung und Erfassung der Sozialökonomischen Faktoren der Komplexen Automatisierung. Flexible Automatisierung - Effektivität: Konferenz - material - Dresden, DDR, 1985. 11 с.
 45. Козловский В. А., Козлов А. В., Макаров В. М. Экономические и организационные основы автоматизации проектирования и производства изделий при создании гибких производственных систем//Экономическая эффективность новой техники. Л.: ЛДНТП, 1985. 4 с. (30% автора)
 46. Козловский В. А., Козлов А. В., Макаров В. М. Экономические основы автоматизации проектирования и производства технических средств освоения океана//Труды всесоюзной конференции "Экономика освоения океана". Владивосток, 1985. 4 с. (30% автора)
 47. Козловский В.А. Козлов А.В., Макаров В. М. Техничко-экономическое обоснование создания гибких производственных систем. Л.: ЛДНТП, 1986. 24с. (40% автора)
 48. Кобзев В. В., Макаров В. М. Метод расчета экономического эффекта от сокращения длительности цикла изготовления продукции в ГПС//Информационный листок №1101-86. Л.: ЦНТИ, 1986. 5 с. (80% автора)
 49. Кобзев В. В., Макаров В. М. Метод оптимизации порядка запуска изделий на гибкую автоматическую линию без промежуточных накопителей//Информационный листок №1115-86. Л.: ЦНТИ, 1986. 5 с. (80% автора)
 50. Волкова Н. В., Иванов В. А., Кобзев В. В., Макаров В. М. Организация и эффективность работы гибкой автоматической линии для изготовления и испытания образцов металлургической продукции//Повышение производительности труда и качества продукции на основе применения прогрессивной технологии, оснастки и инструмента: Мат-лы научно-технического семинара 25-26 нояб. Л.: ЛДНТП, 1986. 4 с. (20% автора)
 51. Козловский В. А., Козлов А. В., Макаров В. М. Экономико-организационные основы автоматизации проектирования и производства изделий при создании ГПС. В кн.: Интегрированные производственные комплексы. Л.: Машиностроение, 1987. 4 с. (30% автора)
 52. Определение социально-экономической эффективности гибких производственных систем.

- Л.: ЛИАН, 1087. 63 с. (6 соавторов, 10% автора)).
53. Исследование и систематизация факторов экономической эффективности средств комплексной автоматизации производства//Автоматические модули ГПС. Л.: ЛИИАН, 1987. 20 с. (6 соавторов, 20% автора)).
 54. Козловский В.А. Козлов А.В., Макаров В. М. Организационные и экономические расчеты при внедрении промышленных роботов и ГПС. Методические указания к выполнению экономического раздела дипломных проектов. Л.: Изд-во ЛПИ, 1988. 40 с. (40% автора)
 55. Макаров В. М., Искровская Т.С. Техничко-экономический анализ вариантов роботизации с использованием ЭВМ. Методические указания к курсовому проектированию. Л.: Изд-во ЛПИ, 1989. 34 с. (80% автора)
 56. Голдин В.К., Макаров В. М. Проектирование организации производства в ГПС обработки металлов давлением. «Авиационная промышленность», №1, 1989. 8 с. (70% автора)
 57. Макаров В. М., Пилипчук С.Ф. Организационно-техническое проектирование автоматизированной транспортно-складской системы ГПС механической обработки. Методические указания к курсовому проектированию. Л.: Изд-во ЛГТУ, 1990. 24 с. (60% автора)
 58. Королев В.А., Макаров В. М., Романов П.И. Организационно-техническое проектирование и экономическое обоснование автоматизированных комплексов на предприятиях машиностроения. Методические указания к курсовому проектированию. СПб.: изд-во СПбГТУ, 1991. 39 с. (40% автора)
 59. Козловский В. А., Макаров В. М., Серебренников А.В. Логистическая концепция функционирования фирмы. Экономика и менеджмент: Труды СПбГТУ №470, 1998. 3 с. (10% автора)
 60. Кобзев В. В., Макаров В. М. Системные основы организационного проектирования производственных систем. Экономика и менеджмент: Труды СПбГТУ №470, 1998. 5 с. (10% автора)
 61. Макаров В. М. Теория и практика коммерческой логистики. В кн.: Мат-лы международной научно-практической конференции ""Менеджмент" и "Экономика" в системе высшего профобразования". СПб.: Изд-во «Нестор», 1998. 1 с.
 62. Макаров В. М. Теоретические основы диверсификации в системе производственного менеджмента. В кн.: Труды всероссийской электронной научно-практической конференции, апрель-май 2002 г., "Организация производства в трансформационной экономике: теория и практика". Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2002. 3 с.
 63. Макаров В.М., Подволоцкий И.Н. Проблемы внедрения информационной системы управления производством на машиностроительном предприятии. В кн.: Труды всероссийской электронной научно-практической конференции, апрель-май 2002 г., "Организация производства в трансформационной экономике: теория и практика". Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2002. 4 с. (40% автора)
 64. Макаров В.М., Подволоцкий И.Н. Проблемы внедрения информационной системы управления производством класса ERP на российском машиностроительном предприятии. В кн.: Инновации в науке, образовании и производстве/Сборник трудов СПбГПУ №484. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 7 с. (40% автора)
 65. Макаров В. М., Подволоцкий И. Н. Анализ влияния характера планирования на реализацию интегрированной автоматизированной системы управления предприятием. В кн.: Формирование технической политики инновационных наукоемких технологий/Мат-лы научно-практической конференции и школы-семинара 18-20 июня 2002 года. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 5 с. (40% автора)
 66. Макаров В. М., Гаджиев М. М. Оптимизация численности работников малого предприятия в условиях меняющегося спроса транспортным методом линейного программирования. "Вестник Дагестанского научного центра", 2002, №13. 12 с. (80% автора)
 67. Макаров В. М. Инновационная сущность диверсификации планирования производства с

учетом динамичного спроса. "Инновации", 2002, №9. 0,5 п. л.