

На правах рукописи

ХАЙМОВИЧ ИРИНА НИКОЛАЕВНА

**МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СОГЛАСОВАННЫХ МЕХАНИЗМОВ
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

Специальность: 05.02.22 – Организация производства (машиностроение)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Самара, 2009

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева»

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор Морозов Владимир Васильевич

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Гришанов Геннадий Михайлович

доктор технических наук, профессор Семенов Владимир Семенович

доктор технических наук, профессор Попов Петр Михайлович

Ведущая организация: открытое акционерное общество «Волгабурмаш»
(г. Самара)

Защита состоится 26 июня 2009 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д212.215.03 при ГОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева» (СГАУ) по адресу: 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке СГАУ.

Автореферат разослан _____ 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук

Клочков Ю.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы определяется тем, что в современных условиях интеграции предприятий в мировую экономику при быстром изменении спроса и предложения стратегически важной для обеспечения конкурентного развития предприятия является его способность к решению задач: динамического развития и оптимизации деятельности на основе новейших бизнес-технологий; снижения себестоимости и стоимости продукции при одновременном совершенствовании ее технических и потребительских характеристик; обеспечения высокого качества производства и продукции на всех этапах жизненного цикла; максимальной информатизации и автоматизации бизнес-процессов; обеспечения гибкости и адаптивности технологии производства.

Способность решения указанных задач определяется эффективностью действующих процессов конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП), при этом важнейшей задачей этого вида подготовки производства является устранение противоречий между конструкторскими и технологическими процессами.

Значительный вклад в развитие теории управления организационными системами внесли многие отечественные и зарубежные ученые, в том числе Багриновский К.А., Волкович В.Л., Гермейер Ю.Б., Засканов В.Г., Ириков В.А., Новиков Д.А., Морозов В.М., Гришанов Г.М., K. Arrow, T. Croves, O. Hart, R. Radner и другие. Несмотря на большое число публикаций, посвященных организационным системам, исследованию и разработке механизмов их функционирования и взаимодействия, на сегодняшний день не сформирована методология организации согласованного взаимодействия процессов в КТПП при принятии проектных решений с учетом гибкости проектируемых структур.

Вместе с тем, совершенствование организации производства в процессе конструкторско-технологической подготовки невозможно без разработки моделей и методов оптимизации бизнес-процессов на основе теории управления проектами.

Исследования в области управления проектами выполнены зарубежными и российскими учеными, такими как М. Хаммер, Дж. Чампи, М. Робсон, Ф.Уллах, Д. Мартин, Г.Н. Калянов, Р.А. Фатхутдинов, Е.Г. Ойхман, Э.В. Попов, В.И. Воропаев, П.В. Кутелев, И.В. Мишурова, Разу М.Л. и пр. В этих работах рассмотрены состав, порядок, последовательность и методы проектирования в ходе реинжиниринга промышленных предприятий и реализации процессов эволюции бизнес-систем к оптимальному для современных условий уровню организации производства. Однако проблемы описания бизнес-процессов и последующего реинжиниринга производства и научно обоснованной реорганизации управления на основе управления проектами для конструкторских и технологических подразделений предприятий недостаточно изучены.

Вместе с тем, нерешенной остается проблема разработки инновационной методологии оптимизации бизнес-процессов КТПП с перераспределением

информационного ресурса на основе проектного управления и взаимодействия внутри конструкторских и технологических подразделений. Для внедрения данной методологии потребуется проектирование новых организационных систем для принятия решений в КТПП на основе поэтапного привлечения инвестиций в условиях ограничения по ресурсам и уменьшения нереализованных проектов.

Проблемам внедрения новых информационных систем в организации производства посвящено значительное количество работ. Среди наиболее известных работ, посвященных организации производства и методам проектирования и оценки информационных систем в этой области, следует отметить работы российских ученых: Куликовой Л.Ф., В.В. Липаева, А.М. Вендрова, С.А. Орлова, Е.З. Зиндера, И.Ю. Тудера, А.Я. Меламеда, Д.Ю. Журавлева и др. Среди зарубежных можно выделить работы таких авторов, как G. Booch, E. Yourdon, I. Jacobson, D. Longstreet, V. Voem, R. Ganter и др. В то же время довольно мало внимания уделяется проблеме внедрения информационной среды при ограниченных ресурсах.

Таким образом, вышеперечисленные проблемы являются актуальными, и их решение имеет особо важное значение для теории и практики организации производства.

Целью исследования является повышение эффективности процессов конструкторско-технологической подготовки производства на основе выбора механизмов согласованного взаимодействия между конструкторскими и технологическими службами с учетом улучшения качества изделий с использованием функциональных и информационных системных моделей.

Данная цель предполагает решение следующих конкретных задач исследования:

- провести анализ и оценку действующих механизмов взаимодействия, сформулировать актуальные проблемы, возникающие в задачах организации процессов конструкторско-технологической подготовки производства, определить направления их совершенствования и выделить роль механизмов согласованного взаимодействия в организационной системе;

- разработать комплекс взаимосвязанных математических моделей принятия решений по определению надежности изделия конструкторскими и технологическими службами;

- выявить и отобразить в математическую схему противоречивые ситуации при организации процессов конструкторско-технологической подготовки производства с учетом надежности изделия;

- на основе методов математического моделирования сформулировать постановку задачи и разработать методологический подход формирования механизмов согласованного взаимодействия процессов конструкторско-технологической подготовки производства, обеспечивающих высокое качество изделия;

- обосновать эффективность организации механизмов согласованного взаимодействия и показать практическое их применение к решению задач

обеспечения высокой надежности изделия как основной характеристики его качества;

- определить технические и организационные факторы повышения качества для конструкторских и технологических служб;

- разработать инновационную методологию, реализующую сбалансированное и согласованное взаимодействие между центром, конструкторами и технологами;

- разработать методологию реинжиниринга бизнес-процессов КТПП с перераспределением информационного ресурса и оптимизацией данных.

Объектом исследования является организация процессов конструкторско-технологической подготовки производства промышленных предприятий.

Предметом исследования являются механизмы взаимодействия между конструкторскими и технологическими службами в процессе функционирования организационной системы.

Научная новизна состоит в следующем: разработана методология сбалансированного взаимодействия конструкторов и технологов в процессе конструкторско-технологической подготовки производства, ориентированная на повышение качества выпускаемых изделий.

В частности:

- разработан комплекс взаимосвязанных математических моделей принятия решений по определению надежности изделия конструкторскими, технологическими и производственными службами;

- сформированы условия согласованного взаимодействия в конструкторско-технологической подготовке производства;

- определены технологические и организационные факторы, позволяющие оценить надежность деталей узлов и изделия в целом;

- разработан методологический подход формирования механизмов согласованного взаимодействия процессов конструкторско-технологической подготовки производства, обеспечивающих высокую надежность изделия;

- разработаны информационно-технологические модели бизнес-процессов конструкторско-технологической подготовки производства с оптимизацией процессов и данных;

- разработана методология оценки эффективности процессов подготовки производства на основе функционально-стоимостного анализа по информационно-технологическим моделям управления проектами;

- разработана система критериев верификации моделей конструкторско-технологической подготовки производства;

- спроектирована и обоснована организационная система управления внедрением инновационной методологии согласования интересов конструкторско-технологической подготовки на основе инвестиционного проекта с учетом требований заказчика, повышающая качество изделий.

Практическая ценность исследования. Разработанная инновационная методология управления коммуникациями при реинжиниринге бизнес-процессов КТПП как объектов проектного производства позволяет: сократить

сроки проведения конструкторских и технологических проектов и, соответственно, всего процесса производства в целом; повысить качество технических решений в целом для объектов машиностроительного производства; обеспечить повышение конкурентоспособности предприятия в условиях рыночной экономики; обеспечить эффективное использование трудовых и информационных ресурсов при выполнении конструкторско-технологических работ в условиях проектного производства.

Разработанный прикладной программный пакет позволяет выполнить имитацию инвестиционного процесса функционирования организационной системы с реинжинирингом бизнес-процессов КТПП.

В результате проведенных в диссертационной работе исследований разработанные предложения позволяют совершенствовать организацию проектного производства в КТПП на базе структурного системного анализа и функционально-информационного моделирования процесса проектирования.

Разработанные методики, программное обеспечение и предложенные рекомендации могут быть применены при реорганизации и реинжиниринге бизнес-процессов и для построения организационных структур проектных подразделений.

Внедрение результатов исследования. Предложенные модели и методы нашли применение при реинжиниринге бизнес-процессов проектных подразделений с учетом внедрения организационной системы на основе инвестиционного процесса на ОАО «Волгабурмаш» и СМЗ «Alcoa».

Результаты диссертации нашли применение в учебном процессе по подготовке инженеров–технологов в Самарском государственном аэрокосмическом университете и специалистов в области информационных технологий в Международном институте рынка.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на:

Всероссийской научно–технической конференции «Управление и контроль технологических процессов изготовления деталей в машиностроении» - Уфа, 1995 г.;

Всероссийской научно–технической конференции «Управление и контроль технологических процессов изготовления деталей в машиностроении» - Уфа, 1996 г.;

Международной научно–технической конференции «Металлодеформ – 99» - Самара, 1999 г.;

межрегиональной научно–методической конференции «Актуальные проблемы развития университетского и технического образования в России» - Самара, СГАУ, 2004 г.;

межвузовской научно–методической конференции «Актуальные проблемы университетского образования» - Самара, СамГТУ, 2003 г.;

Международной научно–технической конференции «Металлофизика, механика материалов и процессов деформирования. Металлдеформ – 2004/2», Самара - 2004 г.;

Международной научно–технической конференции «Актуальные проблемы современного социально–экономического развития: образование, наука, производство» - Самара, 2004 г.;

2-я международная научно–практическая конференция «Актуальные проблемы современного социально–экономического развития: образование, наука, производство» - Самара, МИР, 2006 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 30 работ, в том числе 11 из них опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией. Также опубликованы монографии «Информационные системы в экономике и управлении», «Разработка производственной среды внедрения информационных систем конструкторско-технологической подготовки производства при ограничениях на ресурсы» и учебные пособия «Информационные технологии в промышленности», «Основы информационных систем и технологий».

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Работа содержит 307 страниц текста, включая 65 рисунков, 50 таблиц. Список используемой литературы составляет 151 наименование.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении на базе анализа изменения условий хозяйствования предприятий показана актуальность темы диссертации (совершенствование методологии проектного управления в КТПП на основе организационной системы), сформулирована проблема, определены цель и задачи работы.

Первая глава посвящена анализу современных методик, описывающих процессы КТПП в структуре происходящих инновационных процессов в управлении производством. Инновации в управлении производством основаны на стандартах, регламентирующих деятельность предприятия. Среди них прогрессивным является международный стандарт управления предприятием - ERP, в котором выявлен основной блок, необходимый для принятия управленческих решений на первых этапах разработки проекта по изготовлению конкурентоспособного изделия - КТПП. Данный стандарт не регламентирует подготовку производства как объект управления проектами.

В рамках проектного управления, реализующего процессы КТПП, невозможно провести согласование интересов конструкторских и технологических подразделений, между которыми имеются противоречия. Для реализации процесса согласованного управления КТПП объект исследования рассматривается как организационно-техническая система (ОТС) с активными элементами, вводится понятие ОТС как иерархической системы, образованной совокупностью объектов – активных элементов и связей между ними, которые осуществляют процессы подготовки производства.

Работы в области теории активных систем явились основой для расширения круга рассматриваемых задач по организации согласованного

управления. В диссертации теоретические исследования и практическое применение полученных результатов сосредоточены на задачах принятия управленческих решений, обеспечивающих согласование интересов конструкторов и технологов.

В работе проанализированы подходы к рассмотрению процессов КТПП с позиций проектного управления, приведен анализ тенденций в этой области в России и за рубежом.

Улучшения в области управления проектами за рубежом осуществляются за счет управления конфигурацией проекта и командой проекта, за счет развития компьютерных технологий управления проектами, стандартизации процессов управления проектами и применением системного анализа. В России улучшения происходят за счет развития методов программно-целевого управления и создания программных комплексов управления проектами, то есть вся область управления проектами может быть улучшена за счет оптимизации управления коммуникациями и формированием ОС для управления проектами.

Основой управления проектами является информационно-технологическая модель, которая формируется на использовании методологии проектирования систем SADT, закрепленной в стандарте моделирования бизнес-процессов IDEF0. Методология SADT применена на следующих этапах организационно-управленческой диагностики: при анализе системы целей и поддержки стратегий предприятия, при анализе укрупненных функций и процессов управления, при анализе информационных систем предприятия.

Поставлена проблема разработки и внедрения инструментария для моделирования ОТС КТПП. Для КТПП выявлен жизненный цикл программного обеспечения (ЖЦ ПО) с изменением требований в процессе проектирования, т.е. спиральный цикл. Рассматриваются средства моделирования процесса производства ИС (SADT -диаграммы, графы, многослойные графы, сети Петри, сетевые диаграммы, PERT – диаграммы), предложен комбинированный метод производства ИС: для описания статики использовать графовое представление, для проектирования динамических характеристик предлагаются сети Петри.

Рассмотрены методы моделирования процессов КТПП – объектно-ориентированный и структурный, выявлены их недостатки, заключающиеся в следующем:

1) не определены критерии, определяющие границы проекта по составу объектов предметной области в условиях ограниченных (фиксированных) ресурсов;

2) ограничения по сложности и размерности модели данных на стадии анализа для моделирования предметной области в КТПП из-за большого количества функциональных и информационных элементов на каждой стадии итерационного процесса разработки ИС.

Методология инновационного подхода к управлению КТПП на машиностроительном предприятии представлена в виде схемы на рисунке 1, где предмет исследования является организационно-технологической системой

(ОТС), реализующей управление процессами на основе проектного, а для разработки инструментария используется механизм математического моделирования. ОТС, управляющая процессами в данной системе, обладает признаками: целостности, наличия внешней среды, наличия подсистем и цели - и может быть отнесена к классу активных систем. Процессы в системе основаны на признаках проектного управления, которое является динамическим, целостным, сплошным, объективным и внутренним. Инструментарий для управления ОТС основан на признаках моделирования, оптимальности и модульности. В итоге удается поставить задачу управления КТПП на основе ОТС, состоящей из математических моделей объектов организационной системы и информационно-технологической модели процессов внутри системы.

Во второй главе решается проблема устранения противоречий при взаимодействии конструкторских и технологических подразделений на основе согласованного управления как основного инструмента повышения эффективности функционирования организационной системы.

Так как все производственные и функциональные подразделения предприятия связаны информационно и технологически между собой, то выпуск изделия зависит от их совместной, согласованной деятельности. На рисунке 2 представлена схема взаимосвязи конструкторско-технологической службы между собой и производственными подразделениями, в которой отмечены и обратные корректирующие связи по различным параметрам: объемам, качеству, ценам реализуемого изделия и другие. Реализация представленной схемы должна быть обеспечена соответствующими организационными механизмами взаимодействия между субъектами приведенной системы. Рассмотрим в соответствии с представленной схемой организационный механизм взаимодействия между субъектами системы.

Крупные промышленные комплексы имеют, как правило, матричную структуру управления, в которой на иерархическую организационную вертикальную производственную структуру накладывается «горизонтальная» функциональная структура. Особенность таких структур состоит в том, что исполнители могут быть одновременно подчинены нескольким управляющим органам (центрам), функции которых могут быть различными. Например, технолог в цехе одновременно подчинен начальнику цеха, а функционально – начальнику технологической службы, который определяет его квалификацию. Специфика таких систем заключается в том, что в них возникает взаимодействие между центрами, равновесие в которых имеет сложную структуру. Центры, действуя совместно в режиме сотрудничества, обеспечивают высокую эффективность деятельности предприятия с минимальными затратами на используемые ресурсы. Однако сотрудничество между субъектами производственной системы обеспечивается выбором соответствующих механизмов взаимодействия. Руководитель организационной системы (предприятия) (РОС) заинтересован в результатах деятельности технологических, конструкторских, производственных подразделений и осуществляет их стимулирование в зависимости от этих результатов.

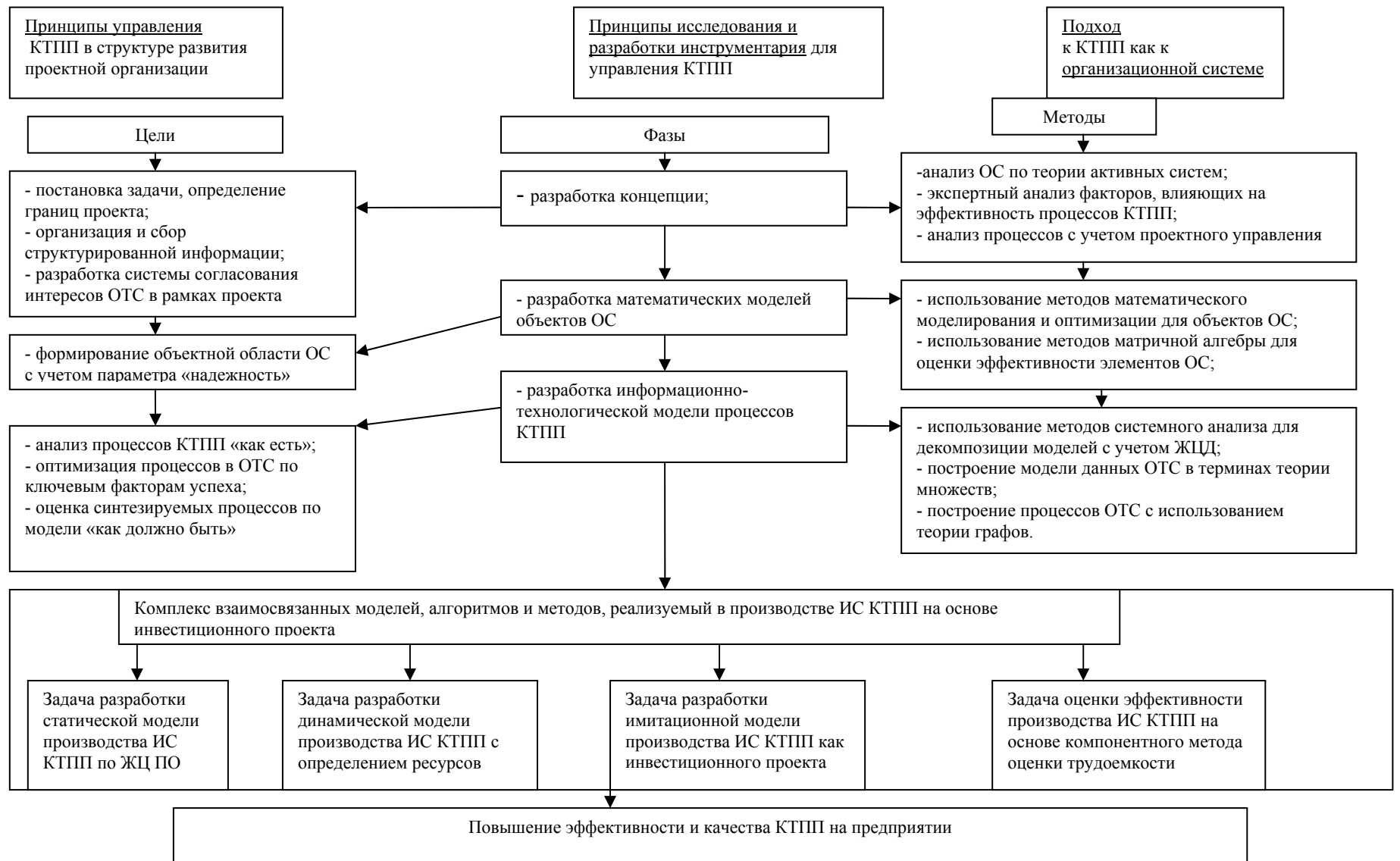


Рис.1.Методология инновационного подхода к управлению КТПП как ОТС на основе комплекса моделей

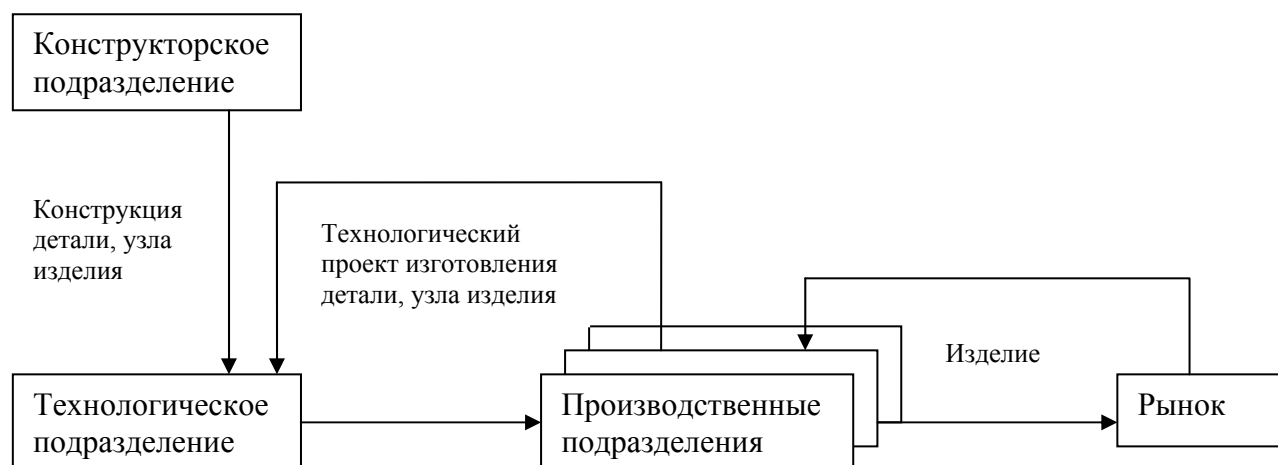


Рис.2. Схема взаимосвязи между субъектами организационной системы

Деятельность технологов направлена на выбор такой технологии изготовления деталей, узлов и конечного изделия, которая позволяет выпускать изделие в нужном количестве и с заданным качеством, то есть результатом деятельности технологов является технологический проект изготовления деталей, узлов, изделия, обеспечивающий выпуск продукции в соответствии с требованиями рынка. Руководитель технологической службы (РТС) получает от РОС бюджетные средства за результаты деятельности его сотрудников, зависящих от их квалификации, и стимулирует их в зависимости от квалификации, а также поощряет за результаты деятельности конструкторов.

Деятельность конструкторов направлена на выбор такой конструкции детали, узла, изделия, которая обеспечивает его необходимую надежность в процессе эксплуатации. Качество изделия влияет на его цену и, следовательно, на эффективность функционирования производственной системы. Руководитель конструкторской службы (РКС) получает от РОС финансовые ресурсы за результаты деятельности его сотрудников, зависящих от их квалификации, и стимулирует их в зависимости от квалификации.

Руководитель производственного подразделения (РПП) заинтересован в результатах деятельности технологов и осуществляет их стимулирование в зависимости от этих результатов, а также стимулирует своих сотрудников в зависимости от результатов их деятельности и квалификации. На рисунке 3 представлен фрагмент матричной структуры организационной системы, включающий функциональные и производственные подразделения.

В рамках рассматриваемой модели взаимодействия участников системы (руководители функциональных, производственных подразделений и их сотрудники, руководитель организационной системы) в работе анализируются равновесные состояния и обосновывается роль руководителя системы в целом, который выбором параметров организационного механизма взаимодействия согласует интересы функциональных и производственных подразделений, побуждая их, соответственно, эффективно управлять деятельностью сотрудников и повышать их квалификации.

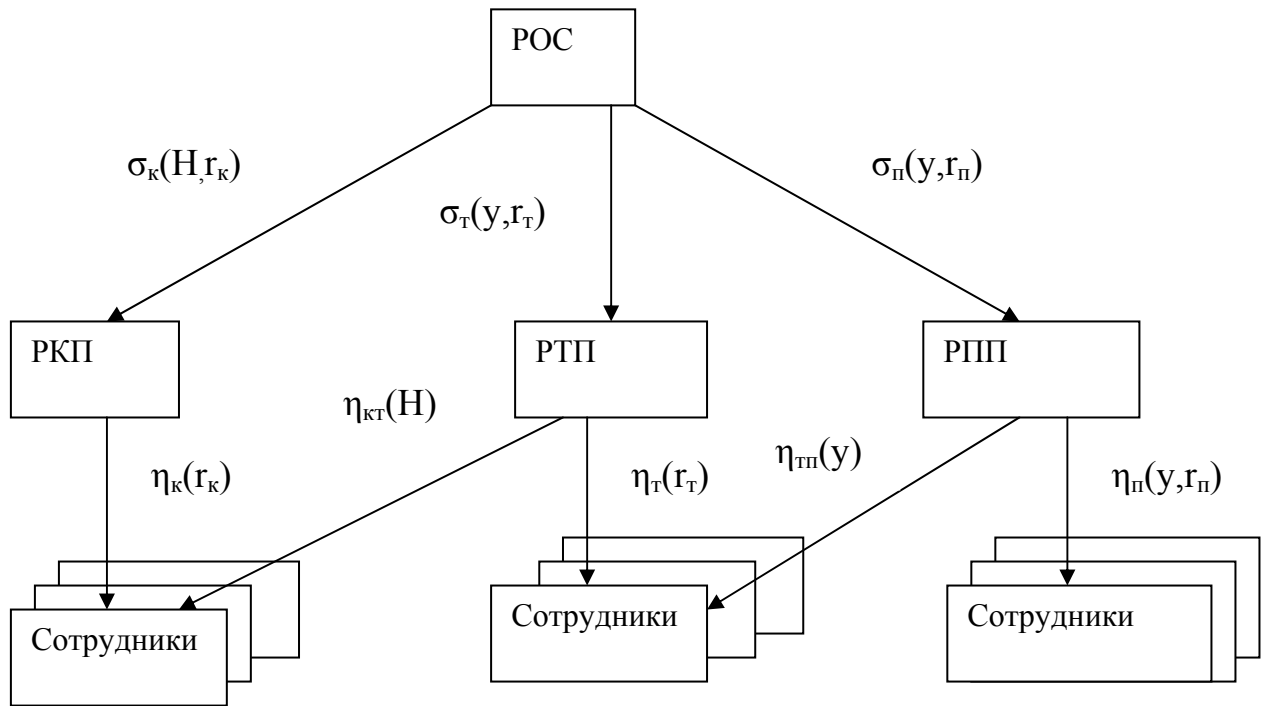


Рис.3. Матричная структура взаимодействия

Целевые функции участников организационной системы, представленной на рисунке 3, имеют вид:

$$\Phi_o(\sigma_k(H, r_k), \sigma_m(y, r_m), \sigma_n(y, r_n), r_k, r_m, r_n) = D(H, y) - \sigma_k(H, r_k) - \sigma_m(y, r_m) - \sigma_n(y, r_n) \quad (1),$$

$$\Phi_k(\sigma_k(H, r_k), \eta_k(r_k), H, r_k) = \sigma_k(H, r_k) - \sum_{i=1}^m \eta_k^i(y, r_k^i) - C_k(r_k), \quad (2)$$

$$\Phi_m(\sigma_m(y, r_m), \eta_m(r_m), y, r_m) = \sigma_m(y, r_m) - \sum_{j=1}^n \eta_m^j(r_m^j) - C_m(r_m), \quad (3)$$

$$\Phi_n(\sigma_n(y, r_n), \eta_n(y, r_n), y, r_n) = \sigma_n(y, r_n) - \sum_{s=1}^S \eta_n^s(r_n^s) - \sum_{s=1}^S C_n^s(r_n^s), \quad (4)$$

$$f_k^i(\eta_k^i(r_k^i), \eta_{km}^i(H), H, r_k^i) = \eta_k^i(r_k^i) + \eta_{km}^i(H) - C_k^i(H, r_k^i), i \in I, \quad (5)$$

$$f_m^j(\eta_m^j(r_m^j), \eta_{mn}^j(y), y, r_m^j) = \eta_m^j(r_m^j) + \eta_{mn}^j(y) - C_m^j(r_m^j), j \in J, \quad (6)$$

$$f_n^{sl}(\eta_n^s(y, r_n^s), y, r_n^{sl}) = \eta_n^s(y, r_n^s) - C_n^{sl}(r_n^{sl}), s \in S, \quad (7)$$

где $D(H, y)$ – функция дохода организационной системы; $\sigma_k(H, r_k), \sigma_m(y, r_m), \sigma_n(y, r_n)$ – бюджетные ресурсы, выделяемые конструкторскому, технологическому и производственному подразделениям со стороны руководителя организационной системы (РОС);

$\eta_k(r_k), \eta_m(r_m), \sum_{s=1}^S \eta_n^s(y, r_n^s)$ – функции стимулирования конструкторского, технологического и производственного подразделений; $\eta_{km}^i(H)$ – функция стимулирования i-того конструктора со стороны технологического подразделения; $\eta_{mn}^j(y)$ – функция стимулирования j-того технолога со стороны производственного подразделения; $\eta_n^s(r_n^s)$ – функция стимулирования сотрудников s- того производственного подразделения; $C_k(r_k), C_m(r_m), \sum_{s=1}^S C_n^s(r_n^s)$ –

функции затрат конструкторского, технологического и производственного подразделений; $C_n^{sl}(r_n^{sl})$ - функции затрат l -того сотрудника s -того подразделения; H – качество (надежность) изделия; r_k, r_m, r_n - квалификация, соответственно, конструктора, технолога, сотрудника производственного подразделения.

Содержательно конструктор, подчиненный руководителю конструкторского подразделения (РКП), выбирает свою квалификацию $r_k \in R_k$ и конструкцию узла или изделия, обеспечивающую его надежность и выпуск в количестве y . РОС получает от выбора уровня качества доход, равный $D(H, y)$, и выплачивает РКП бюджет $\sigma_k(H, r_k)$. Вознаграждение конструктора складывается из двух составляющих, получаемых от технологического подразделения и зависящих от конструкции (ее качества) и стимулирования $\eta_k(r_k)$, получаемого от РКП и зависящего от его квалификации. Вторая составляющая оплаты может рассматриваться как тарифный оклад, не зависящий от выбираемого качества изделия. Затраты конструктору $C_k(H, r_k)$ по выбору качества H зависят от его квалификации r_k . Повышение или поддержание квалификации конструктора требует от РКП затрат $C_k(r_k)$.

Технолог, подчиненный руководителю технологического подразделения (РТП), выбирает свою квалификацию $r_m \in R_m$ и технологический проект изготовления узла или изделия, обеспечивающий выпуск изделия в количестве y . Руководитель организационной системы (РОС) получает от выбора технологии доход, равный $D(H, y)$, и определяет РТП и РПП бюджеты $\sigma_m(y, r_m)$ и $\sigma_n(y, r_n)$. В рамках полученных бюджетных ресурсов РПП стимулирует подчиненного ему технолога в соответствии с функцией $\eta_{mn}^i(y)$, а РТП стимулирует технолога в зависимости от его квалификации по функции $\eta_m(r_m)$. В связи с этим вознаграждение технолога складывается, так же как у конструктора, из стимулирования, получаемого от РПП и зависящего от выпуска изделий в количестве y , и стимулирования от РТП, зависящего от его квалификации r_m . Затраты $C_m(y, r_m)$ технолога по выбору технологии, обеспечивающей выпуск изделия в объеме y , зависят от его квалификации $r_m \in R_m$. Повышение квалификации технологов требует от РТП затрат $C_m(r_m)$. Отметим, что в рамках своего бюджета РПП стимулирует подчиненных ему сотрудников в зависимости от объема выпускаемой продукции и профессиональной квалификации в соответствии с функцией $\eta_n(y, r_n)$.

Предположим, что каждый из сотрудников конструкторского, технологического, производственного подразделений выбирает решение в соответствии с принципом рационального поведения. Это означает, что каждый сотрудник при известных функциях стимулирования со стороны функциональных и производственных подразделений стремится своим выбором максимизировать свою целевую функцию: конструктор – целевую функцию (5), технолог – (6), производственник - (7).

В рассматриваемой модели матричной структуры задача взаимодействия, решаемая с точки зрения руководителя организационной системы, заключается в определении РОС бюджетных средств, побуждающих руководителей функциональных и производственных подразделений выбирать такие стратегии, которые максимизировали бы целевую функцию РОС (1). В свою очередь, руководители функциональных и производственных подразделений при заданных со стороны РОС объемах бюджетных средств решают задачу определения систем стимулирования своих сотрудников, побуждающих их выбирать такие стратегии, которые максимизировали бы целевые функции РКП (2), РТП (3), РПП (4).

Основная трудность при решении задач взаимодействия заключается в том, что модели принятия решений по выбору параметров организационной системы в ограничениях содержат модели оптимизационных задач нижних уровней. В связи с этим, в работе такие задачи согласованного взаимодействия решаются путем независимого рассмотрения задач согласованного взаимодействия нескольких двухуровневых иерархических систем – задач верхней и нижней иерархии.

Организационная система, представленная на рисунке 3, состоит из главного центра в лице РОС на верхнем уровне и трех промежуточных центров в лице функциональных и совокупности производственных подразделений, подчиненных РОС, и множества сотрудников нижнего уровня, подчиненных функциональным и производственным подразделениям. Такая организационная система разбита на четыре двухуровневые подсистемы. Первая двухуровневая система состоит из РОС и трех подчиненных ему подразделений (верхняя иерархия), остальные три двухуровневые системы состоят из одного подразделения и подчиненных ему сотрудников. РОС определяет такое качество изделия и такой объем его выпуска, который максимизирует его прибыль и одновременно минимизирует расходы на содержание подразделений. Каждое подразделение, обладая свойством целенаправленного поведения, стремится максимизировать собственную целевую функцию путем выбора таких заданий на параметры подсистем, которые в совокупности совпадают с установленными верхней иерархией этому подразделению. В этом случае отсутствует конфликт (противоречие) между центром и подсистем нижнего уровня в двухуровневой подсистеме.

Сотрудники осуществляют реализацию заданных параметров нижней иерархии, руководствуясь при этом собственными целевыми функциями, множествами допустимых параметров. Таким образом, организационная система верхней и нижней иерархии являются двухуровневыми подсистемами, которые взаимодействуют друг с другом через промежуточные центры.

Математическая модель задачи согласованного взаимодействия в рассматриваемой организационной системе имеет следующий вид.

Модель задачи принятия решений РОС:

$$\begin{aligned}
& \Phi_o(\sigma_\kappa(H, r_\kappa), \sigma_m(y, r_m), \sigma_n(y, r_n), r_\kappa, r_m, r_n) = D(H, y) - \sigma_\kappa(H, r_\kappa) - \\
& \sigma_m(y, r_m) - \sigma_n(y, r_n) \xrightarrow{\kappa, y, r_\kappa, r_m, r_n} \max, \\
& \sigma_\kappa(H, r_\kappa) = \beta_\kappa H / r_\kappa + b_\kappa r_\kappa = \beta_\kappa (1 - e^{-\alpha_r \sigma_\kappa}) / r_\kappa + b_\kappa r_\kappa \leq \sigma_\kappa^3, \\
& \sigma_m(y, r_m) = \beta_m y^2 / 2r_m + b_m r_m \leq \sigma_m^3, \\
& \sigma_n(y, r_n) = \sum_{i=1}^S \beta_n^s y_i / r_n^s - \sum_{i=1}^S b_{ni}^s r_{ni}^s \leq \sigma_n^3, \Pi(H) = \Pi_0 + b_y (H - H_0), \\
& r_\kappa \leq R_\kappa, r_m \leq R_m, r_n \leq R_n, \alpha_\kappa \geq 0, H \geq H^3, y \leq y \leq \bar{y}
\end{aligned} \tag{8}$$

РОС выбирает эффективную стратегию при условии, что $\frac{\partial \Phi_0}{\partial H} > 0, \frac{\partial \Phi_0}{\partial y} > 0, \frac{\partial \Phi_0}{\partial r_\kappa} > 0, \frac{\partial \Phi_0}{\partial r_m} > 0, \frac{\partial \Phi_0}{\partial r_n} > 0$. Если все неравенства выполняются, то это означает, что с ростом качества, объема выпускаемых изделий, повышения квалификации сотрудников подразделений прибыль предприятия увеличивается.

Модель задачи принятия решений РКП:

$$\begin{aligned}
& \Phi_\kappa(\sigma_\kappa(H, r_\kappa), \eta_\kappa(r_\kappa), H, r_\kappa) = \sigma_\kappa(H, r_\kappa) - \sum_{i=1}^m \eta_\kappa^i(H_i, r_{\kappa i}) - C_\kappa(r_\kappa) \xrightarrow{K_i, r_{\kappa i}} \max \\
& \sigma_\kappa(H, r_\kappa) = \beta_\kappa H / r_\kappa + b_\kappa r_\kappa, \\
& \sum_{i=1}^m \eta_\kappa^i(H_i, r_{\kappa i}) = \sum_{i=1}^m \beta_{\kappa i} (1 - e^{-\alpha_r \sigma_{\kappa i}}) / r_{\kappa i} + b_{\kappa i} r_{\kappa i} = \sum_{i=1}^m \beta_{\kappa i} H_i / r_{\kappa i} + b_{\kappa i} r_{\kappa i}, \\
& C_\kappa(r_\kappa) = C_{\kappa 0} + b_{\kappa 0} (r_\kappa - r_{\kappa 0}), \prod_{i=1}^m H_i \geq H, \\
& \sum_{i=1}^m \beta_{\kappa i} H_i / r_{\kappa i} + b_{\kappa i} r_{\kappa i} + C_\kappa(r_\kappa) \leq \sigma_\kappa^3(H, r_\kappa), r_{\kappa i} \in R_{\kappa i}, i \in I
\end{aligned} \tag{9}$$

Модель задачи принятия решений РТП:

$$\begin{aligned}
& \Phi_m(\sigma_m(y, r_m), \eta_m(r_m), y, r_m) = \sigma_m(y, r_m) - \sum_{j=1}^n \eta_m^j(r_m^j) - C_m(r_m) \xrightarrow{y, r_m^j} \max \\
& \sigma_m(y, r_m) = \beta_m y^2 / 2r_m + b_m r_m, \\
& \sum_{j=1}^n \eta_m^j(r_m^j) = \sum_{j=1}^n \beta_{mj} (r_m^j - r_{m0}^j), \\
& C_m(r_m) = C_{m0} + b_{m0} (r_m^j - r_{m0}^j), \\
& \sigma_m(y, r_m) \geq \sum_{j=1}^n \eta_m^j(r_m^j) + C_m(r_m), r_m^j \in R_{mj}, j \in J.
\end{aligned} \tag{10}$$

Модель задачи принятия решений РПП:

$$\Phi_n(\sigma_n(y, r_n), \eta_n(y, r_n), y, r_n) = \sigma_n(y, r_n) - \sum_{s=1}^S \eta_n^s(r_n^s) - \sum_{s=1}^S C_n^s(r_n^s) \xrightarrow{y, r_n^s} \max$$

$$\sigma_n(y, r_n) = \sum_{s=1}^S \beta_n^s y^s / r_n^s + \sum_{s=1}^S b_n^s r_n^s,$$

$$\eta_n^s(r_n^s) = \beta_{n0}^s (r_n^s - r_{n0}^s),$$

$$C_n^s(r_n^s) = C_{n0}^s + b_{n0}^s (r_n^s - r_{n0}^s),$$

$$\sigma_n(y, r_n) \geq \sum_{s=1}^S \eta_n^s(r_n^s) + \sum_{s=1}^S C_n^s(r_n^s) r_n^s \in R_{ns}, s \in S.$$

Модель задачи принятия решений сотрудником конструкторского отдела:

$$f_{\kappa}^i(\eta_{\kappa}^i(r_{\kappa}^i), \eta_{\kappa m}^i(H), H, r_{\kappa}^i) = \eta_{\kappa}^i(r_{\kappa}^i) + \eta_{\kappa m}^i(H) - C_{\kappa}^i(H, r_{\kappa}^i) \xrightarrow{K_i, r_{\kappa}^i} \max$$

$$\eta_{\kappa}^i(r_{\kappa}^i) = \beta_{\kappa i} H_i / r_{\kappa i} + b_{\kappa} r_{\kappa} = \beta_{\kappa i} (1 - e^{-\alpha_{\kappa} \sigma_{\kappa i}}) / r_{\kappa i} + b_{\kappa} r_{\kappa i},$$

$$\eta_{\kappa m}^i(y) = b_{\kappa m} (y - y_0),$$

$$C_{\kappa}^i(H, r_{\kappa}^i) = C_{\kappa 0}^i - b_{\kappa 0}^i (r_{\kappa}^i - r_{\kappa 0}^i),$$

$$\eta_{\kappa}^i(r_{\kappa}^i) + \eta_{\kappa m}^i(H) \geq C_{\kappa}^i(K, r_{\kappa}^i), r_{\kappa}^i \in R_{\kappa i}, i \in I$$

Модель задачи принятия решений сотрудником технологического отдела:

$$f_m^j(\eta_m^j(r_m^j), \eta_{mn}^j(y), y, r_m^j) = \eta_m^j(r_m^j) + \eta_{mn}^j(y) - C_m^j(r_m^j) \xrightarrow{y_i, r_m^j} \max$$

$$\eta_m^j(r_m^j) = \beta_{mj} y^2 / 2r_m^j + b_m r_{mj},$$

$$\eta_{mn}^j(y) = b_{mn} (y - y_0),$$

$$C_m^j(r_m^j) = C_{m0}^j - b_{m0}^j (r_m^j - r_{m0}^j),$$

$$\eta_m^j(r_m^j) + \eta_{mn}^j(y) \geq C_m^j(r_m^j), r_m^j \in R_{mj}, j \in J$$

Модель задачи принятия решений сотрудником производственного подразделения:

$$f_n^{sl}(\eta_n^s(y, r_n^s), y, r_n^{sl}) = \eta_n^s(y, r_n^s) - C_n^{sl}(r_n^{sl}) \xrightarrow{y_i, r_n^{sl}} \max$$

$$\eta_n^s(y, r_n^s) = \beta_n^s y^s / r_n^s + b_n^s r_n^s,$$

$$C_n^{sl}(r_n^{sl}) = C_{n0}^{sl} + b_{n0}^{sl} (r_n^{sl} - r_{n0}^{sl}),$$

$$\eta_n^s(y, r_n^s) \geq C_n^{sl}(r_n^{sl}), r_n^{sl} \in R_{ns}, s \in S$$

Решением задачи взаимодействия является область параметров функции стимулирования, которая наиболее выгодна для РОС. В то же время, эта область позволяет ставить и решать задачи выбора параметров, оптимальных с точки зрения функциональных подразделений и их сотрудников.

Используя механизм материального стимулирования удастся получить несколько вариантов конструкторско-технологических решений в виде матрицы, позволяющей определить необходимую надежность изделия.

Таким образом, в настоящей главе рассмотрена матричная иерархическая организационная структура управления, в которой учитывается взаимодействие между руководителями организационной системы и функциональными руководителями. Получено решение задачи выбора механизма согласованного взаимодействия и определена область компромисса, представляющая собой множество таких стратегий руководителей, которые являются равновесными.

Исследована роль РОС в обеспечении эффективного функционирования организационной системы в целом.

В главе 3 рассматриваются факторы, проводится их оценка для решения задач повышения надежности в конструкторской и технологической службах.

К факторам повышения надежности отнесены технические и организационные. Техническими факторами повышения надежности детали являются: материалоемкость; применение высокопрочных новых материалов; геометрия детали, оптимизированной на основе прочностных расчетов с использованием математических моделей высокого уровня; использование эвристических решений, обладающих признаками патентной новизны (новых элементов); степень соответствия аналогам с повышением показателя надежности; наличие программы доводки с анализом «узких» по надежности мест; использование лучшего покупного аналога.

Полученная в работе оценка факторов используется как исходная информация в задачах принятия решений (8), (9), (10) при выборе надежности конструкции деталей, узлов изделия.

К организационным факторам отнесены: уровень развития информационно-консалтинговых услуг, компетенция менеджеров, опыт работы в области создания конструкции или технологии, квалификация специалистов в службах, степень соответствия средств технического оснащения потребностям конструкторов или технологов, уровень средств технического оснащения конструкторских или технологических отделов. Уровень использования показывает необходимое значение фактора для решения конструкторских и технологических задач, степень использования определяет имеющееся значение этого фактора в службе.

Модель качественной оценки развития организационно-технической деятельности в соответствующих службах оценивается по матрице свертки и имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K^{\text{int}}(\bar{\varphi}) = K^{\text{int}}_1 \cdot \varphi_1 + K^{\text{int}}_2 \cdot \varphi_2 + \dots + K^{\text{int}}_N \cdot \varphi_N \rightarrow \max \\ \varphi_n \in \{0,1\}, n \subseteq [1\dots N], \\ K^{\text{int}}_N = f(K^{\text{int}}_{1,1}, K^{\text{int}}_{1,2}, K^{\text{int}}_{n,q}, \dots, K^{\text{int}}_{4,6}), n \subseteq [1\dots N] \\ K^{\text{int}}_{3g} \geq f_3^{-1}(K^{\text{int}}_{\text{fix}}), n \subseteq [1\dots N] \\ K^{\text{int}}_{4g} \geq f_4^{-1}(K^{\text{int}}_{\text{fix}}), n \subseteq [1\dots N] \end{array} \right. , \quad (15)$$

где K^{int} - агрегированная оценка по интегральному критерию «уровень организационно-технической деятельности», φ_n - весовой коэффициент, который принимает два значения 0 и 1 (0 - фактор есть, 1 - фактора нет); $K^{\text{int}}_{n,q}$ - частный критерий (n - уровень фактора в дихотомическом дереве, q - порядковый номер фактора), K^{int}_N - агрегированная оценка по интегральному критерию, соответствующему технологии для n-ой детали; $K^{\text{int}}_{\text{fix}}$ - заданная величина агрегированного показателя, как правило, его минимальный допустимый уровень.

Данная модель позволяет определить затраты на проведение организационных мероприятий по повышению надежности в технологической службе.

Для информационного управления КТПП формируются данные на основе математической модели, которые являются объектами жизненного цикла изделия (ЖЦИ) иерархического вида, описанные с использованием теории множеств.

Структурой верхнего уровня является выпускаемое предприятием изделие. На нижнем уровне иерархии располагаются неделимые детали. Определена модель структуры изделия, изготавливаемого на производстве, следующим образом:

$$A_1 = \langle \{M^{sl}(U_i)\}, \rho \rangle; \quad (16)$$

$$M^{sl}(U_i) = \langle \{U_j \mid U_i \rho U_j\} \rangle,$$

U_i – элемент изделия: сборочная единица, деталь и т.д.

$\rho \in M^{sl} \times M^{sl}$ – отношение полного порядка (древовидное отношение), определяющее иерархию элементов изделия.

$\{U_j \mid U_i \rho U_j\}$ – множество элементов (деталей, сборочных единиц) U_j , входящих в состав вышестоящего элемента (сборочной единицы) U_i .

Модель сети процессов конструкторско-технологической подготовки производства описывается как следующая их совокупность:

$$A_2 = \langle \{M^{sl}(P_i)\}, \psi \rangle, \text{ где} \quad (17)$$

$$M^{sl}(P_i) = \langle \{P_j \mid P_i \psi P_j\}, M^\psi(P_i) \rangle, \text{ где}$$

P_i – процесс.

При этом P_i – *неделимая технологическая операция*, если не существует пары подпроцессов P_k и P_l таких, что $P_i \psi P_k \wedge P_i \psi P_l$

$\psi \in M^{sl} \times M^{sl}$ – отношение частного порядка (древовидное отношение).

$\{P_j \mid P_i \psi P_j\}$ – множество бизнес-подпроцессов P_j , реализующих процесс P_i .

$M^\psi(P_i)$ – модель отношения, определяющего последовательность выполнения подпроцессов, реализующих процесс P_i .

Для каждого процесса на производстве определено связанное с ним подразделение организационной структуры. В связи с этим иерархическая структура организационной системы представлена следующим множеством:

$$A_3 = \langle \{M^{sl}(O_i)\}, \varphi \rangle; \quad (18)$$

$$M^{sl}(O_i) = \langle \{O_j \mid O_i \varphi O_j\}, S_i, \theta(S_i) \rangle,$$

O_i – подразделение КТПП;

$\varphi \in M^{sl} \times M^{sl}$ – отношение частичного порядка (древовидное отношение), определяющее иерархию оргструктур;

$\{O_j \mid O_i \varphi O_j\}$ – множество подразделений O_j , входящих в структуру вышестоящего подразделения O_i ;

S_i – множество сотрудников (должностей), работающих непосредственно в данном подразделении, т.е.:
 $S_i \cap S_j = \emptyset, \quad \forall j | O_i \neq O_j$
 $\theta(S_i)$ – отношение частичного порядка, задающее внутреннюю подчиненность (субординацию) сотрудников подразделения O_i .

Определена структура моделей процессов P_j при изменении жизненного цикла изделия.

$P_j = (V(P_j), P_V^E(P_j), P_V^C(P_j))$, где (19)
 $V(P_j) = \{v_i(P_j)\}$ – множество дескриптивных атрибутивных свойств;
 $P_V^E(P_j) = \{p_i^E(P_j)\}$ – множество параметров управления, воздействие на которые через отображение E влияет на течение процесса P_j , т.е. обеспечивает управляемость процесса;
 $P_V^C(P_j) = \{p_i^C(P_j)\}$ – множество параметров контроля, значения которых обеспечивают наблюдаемость процесса P_j через отображение C .

Элементы множества $V(P_j)$ содержат общее описание процесса, опирающееся на нормативный документ. Это требование реализуется через отношение η_P документирования процессов.

$\eta_P = \{(v_i(P_j), D_k)\}, \quad \forall P_j$ – документирование процессов, где (20)

D_k – документация предприятия,

$\eta_{PE} = \{(p_i^E(P_j), D_k)\}, \quad \forall p_i^E(P_j)$ – документирование параметров управления, (21)

$\eta_{PC} = \{(p_i^C(P_j), D_k)\}, \quad \forall p_i^C(P_j)$ – документирование параметров контроля (22).

При документировании хода процесса его итоги фиксируются через систему отчетности. Структура отчета имеет вид:

$R = (t, \{d_i\}, \xi)$, где (23)

t – момент времени актуальности отчета в жизненном цикле документа;

$\{d_i\}$ – множество показателей отчета (данные);

ξ – специальное отношение на множестве $\{d_i\}$, определяющее форму («бланк») отчета. При этом $\{\xi_i\}$ – количество реестров в виде отчетов предприятия.

Для форм отчетов также вводится отношение документирования:

$\eta_R = \{(\xi_i, D_k)\}, \quad \forall \xi_i$ (24)

Система отчетности предприятия включает в себя отчеты по параметрам процессов, состояниям элементов, составу изделия и средствам обеспечения. Каждому отчету ставится также в соответствие подразделение или сотрудник, ответственный за составление данного отчета:

$$\mu_{PEH} = \{ (p_i^E(P_j), \xi_k, O_m) \}, \forall p_i^E(P_j) \quad (25)$$

$$\mu_{PC} = \{ (p_i^C(P_j), \xi_k, O_m) \}, \forall p_i^C(P_j) \quad (26)$$

$$\mu_{PL} = \{ (v_i(U_j), \xi_k, O_m) \}, \forall v_i(U_j) \quad (27)$$

$$\mu_{EQ} = \{ (v_i(E_j), \xi_k, O_m) \}, \forall v_i(E_j) \quad (28).$$

В итоге сформирована структура модели данных и процессов для информационного управления КТПП. Для анализа разработанной модели объектов КТПП в теории управления проектами используется процессный подход на основе методологии SADT, который позволяет представить математическую модель в виде информационно-технологической.

Ранжирование бизнес-процессов проводится методом экспертного анализа. Для этого вводится понятие критических факторов успеха (КФУ), определяющих такие направления деятельности, которые влияют на достижение главной цели и являются значимыми.

Информационно-технологическая модель для оценки сбалансированного взаимодействия конструкторских и технологических служб с учетом надежности составлена из:

- функциональной модели (ФМ), представляющей детальную систему функций документооборота КТПП, связанных между собой отношениями, через объекты (документы КТПП с их жизненным циклом - ЖЦД) системы;
- модели данных (документов) (МДД) дуальны к ФМ и представляют собой описание объектов (документов), связанных с системными функциями;
- модели информационных ресурсов (МИР) – интерпретация ФМ в спецификации [ресурс(исполнитель)/ресурс(информационная система) ↔ перечень системных функций «Работа»] с привязкой к рабочим местам сотрудников КТПП;
- информационной модели данных (ИМД) – структурированной модели объектов системы документооборота КТПП в терминах классов, связанных между собой отношениями полного порядка и отношениями соответствия.

Для оптимизации данных в информационно-технологической модели КТПП разработан метод определения базовых сущностей, позволяющий формализовать процесс выбора границ проекта в рамках проектного производства на основе критериального подхода к определению полноты модели. Чтобы определить структуру модели с минимальным набором элементов, определен состав словаря документов, элементами которого являются документы КТПП (ДКТПП), а затем словарь сущностей, элементами которого являются сущности (СКТПП).

На следующем этапе по словарю сущностей и словарю документов выделяют значимые СКТПП по разработанной методике, используя правила реляционной или матричной алгебры.

Данная методика позволит минимизировать размеры информационно-технологической модели при реинжиниринге бизнес-процессов. Для определения коэффициента минимального использования проведено исследование размерности и стабильности модели. Пусть $S(t)$ – стабильность какой-либо составляющей КТПП за период времени t (нормированная); $K(t)$ –

коэффициент изменения состава какой-либо составляющей КТПП за период времени t . Изменение K может быть объективным за счет появления новых бизнес-процессов или сущностей в КТПП или субъективным за счет уточнения существующих процессов.

Тогда стабильность определяется по формуле:

$$S(t) = 1 / K(t) . \quad (29)$$

При этом:

$$K(t) = 1 + \sum_{j=1}^R n_j(t) / R , \quad (30)$$

где $n_j(t)$ – количество изменений j -го элемента за период t ; R – количество элементов какой-либо составляющей.

Из формулы 30 следует, что $K(t) \geq 1$, из чего на основании уравнения (29) следует область значений величины стабильности $S(t)$: $0 < S(t) \leq 1$.

Проведем расчет стабильности предметной области для ОАО «Волгабурмаш» и СМЗ «Alcoa». В таблице 1 рассчитаны величины R_ϕ (количество функциональных элементов) и $R_{ин}$ (количество информационных элементов) по данным IDEF – моделей КТПП указанных предприятий.

Таблица 1. Исследование размерности КТПП

	Проект	Размерность составляющей	
		Функц. R_ϕ	Информац. $R_{ин}$
1	Волгабурмаш	14	302
2	СМЗ «Alcoa»	59	416
3	Авиакор	16	167

Проанализировав результаты расчета размерности КТПП по данным для конкретных предприятий, можно сделать вывод, что информационная составляющая в КТПП больше функциональной. Данные расчетов по формулам (29-30) показаны в таблице 2.

Таблица 2. Исследование стабильности КТПП

	Проект	Стабильность составляющей	
		Функц. S_ϕ	Информац. $S_{ин}$
1	Волгабурмаш	0,54	0,73
2	СМЗ «Alcoa»	0,71	0,78
3	Авиакор	0,61	0,97

По данным из таблицы 2 видно, что стабильность информационной составляющей больше функциональной.

Для расчета количественных характеристик связи бизнес-процессов по информационным сущностям введен в рассмотрение коэффициент информационной связи функциональной модели (K_c):

$$K_c = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N M_{p_{ij}} * 2 / N(N-1) , \quad (31)$$

где $M_{p_{ij}}$ – количество общих информационных сущностей (СКТПП) у пары (i,j) бизнес-процессов функциональной модели; N – количество бизнес-процессов в функциональной модели; $N(N-1) / 2$ – количество пар бизнес-процессов.

Таблица 3. Статистическое исследование сущностей (СКТПП) и общесистемных сущностей (ОСКТПП)

Характеристика	ОАО «Волгабурмаш»	СМЗ «Alcoa»	ОАО «Авиакор»
Количество бизнес - процессов	16	11	13
СПО	175	51	97
ОСПО	25	18	12
K_c (с учетом СПО)	9,44	4,06	8,14
K_c (без учета ОСПО)	1,44	2,04	2,52

При этом коэффициент использования i -й СКТПП рассчитывается следующим образом:

$$K_i = R_i / N, \quad (32)$$

где N – количество бизнес-процессов в функциональной модели; R_i – количество бизнес-процессов, с которыми связана i -я СКТПП.

На рисунке 4 количеству СКТПП соответствует площадь под кривой на выбранном интервале значений коэффициентов использования.

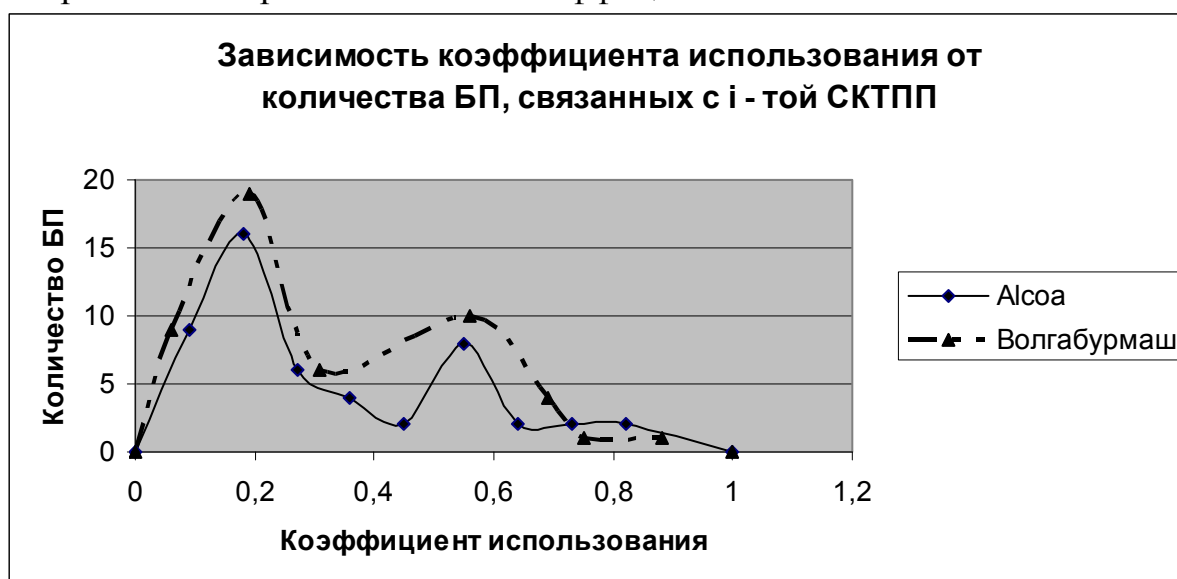


Рис. 4. Исследование коэффициента использования при проектировании информационной модели данных (ИМД)

Для определения влияния характеристик использования сущностей на коэффициент связи функциональной модели построен график функции K_c (рис.5):

$$K_c = f(N), \quad (33)$$

где N – количество сущностей в процентах от общего их числа.

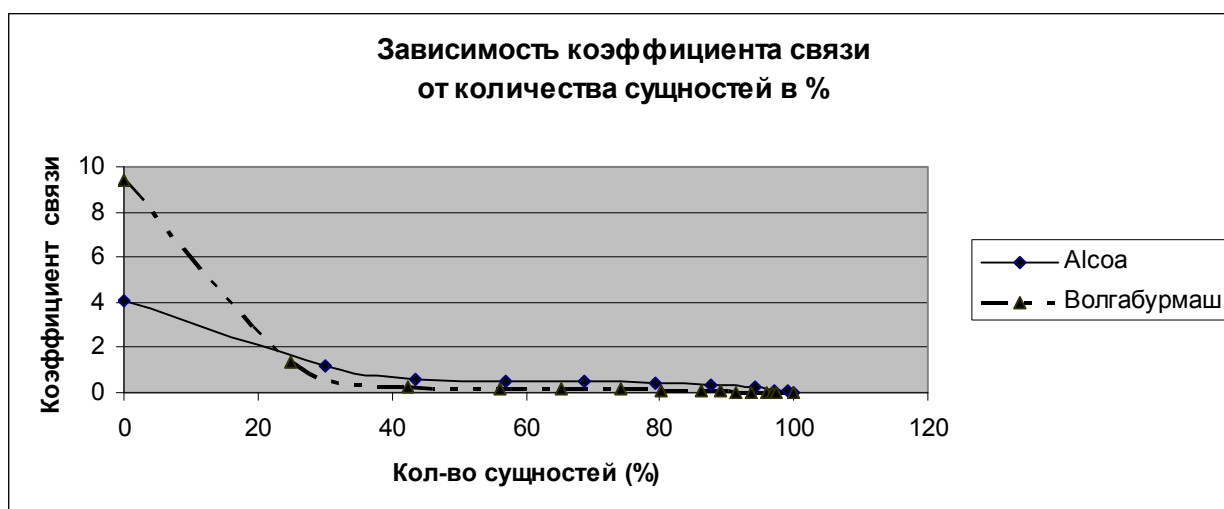


Рис. 5. Исследование коэффициента связи

Сопоставление участка резкого понижения кривых рисунка 5, что соответствует количеству ОСКТПП около 35% от общего числа сущностей, с графиком распределения СКТПП по коэффициентам использования (рисунок 4) позволяет выявить наиболее эффективное значение коэффициента минимального использования сущностей в КТПП.

Рисунок 4 показывает, что область второго локального экстремума, соответствующего требуемому количеству СКТПП с высокими значениями коэффициента использования, находится в интервале (0.55 – 1.0).

Таким образом, результаты проведенного исследования показали:

- в информационно-технологической модели КТПП существует доля информационных сущностей (менее 35 %), связанных с большинством (около 55%) бизнес-процессов, что позволяет выявлять общесистемные сущности и понижать размерность информационной модели данных при первой итерации моделирования КТПП (моделирование предметной области в целом);
- в КТПП целесообразно выявлять ОСКТПП на основе значения K_{min} равного 0.55.

В итоге определен метод оптимизации элементов информационно-технологической модели и метод формализации БП. Учет стоимости оптимизированной информационно-технологической модели проводится методом функционально-стоимостного анализа с расчетом трудоемкости процессов, которые освещены в главе 4.

В четвертой главе рассматривается изменение методики функционально – стоимостного анализа бизнес-процессов для информационно-технологической модели. Блок верхнего уровня модели имеет вид, показанный на рисунке 6.

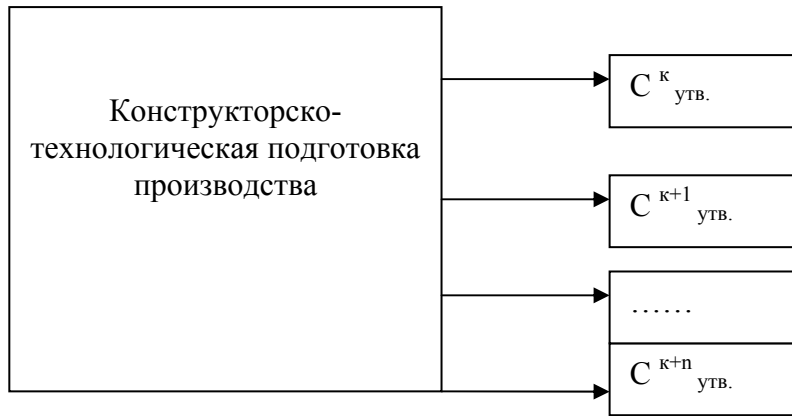


Рис.6. Верхний уровень декомпозиции функциональной модели проектного производства.

По диаграмме верхнего уровня рассчитывается стоимость документоориентированного процесса КТПП в рамках рассматриваемой теории сбалансированного взаимодействия служб:

$$C_{КТПП} = \sum_{k=1}^N C_{утв}^k, \quad (34)$$

где $C_{утв}^k$ – стоимость утвержденных документов, N – количество утвержденных документов на верхнем уровне функциональной модели.

Расчет стоимости утвержденных документов осуществляется по блокам нижнего уровня декомпозиции информационно-технологической модели, соответствующим изменению жизненного цикла документа (ЖЦД), вид функциональных блоков диаграммы нижнего уровня показан на рисунке 7.

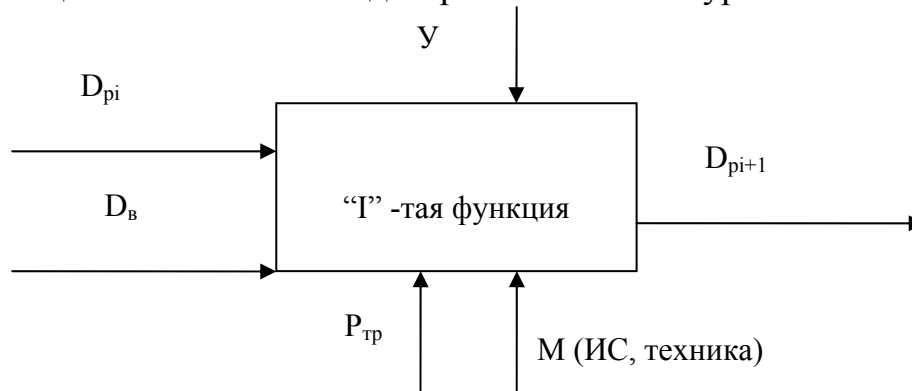


Рис. 7. Блок нижнего уровня декомпозиции функциональной модели КТПП, соответствующий диаграмме по ЖЦД.

На рисунке 7 указаны рабочие документы (D_p), которые характеризуются сменой статуса документа с I на $I+1$ после изменения в функциональном блоке по ЖЦД, а также внешние документы, которые являются дополнительными для блока, они утверждаются в других бизнес-процессах. Признаком рабочего документа является наличие дуг входа и выхода по этому документу либо только выходных дуг.

Стоимость утвержденных документов по информационно-технологической модели рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{утв} = \sum_{k=0}^p C_k^i, \quad (35)$$

где p – количество стадий ЖЦД, C_k^i – стоимость формирования документа в одном функциональном блоке нижнего уровня декомпозиции.

Пользуясь разработанным подходом при расчете стоимости и информационно-технологической моделью для управления проектами, рассчитывается трудоемкость процессов КТПП:

$$T_{\text{КТПП}} = \sum_{i=1}^L \sum_{k=0}^{p1} (T_{pk}^i + \sum_{m=0}^N \frac{T_{\text{вн}}^m}{R_m} \delta_{im} + \sum_{l=1}^{p2} \frac{T_{\text{ресурса}}^l}{T_{\text{аморт}}}) \quad , \quad (36)$$

где T_{pk}^i – трудоемкость разработки рабочего документа в одном блоке бизнес-процесса на нижнем уровне декомпозиции модели КТПП,

$T_{\text{вн}}^m$ – трудоемкость разработки внешнего документа по другим бизнес-процессам КТПП до утверждения,

R_m – количество использования документа «m» в качестве внешнего на нижнем уровне декомпозиции модели КТПП,

δ_{im} – показатель использования документов,

$T_{\text{ресурса}}^l$ – трудоемкость используемого ресурса «l» для рабочего документа, то есть дуг механизмов в блоке (трудовых и технических - информационных систем и компьютеров),

$T_{\text{аморт}}$ – потери от амортизации ресурса «l»,

$P2$ - количество используемых ресурсов в 1 блоке для рабочего документа на нижнем уровне декомпозиции модели КТПП,

L – количество выходных документов в верхнем уровне декомпозиции модели КТПП,

$P1$ - количество стадий ЖЦД для рабочего документа по нижнему уровню декомпозиции модели КТПП,

N – количество внешних документов для одного блока на нижнем уровне декомпозиции модели КТПП.

Таким образом, рассчитав по формулам (34-36) и информационно-технологической модели стоимость и трудоемкость бизнес-процессов подготовки производства, можно получить экономический эффект от проведения уменьшения бизнес-процессов с перераспределением информационного ресурса. В итоге определяется инновационная технология информационного управления, состоящая из методов выбора необходимых для управления БП и оптимизации данных информационно-технологической модели, а также методологии оценки эффективности анализируемых процессов.

В работе формируется система критериев верификации информационно-технологической модели реальным процессам. Определяем структуру системы верификации моделей КТПП: контроль соответствия требованиям заказчика; контроль синтаксиса нотаций; контроль функциональной полноты и целостности; контроль семантической корректности; контроль глубины декомпозиции. При этом основное внимание уделено критерию глубины декомпозиции как самому важному в информационном управлении.

На рисунке 8 представлен пример информационно-технологической модели КТПП с использованием разработанного условия необходимости и достаточности глубины декомпозиции, показан БП «Согласование и

утверждение технологической документации», где меняется ЖЦД у маршрутной и операционной карты и в следующей последовательности: $C1 \rightarrow C2 \rightarrow C2 \rightarrow C3$, у норм расхода материала, ведомостей трудоемкости и заказа оснастки: $C1 \rightarrow C3$.

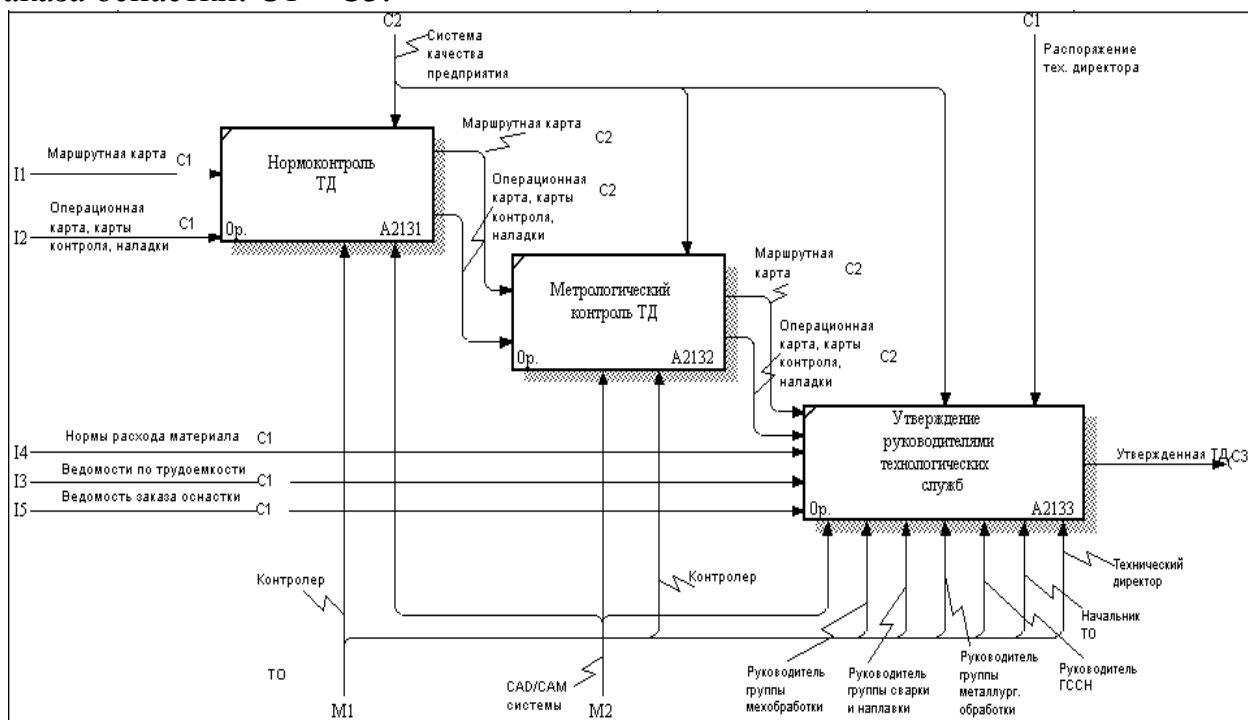


Рис.8. Пример нижнего уровня декомпозиции модели КТПП

Совокупность разработанных моделей и методов определяют инновационную технологию информационного управления процессами в условиях согласованного взаимодействия служб КТПП с системой критериев верификации информационно-технологической модели.

Проведен анализ процесса внедрения разработанной инновационной технологии управления с учетом перераспределения информационного ресурса, и моделируется организационная система для внедрения на основе инвестиционного проекта с поэтапным привлечением рассчитываемых ресурсов по мере развития проекта.

Этот же процесс управления внедрением инновационной технологии с конкретизацией по работе с i -той итерацией жизненного цикла разработки показан на рисунке 9. Вводятся исходные данные в структурированную модель организационной системы, т.е. определяется этап жизненного цикла проекта с последовательностью шагов, определяется вектор ресурсов R из банка ресурсов, проводится его анализ с ограниченными ресурсами, заданными заказчиком. Если этих ресурсов достаточно, то анализируем следующий этап ЖЦ ПО и разрабатываем план-график этого этапа. Если имеющиеся у заказчика ресурсы не удовлетворяют ресурсам, определенным структурированной моделью производства ИС, то, используя критерии полноты модели и коэффициент минимального использования K_{\min} , определяем ДМО КТПП и набор базовых сущностей $\Phi_{\text{упр}}$. Процесс изменения ДМО продолжается, пока предлагаемый организационной системой внедрения набор R (ресурсов) не будет совпадать с затратами центра.

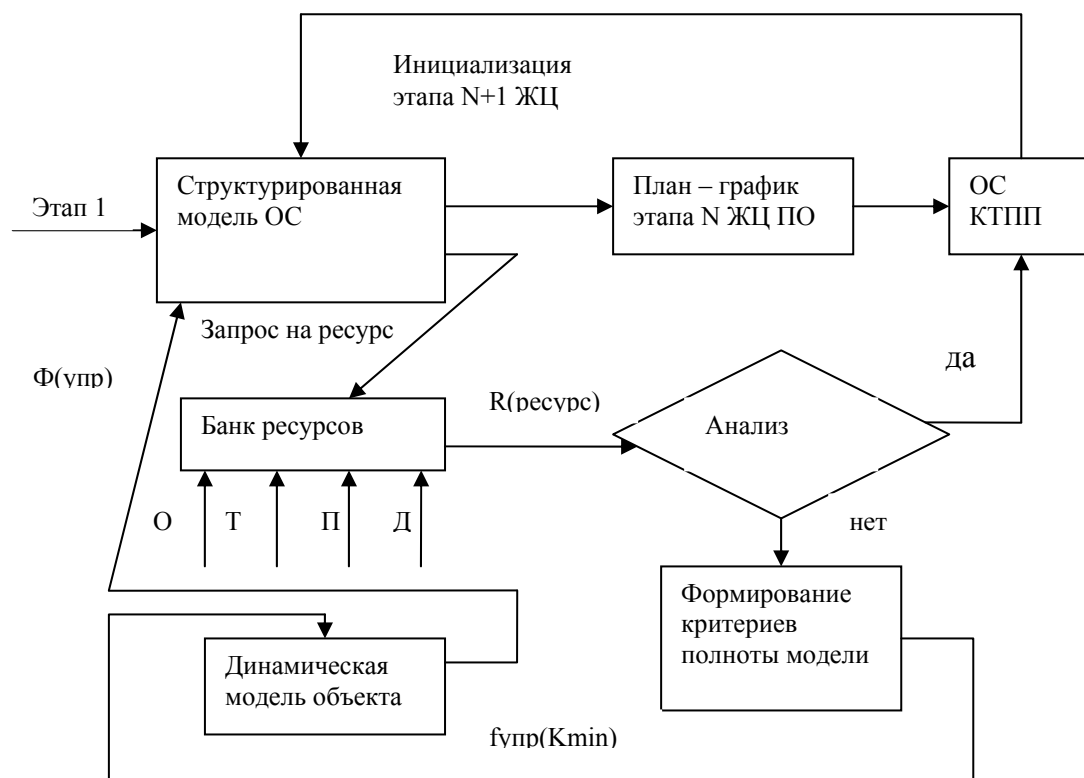


Рис.9. Детализация модели управления внедрением инновационной методологии в условиях ограничения по ресурсам на i -той итерации

В качестве плана проекта внедрения использован связный размеченный ориентированный граф $V = \langle V_1^V, V_2, (V_3, V_4) \rangle$, где V_1 - множество вершин графа к задачам проекта, V - разметка множества вершин V_1 , определяющая шаги и порядок их выполнения; V_2 - множество вершин графа с ресурсами, V_3 - множество дуг, определяющих передачу продуктов между задачами, V_4 - множество дуг с назначением ресурсов. Это многослойный ориентированный граф.

Оценка трудоемкости этапов внедрения производится на основе информационно-технологической модели. ДМО делится на базовый и пользовательский функциональные блоки.

Трудоемкость по настройке базового функционала данных рассчитана по формуле:

$$T_{БФ} = \sum_{i=1}^{N_d} C_i * N_i + T_0, \quad (37)$$

где N_d - количество иерархически связанных списков, N_i - количество сущностей в i -том иерархическом списке, C_i - эмпирический коэффициент трудоемкости настройки i -того иерархического списка (соответствует удельной трудоемкости кодирования), T_0 - трудоемкость настройки базовых механизмов.

Пользовательский функциональный блок составлен из следующих компонент: работа со справочниками конструкторской и технологической информации, интерфейс по заполнению учетной информации объектов (сущностей); настройки интерфейса связи с программами; настройки БП; генерация пользовательских отчетов.

В результате использования разработанного компонентного метода оценки определена трудоемкость проектирования организационной системы для внедрения инновационной технологии информационного управления КТПП на основе инвестиционного проекта.

В пятой главе рассматривается применение разработанной инновационной технологии управления процессами КТПП на ОАО «Волгабурмаш» и СМЗ «Alcoa». Для предприятий разработана информационно-технологическая модель данных и процессов с использованием механизмов согласованного взаимодействия в КТПП.

На основании результатов теоретических исследований разработаны методические рекомендации по внедрению механизмов согласованного взаимодействия служб КТПП в практику отечественных машиностроительных предприятий на примере ОАО «Волгабурмаш» (г. Самара), осуществляющего производство буровых долот.

Рассмотрен механизм взаимодействия между центром КТПП (РОС) и заказчиком. Он состоит в том, что центр осуществляет разработку конструкции, технологии, производства, поставку изделий по договорной цене. Заказчик покупает долота по цене, установленной в договоре, и производит их эксплуатацию при выполнении заданного объема буровых работ. Оценка надежности полученных долот проводится в зависимости от величины проходки на изделие.

Задачей центра является определение при фиксированной договорной цене такого объема и уровня качества изделия, который обеспечивает максимум величины прибыли при ограничениях на производственно-технологические возможности и объем заказа долот со стороны заказчика. В формализованном виде эта задача представлена в следующем виде:

$$f(y, h) = [Ц - Z_y - Z_h \cdot (h_e - h_n)] \cdot y \xrightarrow{y, h} \max, \quad (38)$$

$$y \leq \min(X_c, N), h_n \leq h \leq h_e,$$

где y – количество выпускаемых долот в заданный период времени; $Ц$ – договорная цена поставки изделия; Z_y – затраты на единицу изделия; Z_h – затраты на прирост величины проходки относительно нижней ее границы; h_n, h_e – нижняя и верхняя границы величины проходки на долото; X_c – спрос на изделие со стороны заказчика, N – максимально возможный выпуск изделия; $f(y, h)$ – прибыль, получаемая центром от реализации.

Если $X_c < N$, то оптимальная стратегия поведения центра в процессе производства долот сводится к определению объема поставки долот и величины проходки из уравнения:

$$y_0 = X_c, h^0 = h_n.$$

Из этой стратегии следует, что центру экономически невыгодно повышать величину проходки, и он стремится поддержать ее на нижней границе, равной h_n . Однако реализация такой стратегии центром может привести к потерям у заказчика, связанным с низким качеством долота.

Для оценки эффективности функционирования заказчика рассмотрена стратегия его поведения в процессе эксплуатации долота. Задача заказчика

состоит в определении при фиксированной договорной цене поставки долота, заданной его конструкцией потребности в долотах, режимов бурения, обеспечивающих минимальное значение стоимости буровых долот с учетом ограничения на объемы бурения:

$$\Phi(X) = x \cdot C = x \cdot \left[C_q \cdot \left(\frac{h}{v} + T_{cn} \right) + \Pi \right] \xrightarrow{x} \min, x \cdot h = Q, \quad (39)$$

где $\Phi(X)$ – стоимость при бурении всех скважин долотом данного типоразмера; x – потребность в долотах данного типоразмера для разбурирования всех скважин; Q – планируемый объем бурения долотом данного типоразмера; $C = \left[C_q \cdot \left(\frac{h}{v} + T_{cn} \right) + \Pi \right]$ – стоимость проходки одного рейса долотом данного типоразмера; v – механическая скорость бурения; T_{cn} – продолжительность спуско-подъемных и подготовительно-заключительных операций, отнесенных к рейсу; C_q – стоимость часа работы буровой установки; $\frac{h}{v} = T$ – величина стойкости долота конкретной конструкции.

Модель описывает задачу принятия решений заказчиком на этапе формирования планов потребности в долотах в заданный период времени. Оптимальная стратегия поведения заказчика в процессе эксплуатации долот сводится к определению их потребности:

$$x^0 = \frac{Q}{h}.$$

При оптимальной потребности в долотах минимальная стоимость бурения составит:

$$\Phi(x^0) = Q \cdot \left[C_q \left(\frac{1}{v} + \frac{T_{cn}}{h} \right) + \frac{\Pi}{h} \right]. \quad (40)$$

Из уравнения (40) следует, что величина минимальной стоимости бурения уменьшается с ростом величины проходки h , поэтому заказчик заинтересован в увеличении проходки на долото до верхней границы h_b . Эффект, получаемый заказчиком при увеличении проходки на величину $\Delta h = h_a - h_i$ и фиксированном объеме бурения, равен:

$$\Delta\Phi(\Delta h) = Q \cdot (C_q T_{cn} + \Pi) \cdot \Delta h / h_a \cdot h_i. \quad (41)$$

Центр же при реализации стратегии $h=h_b$, $X=X_c=X^0$ несет потери, равные:

$$\Delta f(\Delta h) = X_0 \cdot Z_q \cdot \Delta h. \quad (42)$$

Для организации согласованного взаимодействия между центром и заказчиком необходимо, чтобы эффект $\Delta\Phi(\Delta h)$, получаемый заказчиком на этапе эксплуатации долот, был не меньше потерь центра $\Delta f(\Delta h)$, связанных с повышением проходки (надежности), т.е.:

$$\Delta\Phi(\Delta h) \geq \Delta f(\Delta h). \quad (43)$$

Если неравенство (43) выполняется, то для реализации согласованного взаимодействия необходимо часть эффекта, получаемого заказчиком при проведении буровых работ, направлять на компенсацию потерь центра, что обеспечит их эффективное функционирование (рис.10). Это означает, что

центру выгодно в процессе производства повышать уровень качества проходки на величину $\Delta h = h - h_i$ при условии, что $h < h_b$.

Руководитель предприятия согласовывает с заказчиком уровень качества долота, величина которого является заданием для конструкторских, технологических и производственных подразделений.

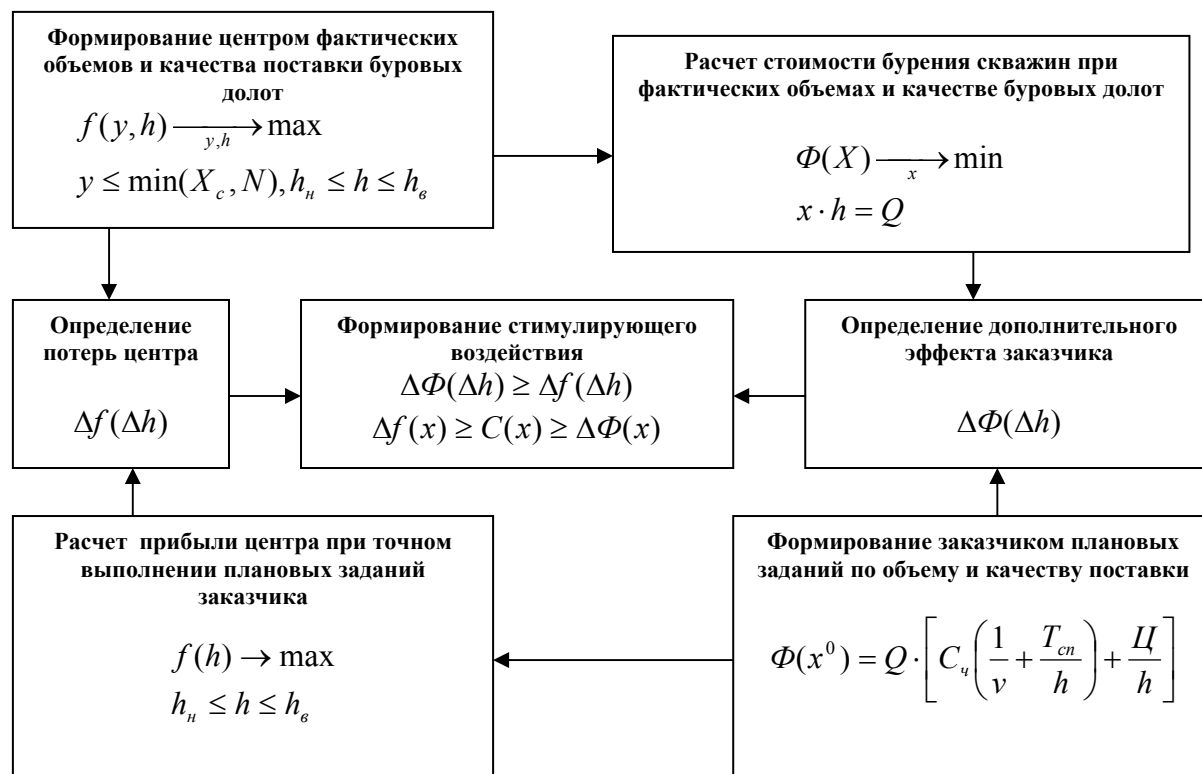


Рис. 10. Алгоритм формирования механизма взаимодействия между заказчиком буровых долот и ОАО «Волгабурмаш» путем выбора стимулирующих воздействий

В ходе диссертационного исследования рассмотрено повышение технического уровня конструкций долот при взаимодействии ОАО «ВБМ» с крупнейшим заказчиком его продукции – ОАО «Сургутнефтегаз». Определены потери, которые несет центр с увеличением проходки на величину Δh , при этом значение h_n – равно проходке долот, выпускаемых ОАО «ВБМ», значение h_b – равно проходке долот, выпускаемых конкурентом.

В таблице 4 представлен размер прибыли – $f(h_n)$ и $f(h_b)$, получаемой заказчиком при двух крайних значениях величины проходки h_n и h_b . Сравнивая значения прибыли, определяем, что его потери с увеличением проходки по долотам до верхнего значения составят: $\Delta f(\Delta h) = f(h_b) - f(h_n)$.

Таблица 4. Прибыль центра при двух крайних значениях проходки долот

Техническое обозначение	Тип долота	$f(h_n)$, тыс.руб.	$f(h_b)$, тыс.руб.	$\Delta f(\Delta h)$, тыс.руб.
190,5 AU-83Y-R123A	Б	16792,58	14733,6	2058,98
190,5 AUL-LS13TG-R506	В	8349,27	5535,99	2813,28
215,9 AU-73Y-R10KA	Е	12061,37	8968,6	3092,77
215,9 AUL-LS61YP-R437	Ж	11499,25	3760,49	7738,76
Итого		48702,47	32998,68	15703,79

Однако заказчик заинтересован в том, чтобы величина проходки на долото соответствовала верхней границе. В случае реализации центром невыгодной для него стратегии, заказчик в соответствии с формулой получит общий суммарный эффект 94675,39 тыс. руб. Сравнивая полученный заказчиком эффект с потерями поставщика, заключаем, что неравенство выполняется, а это означает, что если заказчик частью своего эффекта скомпенсирует потери центра, то его интересы будут настроены на повышение величины проходки до верхней границы, выгодной и для центра.

Отметим, что потери центра, равные 15703,79 тыс. руб., связаны непосредственно с увеличением проходки на величину Δh м по долотам и не учитывают убытки центра от возможного снижения спроса на эти долота, который можно рассчитать по формуле $\Delta X = Q \cdot \Delta h / h_g \cdot h_n$ (шт). Снижение величины спроса вызовет уменьшение прибыли у центра на величину: $\Delta f(\Delta h) = [C - z_y - z_v \cdot \Delta h] \cdot \Delta X$. Таким образом, суммарные убытки центра, связанные с увеличением проходки (надежности), составят величину: $\Delta f = \Delta f(\Delta h) + \Delta f(\Delta x)$.

Полученные убытки у центра не превышают величины эффекта у заказчика, что позволяет ему устранить имеющееся между ними противоречие и организовать взаимовыгодное взаимодействие.

На основе рассмотренного согласованного механизма взаимодействия для ОАО «ВБМ» и других машиностроительных предприятий Самарской области был разработан инструментарий для осуществления информационного управления КТПП. Эффективность внедрения инструментария для предприятий проводилась по разработанному диссертантом компонентному методу. В итоге определено, что внедрение организационной системы для инновационной технологии информационного управления позволило уменьшить трудоемкость разработки конструкторско-технологической документации для ОАО «Волгабурмаш» в 1,8 раза; для СМЗ «Alcoa» в 2,0 раза, для ОАО «Авиакор» в 2,8 раза.

Полученные в ходе исследования результаты имеют большое значение как теоретическая и методическая основа создания средств обеспечения систем поддержки принятия решений по управлению взаимодействием в системе конструкторско-технологической подготовки производства.

Разработанные в диссертационном исследовании механизм согласованного взаимодействия в организационной системе и методические рекомендации по его внедрению направлены на формирование устойчивых организационных образований, функционирующих на взаимовыгодных условиях и обеспечивающих высокую эффективность как по отдельным службам, так и во всей сложной системе конструкторско-технологической подготовки производства в целом.

Основные результаты и выводы

В заключении диссертации сформулированы следующие выводы и рекомендации:

1. Анализ существующих организационно-технических систем привел к представлению конструкторско-технологической подготовки производства как многоуровневой иерархической системы с матричной структурой управления, что позволило выделить роль согласованного взаимодействия в организационной системе, сформулировать принципы, актуальные проблемы и направления их решения.
2. Сформулирована в аналитическом виде общая постановка задачи согласованного по уровню качества изделий взаимодействия между конструкторскими, технологическими службами и производственными структурами, решение которой позволит настроить интересы коллектива на реализацию заказа, установленного потребителями.
3. При работе конструкторских и технологических служб машиностроительных предприятий выявлено противоречие в подходах к достижению требуемого уровня качества изделий, приводящее к снижению прибыли и увеличению затрат.
4. На основе факторного анализа определены основные технические и организационные компоненты, влияющие на достижение заданного уровня качества изделия в конструкторских и технологических службах.
5. Доказано, что эффективно устранить противоречие между службами и центром возможно с использованием разработанных оценочных моделей достижения заданного уровня качества изделия, позволяющих оперативно формировать область компромисса для принятия конструкторских и технологических решений при информационном управлении.
6. Определена корреляционная зависимость технических факторов, сопряженных с затратами в технологических службах, и организационных факторов, учет которых позволит реализовать уровень качества изделия, установленный заказчиком.
7. Разработана система мотивации сотрудников конструкторских и технологических подразделений, позволяющая обеспечить одновременно и максимальный уровень прибыли всей организационной системы и каждого из его элементов.
8. Разработана матрица принятия решений, позволяющая выбрать вариант для конструкторско-технологического проекта, который соответствует требуемому заказчиком качеству изделия с минимальными затратами.
9. Смоделированы и выявлены необходимые трудовые, финансовые, временные ресурсы на основе изменения информационно-технологических моделей в условиях ограничения стоимости внедрения.
10. Для эффективного функционирования организационной системы внедрена система информационного управления, позволяющая сократить время принятия решений за счет уменьшения трудоемкости разработки конструкторско-технологической документации для ОАО «Волгабурмаш» в 1,8 раза; для СМЗ «Аlcoa» в 2,0 раза, для ОАО «Авиакор» в 2,8 раза.

Основные положения диссертации опубликованы

В монографиях:

1. Хаймович, И.Н. Информационные системы в экономике и управлении [Текст]/ И.Н. Хаймович: монография. – Самара: Изд-во Самар. науч.центра РАН, 2006.- 115 С.
2. Хаймович, И.Н. Разработка производственной среды при внедрении ИС КТПП в условиях ограничения по ресурсам [Текст]/ И.Н. Хаймович: монография.- Самара: Изд-во Самар. науч.центра РАН, 2008.- 164 С.
В ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией
3. Ковалькова, И.Н., Ненашев, В.Ю. Применение интерполяционных и сглаживающих сплайнов в САПР поковок компрессорных лопаток [Текст]/ И.Н. Ковалькова, В.Ю. Ненашев: Вестник СГАУ им. акад. С.П. Королева. Серия Проблемы и перспективы развития двигателестроения. Выпуск 2. Часть 1.- Самара, 1998. – С.10-15.
4. Ковалькова, И.Н., Ненашев, В.Ю. САПР ТПП штампованных поковок компрессорных лопаток [Текст]/ И.Н. Ковалькова, В.Ю. Ненашев // Кузнечно – штамповочное производство. - М., 1999.– №9 - С.33-36.
5. Ковалькова, И.Н. Интегрирование автоматизированного проектирования и инженерного анализа в САПР технологической подготовки производства компрессорных лопаток [Текст]/ И.Н. Ковалькова И.Н.: Вестник СГАУ им. акад. С.П. Королева. Серия Проблемы и перспективы развития двигателестроения.- Самара, 2000. – С.10-18.
6. Хаймович, И.Н., Хаймович, А.И. Рационализация организации производства машиностроительного предприятия на основе реинжиниринга [Текст]/ И.Н. Хаймович, А.И. Хаймович: Вестник СГАУ им. акад. С.П. Королева.– Самара, 2006. - №3.- С.53-58.
7. Хаймович, И.Н. Анализ характеристик стабильности и размерности промышленной предметной области при автоматизации систем документооборота [Текст] / И.Н. Хаймович: Вестник СГАУ им. акад. С.П. Королева.– Самара, 2008. - №1.- С.243-247.
8. Хаймович, И.Н., Хаймович, А.И. Процедурные правила разработки и согласования бизнес-процессов кузнечно-штамповочного производства. [Текст]/ И.Н.Хаймович, А.И. Хаймович: Вестник СГАУ им. акад. С.П. Королева.– Самара, 2008. - №1.- С.248-252.
9. Гречников, Ф.В. Хаймович, И.Н. Разработка информационных систем управления конструкторско–технологической подготовкой производства как интегрированной базы информационных и функциональных структур [Текст]/ Ф.В. Гречников, И.Н. Хаймович // Кузнечно-штамповочное производство. – М., 2008.– №3. - С.34-41.
10. Гречников, Ф.В., Ненашев, В.Ю., Хаймович, И.Н. Управление ТПП компрессорных лопаток на основе интегрирования автоматизированного проектирования и инженерного анализа [Текст]/ Ф.В. Гречников, В.Ю. Ненашев, И.Н. Хаймович // Кузнечно-штамповочное производство. – М., 2008.– №6. - С.42-46.
11. Хаймович, И.Н. Методологические аспекты создания единого информационного пространства предприятия с использованием PDM – системы [Текст]/ И.Н. Хаймович // Известия Самар. науч. центра РАН. – Самара, 2008.- №1. - С. 10-15.

12. Хаймович, И.Н. Применение методологии SADT при моделировании бизнес-процессов технологической подготовки производства машиностроительного предприятия [Текст]/ И.Н.Хаймович // Известия Самар. науч.центра РАН. – Самара, 2008.- №1. - С. 21-25.
13. Хаймович, И.Н. Модели и методы, используемые при внедрении информационных систем конструкторско-технологической подготовки производства, при ограничении на ресурсы [Текст]/ И.Н.Хаймович: Вестник Самарского государственного технического университета. Выпуск 21. Серия Технические науки. – Самара, 2008. - С. 114-117.

В других изданиях

14. Дмитриева, И.Б., Ковалькова, И.Н. Инструментальные средства для создания моделей чертежей в DXF – формате [Текст] / И.Б. Дмитриева, И.Н. Ковалькова: тез.докл. Всерос.науч.–техн. конф. «Управление и контроль технологических процессов изготовления деталей в машиностроении» - Уфа, 1995. – С.12-13.
15. Ковалькова, И.Н., Ненашев, В.Ю. САПР заготовок компрессорных лопаток [Текст] / И.Н. Ковалькова, В.Ю. Ненашев: тез.докл. Всерос.науч.–техн. конф. «Управление и контроль технологических процессов изготовления деталей в машиностроении» - Уфа, 1996. – С.22-23.
16. Аронов, Б.М., Ковалькова, И.Н. Учет тенденций развития технологий компьютерного проектирования в планировании работ по созданию САПР штампового оснащения [Текст]/ Б.М. Аронов, И.Н. Ковалькова: тез.докл. Междунар. науч.–техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения» - Самара: Изд-во СГАУ,1997.- С. 27-29.
17. Ковалькова, И.Н., Ненашев, В.Ю. Основные принципы и алгоритмы построения САПР ТПП штамповок компрессорных лопаток [Текст]/ В.Ю. Ненашев, И.Н. Ковалькова: Первая Междунар. науч.–техн. конф. «Металлдеформ – 99». Серия Металлофизика, механика материалов и процессов деформирования. – Самара: Изд-во СГАУ,1999. – С.147-152.
18. Ковалькова, И.Н. Автоматизация проектирования объектов заготовительно-штамповочного производства деталей сложной формы [Текст]: дисс...канд. техн. наук: защищена 23.06.00: утв.8.12.00/ Ковалькова Ирина Николаевна.- Самара, 2000.-300 с.
19. Ковалькова, И.Н. Автоматизация проектирования объектов заготовительно-штамповочного производства деталей сложной формы [Текст]: автореферат дисс...канд. техн. наук: защищена 23.06.00: утв.8.12.00/ Ковалькова Ирина Николаевна.- Самара, 2000.-16 с.
- 20.Проничев, Н.Д., Новиков, А.В., Ковалькова, И.Н. Разработка демонстрационного проекта по применению PDM системы SmartTEAM для организации единого информационного пространства на авиадвигательном предприятии [Текст] / Н.Д. Проничев, А.В. Новиков, И.Н. Ковалькова: тез.докл. Межрегион. науч.–метод. конф. «Актуальные проблемы развития университетского и технического образования в России» - Самара: Изд-во СГАУ,2004.- С. 211-213.
21. Ковалькова, И.Н. Использование современных информационных систем организации технологической подготовки производства при обучении инженеров – технологов [Текст]/ И.Н. Ковалькова: тез.докл. Межвузов.

- науч.–метод. конф. «Актуальные проблемы университетского образования» - Самара: Изд-во СамГТУ, 2003.- С. 228-229.
22. Ковалькова, И.Н., Ненашев, В.Ю. Определение оптимального угла поворота поковки компрессорной лопатки в штампе [Текст]/ В.Ю. Ненашев, И.Н. Ковалькова: Вторая Междунар. науч.–техн. конф. «Металлдеформ – 2004/2». Серия Металлофизика, механика материалов и процессов деформирования. – Самара: Изд-во СГАУ, 2004. – С.146-147.
 23. Ковалькова, И.Н. Системы управления данными (PDM – системы) как источник структурированных данных подготовки производства в системах корпоративного управления [Текст]/ И.Н. Ковалькова: тез.докл. Междунар. науч.–технич. конф. «Актуальные проблемы современного социально-экономического развития: образование, наука, производство» - Самара: Изд-во СГАУ, 2004.- С. 278-279.
 24. Хаймович, И.Н. Обеспечение целостности программных проектов при реинжиниринге машиностроительных предприятий [Текст]/ И.Н. Хаймович: Вестник Международного института рынка.- Самара, 2007. - №1.- С.219-227.
 25. Хаймович, И.Н. Создание единого информационного пространства предприятия с использованием UML моделирования для обучения специалистов в вузах [Текст] / И.Н. Хаймович: тез.докл. Второй Междунар. науч.–практич. конф. «Актуальные проблемы современного социально-экономического развития» - Самара, 2006.- С. 132.
 26. Хаймович, И.Н. Принципы построения бизнес-процессов моделей конструкторско-технологической подготовки производства машиностроительного предприятия [Текст] / И.Н. Хаймович: Вестник Международного института рынка.- Самара, 2007. - №1.- С.223-231.
 27. Чумак, В.Г., Рамзаев, В.М., Березовский, Д.В., Хаймович, И.Н. Повышение конкурентоспособности муниципальных образований Самарской области на современном этапе социально-экономического развития [Текст]: научно-практическое пособие / В.Г. Чумак, В.М. Рамзаев, Д.В. Березовский, И.Н. Хаймович – Самара: ООО «Офорт», 2008. - 402 С.
 28. Дровяников, В.И., Хаймович, И.Н. Ресурсный бизнес-процесс как основа реинжиниринга процессов управления конструкторско-технологической подготовкой производства [Текст]/ В.И. Дровяников, И.Н. Хаймович: Вестник Международного института рынка.- Самара, 2007. - №1.- С.236-241.
 29. Дровяников, В.И., Хаймович, И.Н. Производственная среда для внедрения информационных систем конструкторско-технологической подготовки производства [Текст] / В.И. Дровяников, И.Н. Хаймович: Вестник Международного института рынка.- Самара, 2007. - №1.- С.231-236.
 30. Хаймович, И.Н. Формирование бизнес-процессов управления конструкторско-технологической подготовкой производства [Текст]/ И.Н. Хаймович И.Н.: Шестая Всерос. науч.-практ. конф. «Компьютерные технологии в науке, практике и образовании» : Сб. материалов.Т.1.- Самара: СамГТУ, 2008.- С. 100-108.