

На правах рукописи

ПАНЬШИНА Ольга Юрьевна

**МЕТОДЫ И МОДЕЛИ
УПРАВЛЕНИЯ СМЕНОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

**Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление
и обработка информации (в промышленности)**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Уфа - 2009

Работа выполнена на кафедре технологии машиностроения
ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»
и на ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение»

Научный руководитель	д-р техн. наук, проф. СЕЛИВАНОВ Сергей Григорьевич
Официальные оппоненты	д-р техн. наук, проф. ЮСУПОВА Нафиса Исламовна
	д-р техн. наук, проф. КОРНИЕНКО Александр Александрович
Ведущая организация	ОАО «Институт технологии и организации производства», г. Уфа

Защита диссертации состоится « 30 » октября 2009 г. в 10:00 часов
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03
при Уфимском государственном авиационном техническом университете
по адресу: 450000, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан « 23 » сентября 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д-р техн. наук, проф.

В.В. Миронов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Известно, что конкурентоспособность стран, регионов, предприятий, продукции и персонала определяется в настоящее время результативностью инновационной деятельности. Согласно рейтингу конкурентоспособности экономик стран по итогам 2008 г. Российская Федерация (РФ) занимала 51 место в мире по данным доклада, опубликованного на Всемирном экономическом форуме. Для преодоления сложившегося отставания в настоящее время поставлена задача перехода к инновационному пути развития страны и обеспечения конкурентоспособности результатов научно-технической деятельности. В этом плане для совершенствования инновационной и научно-технической деятельности предусмотрены: поддержка научных исследований в прорывных областях науки и технологий с учетом мировых тенденций их развития; разработка инновационных проектов государственного значения, ориентированных на технологическое перевооружение производства; интенсификация разработок в приоритетных направлениях развития науки и технологий.

Инновационный путь развития промышленного производства основан на том, что наукой установлены законы развития производства, которые характеризуются волнообразной динамикой смены технологических укладов. Этот факт доказан в работах Н.Д. Кондратьева, П. Самуэльсона, Й. Шумпетера, Р. Солоу, С.Ю. Глазьева и многих других научных трудах. Таким образом, теоретической основой для постановки и решения задач системного анализа технологических укладов, управления инновационной деятельностью по смене технологических укладов средствами научно-технологической подготовки производства являются научные законы, закономерности и математические модели волновой динамики развития промышленного производства.

Особенностью формирования и развития технологических укладов в РФ, в настоящее время, является многоукладный характер развития промышленного производства. Этот факт обуславливает появление ряда серьезных диспропорций, снижение эффективности производства, замедление и ухудшение инновационной деятельности. Сказанное не способствует обеспечению ускоренного инновационного развития промышленности и не позволяет РФ стать страной–технологическим лидером формирования новых укладов. Таким образом, проблема смены технологических укладов имеет первостепенное значение для интенсификации развития, как отраслей промышленности, так и государства.

Не смотря на то, что исследованиям волновой динамики развития, анализу существующих технологических укладов посвящено значительное количество научных работ, тем не менее, проблема обоснования научных закономерностей и методов системного анализа и управления процессом смены технологических укладов с использованием современных способов обработки информации в условиях современного этапа интенсивно развивающегося научно-технического прогресса, полностью еще не раскрыта.

Таким образом, проблема системного анализа процессов смены технологических укладов для разработки методов управления процессом научно-технологической подготовки производства является актуальной, а научно обос-

нованное решение задач этой проблемы имеет важное значение для технического перевооружения предприятий и всего народного хозяйства.

Ядром решения названной проблемы являются решения задач по разработке критериев и математических моделей описания переходного процесса смены технологических укладов, а также построения системы научно-технологической подготовки машиностроительного производства. Разрабатываемая система научно-технологической подготовки производства должна обеспечивать управление переходным процессом к новому технологическому укладу в условиях интенсификации инновационной деятельности.

Цель работы и задачи исследования. Целью исследования является разработка методов управления научно-технологической подготовкой производства, обеспечивающей смену технологических укладов, и моделей описания переходного процесса смены технологических укладов в машиностроении в условиях интенсификации инновационной деятельности в промышленности РФ. Данная цель предполагает решение следующих задач исследования:

1) разработать критерии и модели описания переходного процесса смены технологических укладов с целью исследования переходного процесса смены технологических укладов в обеспечение управления научно-техническим прогрессом;

2) разработать программную реализацию предложенных математических моделей описания переходного процесса смены технологических укладов для компьютерного моделирования и расчета зависимостей переходного процесса;

3) разработать блок – схему функций системы управления техническим развитием машиностроительного производства и выделить из нее блок – схему функций научно-технологической подготовки технического перевооружения машиностроительного производства (в приложении к оборонно-промышленному комплексу и авиационной промышленности – ОПК) с целью управления переходными процессами смены технологических укладов;

4) разработать метод технологического форсайта для насыщения производства оборудованием новейших технологических укладов и исследовать закономерности смены поколений станков в рамках новой системы управления научно-технологической подготовкой технического перевооружения машиностроительного производства;

5) в рамках новой системы научно-технологической подготовки производства обосновать применение программно-целевого метода для управления инновационными проектами технического перевооружения авиадвигателестроительного производства в обеспечение процесса смены технологических укладов.

Объект и предмет исследований диссертации. Объектами исследования являются технологические уклады и система управления технологической подготовкой производства, обеспечивающая смену технологических укладов в машиностроении. Предметом исследования являются закономерности, методы управления научно-технологической подготовкой производства, обеспечиваю-

щие смену технологических укладов, и модели описания переходного процесса смены технологических укладов.

Методы исследования. При решении поставленных в данной диссертационной работе задач использованы методы системного анализа, математической статистики, системных принципов исследования функционирования систем, математического моделирования, базирующегося на использовании дифференциального исчисления, а также методы регрессионного анализа. Обработка данных проводилась с использованием персональных компьютеров.

Научная новизна результатов

1. *Новизна концептуальной модели* управления процессами смены технологических укладов, которая отличается от известной трехсекторной модели П. Ромера, заключается в том, что новая модель является связанной многоуровневой моделью, которая включает четырехкомпонентную модель объекта управления и содержит блок управления, обеспечивающий управление переходным процессом смены технологических укладов по основным компонентам производственных функций, которые учитывают факторы современного научно-технического прогресса в промышленном производстве.

2. *Новизна моделей переходного процесса смены технологических укладов*, основанных на аналитическом описании управления переходным процессом, определяется тем, что они отличаются от известных формул, основанных на моделях производственной функции Кобба–Дугласа, тем, что учитывают современные инновационные факторы развития производства новейших технологических укладов.

3. *Новизна блок-схемы функций системы научно-технологической подготовки производства* определяется следующими отличиями:

- ее структура является многоуровневой, связанной системой управления (распределяющая функции и задачи управления техническим развитием производства по иерархическим уровням управления от министерства и департаментов на верхних уровнях, до систем управления предприятиями и их объединениями на нижних уровнях управления производством), что обеспечивает управление переходным процессом смены технологических укладов;
- она включает организации инновационной инфраструктуры и специализированные организации внезаводской научно-технологической подготовки производства, поддержки и обслуживания предприятий в условиях инновационной рыночной экономики, которые ранее не предусматривала Единая система технологической подготовки производства в машиностроении.

4. *Новизна метода технологического форсайта*, используемого для насыщения производства оборудованием новейших технологических укладов, и закономерности смены поколений станков в рамках новой системы управления научно-технологической подготовкой технического перевооружения машиностроительного производства основаны на применении метода «огигающих регрессий», что отличает их от типовых случаев регрессионного анализа закономерностей смены поколений техники и технологий.

Практическая ценность исследования. Результаты исследования могут быть полезны для:

- 1) разработки программ технологического развития отрасли, регионов и машиностроительных предприятий;
- 2) создания систем научно-технологической подготовки технического перевооружения машиностроительного производства;
- 3) управления инновационными проектами технического развития машиностроительных предприятий, осуществляющих постановку на производство техники новых поколений, внедрение высоких и критических технологий;
- 4) разработки проектов технического перевооружения машиностроительного производства в целях постановки на производство конкурентоспособных изделий.

Результаты, выносимые на защиту

1. *Критерии и модели описания* переходного процесса смены технологических укладов, основанные на математической модели производственной функции, которая учитывает как технико-экономические, так и социальные факторы инновационной подготовки специалистов.

2. *Программная реализация* разработанных моделей описания переходного процесса смены технологических укладов для компьютерного моделирования и расчета зависимостей переходного процесса с целью управления процессом смены технологических укладов.

3. *Блок-схема функций* системы управления техническим развитием машиностроительного производства и *ее подсистема* в виде блок – схемы функций управления научно-технологической подготовкой технического перевооружения машиностроительного производства (в приложении к оборонно-промышленному и авиационному комплексам), которые обеспечивают управление переходным процессом смены технологических укладов.

4. *Метод технологического форсайта* для насыщения производства оборудованием новейших технологических укладов и *закономерности* смены поколений станков в рамках новой системы управления научно-технологической подготовкой технического перевооружения машиностроительного производства.

5. *Применение программно-целевого метода* управления инновационными проектами технического перевооружения авиадвигателестроительного производства в обеспечение процесса смены технологических укладов.

Внедрение результатов исследования. Практическая полезность результатов исследования подтверждается:

- актом внедрения программно-методического комплекса «Расчет и моделирование процесса смены технологических укладов» в Департаменте ОПК Минпромэнерго РФ в рамках выполнения государственного контракта «ОПК-004 – Анализ технологического уровня предприятий ОПК и разработка государственной политики в области технического перевооружения» в виде методических рекомендаций;

- актом внедрения проекта целевой программы технического перевооружения ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение»

(ОАО «УМПО») в виде системы управления научно – технологической подготовкой технического перевооружения производства; календарного плана графика по техническому перевооружению производственных цехов на территории ОАО «УМПО»; методических рекомендаций по выбору технологического оборудования с использованием метода «оггибающих регрессий»;

- актом использования полученных результатов в учебном процессе ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Результаты диссертационной работы также нашли применение при выполнении:

- государственного контракта «ОПК-4 – Анализ технологического уровня предприятий ОПК и разработка государственной политики в области технического перевооружения»,

- госбюджетной научно-исследовательской работой (НИР) по теме «АТ-ТМ-15-04-03/б – Исследование методов разработки критических технологий для технического перевооружения машиностроительного производства»,

- хозяйственного договора по выполнению НИР с ОАО «УМПО» по теме «АТ-ТМ-08-07-ХГ – Разработка методик и нормативов инновационного проектирования технического перевооружения производства заказчика».

Апробация работы и публикации. Основные научные результаты и выводы, полученные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на конференции РАН РФ (2006, Москва), на двух научных конференциях Академии наук РБ, на двух научно-технических конференциях ГОУ ВПО УГАТУ в Уфе, II открытой научно-технической конференции молодых специалистов, инженеров и техников ОАО УМПО в Уфе, 4-й Всероссийской зимней школе – семинаре аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники» в Уфе в 2009 г. Основные результаты диссертации нашли отражение в 12 публикациях, включая 6 научных статей в рецензируемых журналах из списка ВАК.

Структура и объем работы. Диссертационная работа включает введение, четыре главы, основные результаты и выводы, библиографический список из 108 наименований, приложения. Основное содержание работы изложено на 176 страницах машинописного текста, включая иллюстрации, таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, отмечается новизна и практическая ценность выносимых на защиту результатов.

В первой главе проведен анализ технологических укладов как объектов управления. В рамках волновой динамики развития промышленного производства исследованы: теория длинных волн Н.Д. Кондратьева, инновационные теории среднесрочных циклов развития (Й. Шумпетера, П. Самуэльсона, Г. Менша), основанные на выводах Н.Д. Кондратьева, и теория технологических укладов, сформулированная С. Глазьевым, Ю. Яковцем и др. авторами, согласно которой каждая из длинных экономических волн Н.Д. Кондратьева формирует свой технологический уклад. Исследованы процессы развития тех-

нологических укладов и проведен анализ существующих подходов к управлению их развитием.

Проведенный анализ источников научной информации показал, что в настоящее время в развитых странах основным приоритетом экономического роста становятся производства пятого технологического уклада, который формируется с 80-х гг. XX в. Пятый технологический уклад опирается на достижения в области микроэлектроники, новых видов энергии, материалов, спутниковой связи и т.п., в рамках этого доминирующего технологического уклада появились биотехнологии, геновая инженерия, технологии освоения космического пространства в мирных целях. На данный момент в развитых странах происходит зарождение шестого технологического уклада. Наиболее вероятными ключевыми факторами нового технологического уклада станут: биотехнологии; системы искусственного интеллекта; глобальные информационные сети и интегрированные высокоскоростные транспортные системы; получают широкое использование нанотехнологии. Из проведенного анализа видно, что ключевыми факторами развития всех без исключения технологических укладов являлось машино-, приборостроение и металлообработка. В работе рассмотрены основные причины отставания России от стран – технологических лидеров, т.е. лидеров научно-технического прогресса.

Анализ существующих подходов к управлению развитием технологических укладов показал, что на сегодняшний день отсутствует единый подход к управлению развитием технологических укладов, охватывающий все этапы жизненного цикла технологического уклада и осуществляемый на всех уровнях – от уровня государственного регулирования до уровня предприятия, а сводятся к проведению научно – исследовательских и опытно – конструкторских работ (НИОКР), управлению инновационными и инвестиционными проектами, программами, разработке модели смены технологических укладов.

Таким образом, поставлена задача разработки метода управления процессами смены технологических укладов для обеспечения интенсивного перехода к пятому технологическому укладу на основе обеспечения приоритетного развития машино- и приборостроительного производства РФ.

Во второй главе проведен анализ математических моделей производственных функций, влияющих на управление развитием технологических укладов, теоретическое обоснование метода управления развитием предшествующих современному технологических укладов, выявлены основные факторы для моделирования процесса развития современных технологических укладов.

Для системного анализа и исследования закономерностей переходных процессов, определения и разработки математических моделей процессов смены технологических укладов в данной диссертации использованы математические модели производственных функций. В работе проанализированы существующие математические модели производственных функций: Кобба–Дугласа, Л.Л. Терехова, В. Леонтьева, Джона Р. Хикса, П. Самуэльсона, Р. Солоу, Р. Харрода, П. Ромера, В.М. Глушкова и др., в результате чего эти математические модели классифицированы на основании критериев системного анализа.

В исследовании подробно проанализирована новейшая производственная функция модели инновационного экономического роста – трехсекторной математической модели П. Ромера. Из анализа модели П. Ромера видно, что она учитывает входные переменные, факторы внешней среды и параметры состояния анализируемой системы, но она не учитывает факторы государственного регулирования инновационной экономики, а изменения «человеческого капитала» учитывает только в исследовательском секторе трехсекторной системы.

В диссертации рассмотрен также подход В.А. Колемаева к анализу процессов смены технологических укладов на основе применения производственной функции Кобба–Дугласа. Недостатки названного подхода заключаются в следующем: не учитываются входные переменные производственной системы в виде инвестиций, инноваций и подготовки специалистов нового профиля для инновационной экономики, модель не рассматривает факторы внешней среды. Показано, что представленную математическую модель смены технологических укладов на базе функции Кобба–Дугласа можно использовать к анализу перехода от третьего к четвертому технологическим укладам, поскольку рассматриваемая производственная функция не учитывает научно-технический прогресс (НТП), что для современного этапа управления развитием инновационной экономики, смены технологических укладов является неприемлемым.

Проведенный анализ позволил выявить основные факторы, необходимые для моделирования процесса развития современных технологических укладов, к которым относятся: основные производственные фонды, численность населения, занятого в экономике, высокопрофессиональная рабочая сила, имеющая высшее профессиональное образования, овеществленный НТП.

Таким образом, обобщенными критериями для описания переходного процесса от 4-го к 5-му и (или) от 5-го к 6-му технологическим укладам при разработке математической модели на основе проведенного анализа, в соответствии с исследованными типами математических моделей производственных функций, являются:

1) соответствие математической модели производственной функции системотехнической концепции;

2) применение эмпирического критерия истинности (соответствия знаний экспериментальным данным) путем анализа закономерностей и зависимостей формирования 5-го технологического уклада на основе статистических данных;

3) учет НТП, в том числе эндогенного НТП в системе профессионального образования – инновационной подготовки высокопрофессиональной рабочей силы на основе вложений в «человеческий капитал».

В связи со сказанным, становится очевидной проблема применения современного системного анализа в целях управления процессом смены технологических укладов (4 ► 5 и/или 5 ► 6) на основе математического моделирования с использованием производственных функций, учитывающих факторы научно-технического прогресса.

В третьей главе решается задача описания процесса смены технологического уклада путем математического моделирования в условиях интенсифика-

ции НТП в целях переходного процесса к пятому технологическому укладу. Для этого предложена новая концептуальная модель управления процессами технологического развития производства, которую отличает от известной трехсекторной модели П. Ромера исследование на основе применения аperiodического закона переходного процесса и наличие пяти компонентов вместо трех у П. Ромера: одного в виде блока регулирования НТП и четырех в виде объектов управления (рис. 1).

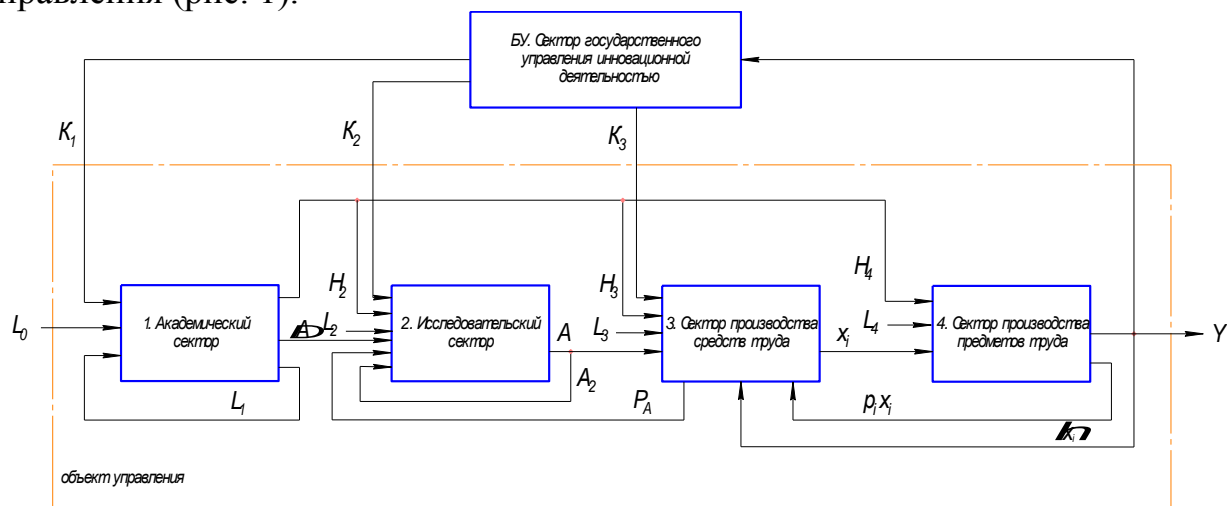


Рисунок 1 – Блок-схема модели инновационного развития производства:

L_0 – численность населения, поступившего в академический сектор; L_n – численность населения n -го сектора, не имеющего высшего образования; H_n – высокопрофессиональная рабочая сила («человеческий капитал») n -го сектора; K_n – объем основных фондов n -го сектора, выделенных государством; A – запас знания; A_2 – прирост знания; ΔA – новые знания, сформированные академическим сектором; x_i – средства производства, используемые организациями для выпуска конечной продукции; P_A – плата за создание новых технологий в исследовательском секторе; p_i – арендная плата за оборудование, предоставляемое заинтересованным организациям; η – количество конечной продукции, расходуемой на выпуск одной единицы производственного оборудования; Y – выходная переменная (валовой внутренний продукт, национальный доход)

Согласно рис. 1 новая концептуальная модель, в отличие от модели П. Ромера, включает академический сектор и сектор государственного управления инновационной деятельностью, актуальность которого подтверждается Концепцией долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р.

Таким образом, предложенная на рис. 1 концептуальная модель не противоречит основным направлениям инновационной политики государства и позволяет: исследовать переходные процессы смены технологических укладов в обеспечение управления научно-техническим прогрессом в условиях формирования инновационной экономики; построить систему управления научно-технологической подготовкой технического перевооружения машиностроительного производства.

Для исследования переходных процессов смены технологических укладов, на основании изложенных предпосылок, в данной работе с учетом приведенных во второй главе обобщенных критериев описания процесса смены технологических укладов предложена производственная функция (1), основанная на модификации функции Р. Солоу и исследованиях П. Ромера, Г. Манкива и Д. Вейла¹, которая дополнительно учитывает инвестиции в основные производственные фонды и «человеческий капитал».

$$F(K, H, A(t), L) = K^\alpha H^\beta A e^{jt} L^{1-\alpha-\beta}, \quad (1)$$

где K – объем основных фондов; L – число занятых людей; H – функция изменения состава высокопрофессиональной рабочей силы с учетом вложений в «человеческий капитал» за счет формирования систем профессионального образования, основанных на инновационных образовательных технологиях и креативной педагогике; α – коэффициент эластичности производства по K ; β – коэффициент эластичности производства по H ; α и β отражают роль названных факторов в приросте конечного продукта; $A(t) = A e^{jt}$ – функция, отражающая влияние НТП на эффективность ресурса (ресурсов); A – константа по объекту анализа (коэффициент эффективности производства); j – вклад НТП; t – текущее время.

Функцию изменения «человеческого капитала» можно представить в виде

$$H = e^{\phi(t)} L, \quad \phi(t) = b + qt, \quad (2)$$

где $e^{\phi(t)}$ – функция, учитывающая эффективность единицы рабочей силы, имеющей профессиональное образование, с учетом соотношения численности высокопрофессиональной рабочей силы и общей численности занятых в экономике, b и q – эмпирические константы.

Функцию $\phi(t)$ можно описать с помощью линейной зависимости (2). Данный выбор типа функции в виде линейной зависимости обоснован статистическими данными Госкомстата России.

На основе производственной функции (1) разработаны математические модели описания процесса смены технологических укладов, где инвестиции в смену технологических укладов можно осуществить в отношении трех этапов: накоплений, отдачи накоплений и завершения переходного процесса к новому технологическому укладу.

Первый этап – это этап накоплений ($0 < t < \tau_1$). Здесь τ_1 – продолжительность 1-го этапа. В этих условиях действует преимущественно старый способ производства – предшествующего технологического уклада. Накопления происходят за счет сокращения удельного потребления в старом технологическом укладе до минимально допустимого уровня c_{\min} , отдачи от вложений в новый способ еще нет.

Второй этап – это этап отдачи накоплений ($\tau_1 < t < \tau_2$), где τ_2 – продолжительность первого и второго этапов.

¹ Лукашин Ю., Рахлина Л. Производственные функции в анализе мировой экономики // Мировая экономика и международные отношения. 2004. №1. С. 17–27.

$$L_1(t) = \frac{(c_0 - c_{\min}) L_0}{k} e^{R(e^{\gamma t} - e^{\gamma \tau_1}) - \mu(t - \tau_1)} \int_{\tau_1}^t e^{\mu \xi - R e^{\gamma \xi}} d\xi, \quad (3)$$

где

$$R = \frac{p(1-a)A^{1-\alpha-\beta} k^{\alpha-1} e^{\beta b}}{\beta q + j(1-\alpha-\beta)}, \quad \gamma = \beta q + j(1-\alpha-\beta), \quad (4)$$

c_0 – удельное потребление на начало процесса смены технологического уклада; L_0 – число занятых людей в предшествующем технологическом укладе; $L_1(t)$ – функция изменения числа занятых людей в новом технологическом укладе на втором этапе; k – фондовооруженность нового технологического уклада; μ – доля выбывших за год основных производственных фондов предшествующего технологического уклада; a – коэффициент прямых затрат (доля промежуточного продукта в валовом выпуске); p – норма накопления (доля валовых инвестиций во внутренний валовой продукт).

При $t = \tau_2$ уравнение (3) примет вид:

$$L_1(\tau_2) = \frac{(c_0 - c_{\min}) L_0}{k} e^{R(e^{\gamma \tau_2} - e^{\gamma \tau_1}) - \mu(\tau_2 - \tau_1)} \int_{\tau_1}^{\tau_2} e^{\mu \xi - R e^{\gamma \xi}} d\xi, \quad (5)$$

Третий этап – этап завершения переходного процесса ($\tau_2 < t < T$)

$$L_2(t) = L_2(\tau_2) e^{R(e^{\gamma t} - e^{\gamma \tau_2}) + \mu(\tau_2 - t)}, \quad (6)$$

где $L_2(\tau_2) = L_1(\tau_2)$ находится по уравнению (5); $L_2(t)$ – функция изменения числа занятых людей в новом технологическом укладе на третьем этапе.

Момент окончания переходного процесса T происходит, когда трудовые ресурсы полностью переведены из старого в новый технологический уклад, и определяется из уравнения (7)

$$R(e^{\gamma T} - e^{\gamma \tau_2}) = \ln\left(\frac{L_0}{L_2(\tau_2)}\right) - \mu(\tau_2 - T). \quad (7)$$

В исследовании моделирование переходного процесса осуществлено на основе анализа трудовых ресурсов. Аналогично можно разработать модель описания переходного процесса на базе анализа инвестиций.

На основании предложенных математических моделей (3) ÷ (7) смены технологических укладов в исследовании разработан программно-методический комплекс на базе системы *MATLAB 7.0.1* "Расчет и моделирование процесса смены технологических укладов". С помощью разработанного программно-методического комплекса можно определить продолжительность переходного процесса в целом и по этапам, построить графическую модель переходного процесса смены технологического уклада (рис. 2), моделировать переходный процесс за счет изменения параметров и определить какой из них оказывает наибольшее влияние на переходный процесс при заданных условиях.

Для исключения площадки стагнации и деградации уклада в его жизненном цикле развития и ограничения, тем самым, непрерывного развития НТП (инновационной экономики) из-за непринятия мер по своевременному началу

управления развитием $(i+1)$ технологического уклада необходимо, чтобы 6-й технологический уклад начал зарождаться на третьем этапе переходного процесса развития пятого технологического уклада (в процессе технического перевооружения предприятий 5-го технологического уклада). В исследовании проведено моделирование переходного процесса смены технологических укладов с помощью разработанного программно-методического комплекса по всем входящим в производственную функцию (1) величинам. На основе официальных статистических данных по РФ и РБ исследованы закономерности и зависимости формирования пятого технологического уклада, на основании чего можно сделать вывод о необходимости изменения научно-технической (инновационной и инвестиционной) политики в РБ и РФ для перехода к управлению по аperiodическому закону расширенного воспроизводства в обеспечение конкурентоспособности обрабатывающих, а не сырьевых отраслей промышленности.

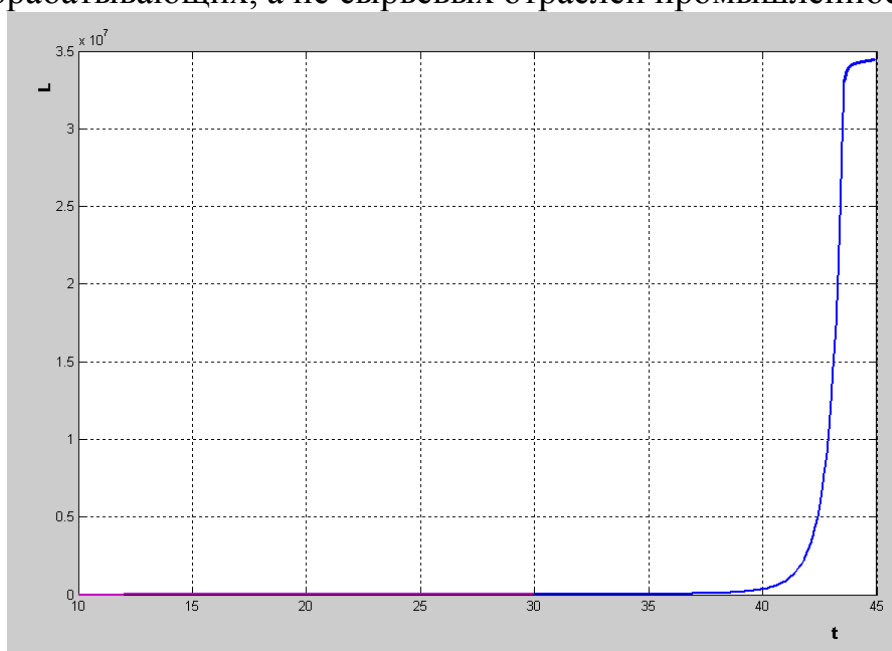


Рисунок 2 – Графическое представление аperiodического закона переходного процесса смены технологических укладов 4→5

На основании статистических данных Госкомстата России в работе приведены числовые данные для исследования переходного процесса к пятому технологическому укладу на основе разработанных моделей описания переходного процесса смены технологических укладов. При построении производственной функции (1) параметры A , α , β оценены с помощью регрессионного анализа по методу наименьших квадратов. Также определены числовые значения параметров, входящих в функцию «человеческого капитала» H (2). Проведена проверка адекватности модели изменения «человеческого капитала» H (2) по F -критерию Фишера и t -критерию Стьюдента, а также разработанных моделей описания переходного процесса смены технологических укладов.

В четвертой главе разработана система научно-технологической подготовки технического перевооружения производства с целью управления переходным процессом смены технологических укладов, согласно представленной во второй главе математической модели описания переходного процесса смены

технологических укладов зависимостями (3)÷(7) и проведенного статистического анализа. В исследовании разработана новая система управления техническим развитием производства, которая в данной диссертации представлена в приложении к ОПК Министерства промышленности и торговли РФ на основе связанной, многоуровневой системы управления.

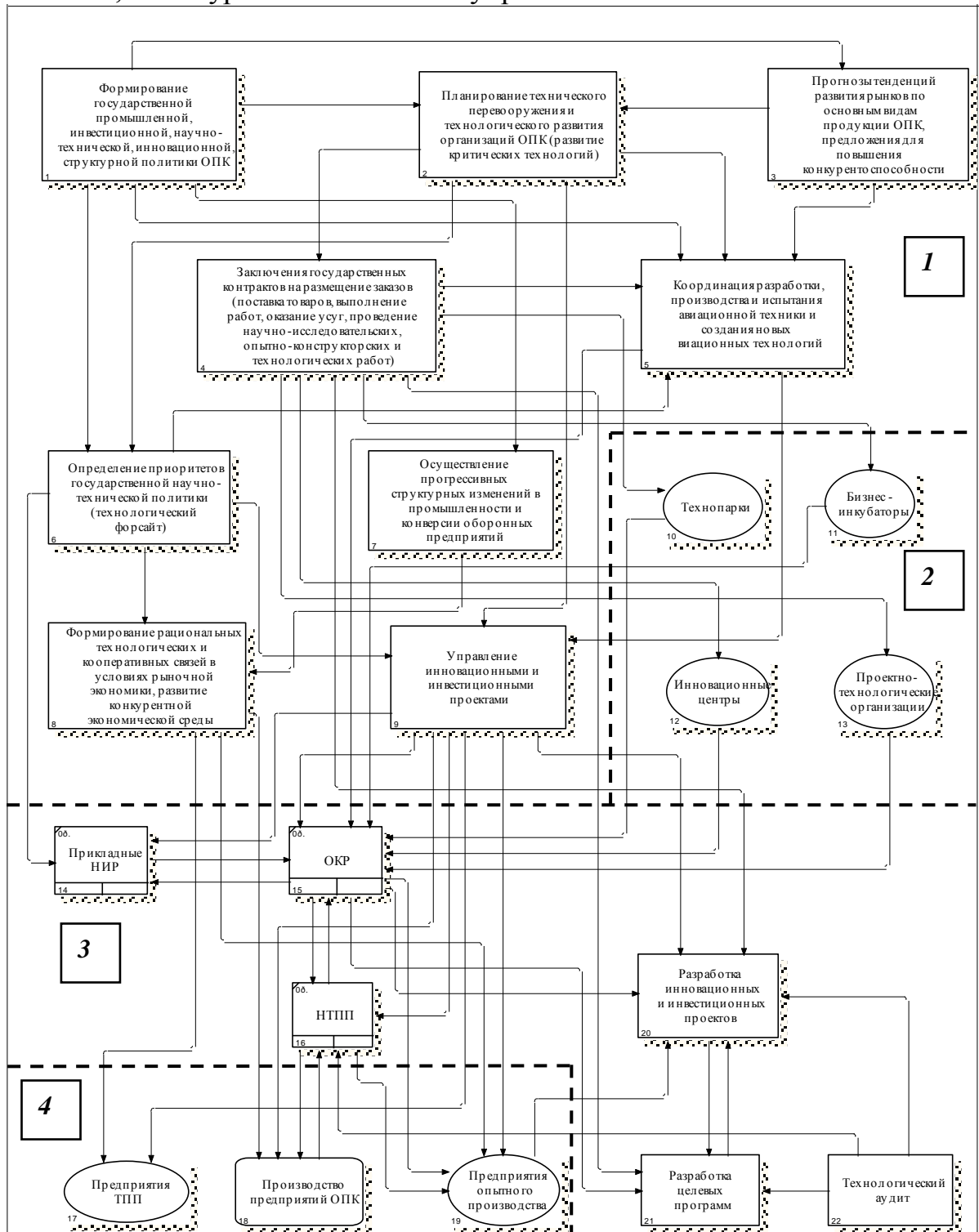
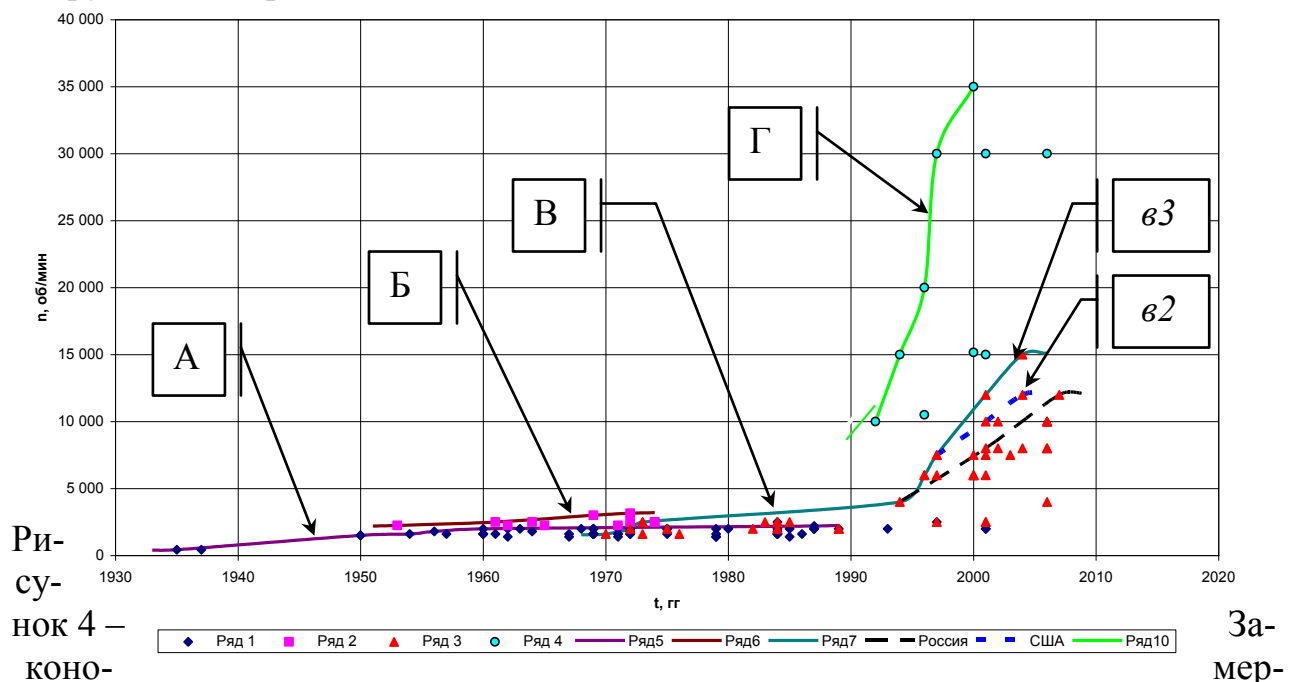


Рисунок 3 – Блок-схема функций научно-технологической подготовки производства в системе ОПК: 1 – организация и управления научно-технологической подготовкой; 2 – разработка критических технологий; 3 – разработка базовых, узловых и единых технологий; 4 – инновация высоких технологий на предприятиях

В системе управления техническим развитием производства также выделены: уровень учреждений (организаций) инновационной инфраструктуры; специализированные организации поддержки и обслуживания предприятий ОПК; уровень программно-целевого управления технологической подготовкой производства. Объектом управления выступает система технологий в рамках: предприятия, производственного корпуса, цеха, участка, отделения, гибкой производственной системы, автоматической линии и т. п. На основании вышеизложенного, разработана блок-схема функций системы управления техническим развитием машиностроительного производства для обеспечения переходного процесса смены технологического уклада. Данная система включает подсистемы подготовки производства: организационную, конструкторскую, оперативную технологическую и перспективную научно-технологическую. Поэтому из данной системы можно выделить блок-схему функций научно-технологической подготовкой производства в системе ОПК (рис. 3).

Для насыщения производства оборудованием нового технологического уклада в рамках новой системы научно-технологической подготовки производства разработан метод технологического форсайта и исследованы закономерности смены поколений станков для технического перевооружения машиностроительного производства. В диссертации в качестве примеров рассмотрены основные инновационные закономерности смены поколений металлорежущего оборудования (рис. 4).



ность смены поколений вертикально-фрезерных консольных станков:

А (ряд 5) – универсальные станки и станки с позиционной СЧПУ, работающие преимущественно по силовой схеме резания; Б (ряд 6) – быстроходные универсальные станки; В (ряд 7) – станки с контурной СЧПУ, работающие по скоростной схеме резания, и обрабатывающие центры; Г (ряд 4) – мехатронные станки нового поколения для высокоскоростного фрезерования; *в1* – станки, разработанные в России, *в2* – США и *в3* – Германии

В исследовании для описания смены поколений станков предложен «метод огибающих регрессий», согласно которому огибающая кривая проходит не через усредненные значения всего эмпирического поля точек, как в типовых случаях регрессионного анализа, а только через точки, соответствующие появлению первых моделей станков каждого ряда.

Таким образом, предложенный метод выбора технологического оборудования и закономерности смены поколений станков позволяют констатировать, что в настоящее время осуществляется переход к поколению мехатронных станков высокоскоростной обработки, которые составляют ядро пятого технологического уклада.

Полученные эмпирические функции (рис. 4) имеют следующий вид

$$\text{Ряд А: } n_A = 780 \arctg(t - 1952) + 1600, \text{ об/мин} \quad (8)$$

$$\text{Ряд Б: } n_B = 840 \arctg(t - 1963) + 2700, \text{ об/мин} \quad (9)$$

$$\text{Ряд В: } n_V = 4300 \arctg(t - 1997) + 4100, \text{ об/мин} \quad (10)$$

$$\text{Ряд Г: } n_G = 1200 \arctg(t - 1996) + 20000, \text{ об/мин} \quad (11)$$

В соответствии с представленной блок-схемой функций научно-технологической подготовки технического перевооружения машиностроительного производства (рис. 3) кроме метода технологического форсайта в диссертации разработан проект целевой программы технического перевооружения машиностроительного предприятия на примере ОАО «УМПО».

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1) Установлено, что процессы развития современного производства на основе его технологического перевооружения определяются закономерностями динамики смены технологических укладов. Математическое моделирование процессов смены технологических укладов целесообразно осуществлять на основе моделей производственных функций. Для математического моделирования переходного процесса от 4-го к 5-му технологическому укладу целесообразно использовать модели производственных функций, которые одновременно учитывают и инвестиции в основные производственные фонды и «человеческий капитал», что принципиально важно для современного этапа развития технологических укладов, технологий и производств передовых стран с инновационной экономикой.

2) Разработаны *критерии* системного анализа и новые *математические модели* смены технологических укладов для перехода от 4-го к 5-му или от 5-го к 6-му технологическим укладам *на основе* математической модели производственной функции, которая учитывает как технико-экономические (инвестиции, капитал, научно-технический прогресс, инновационное проектирование), так и факторы инновационной подготовки специалистов и «человеческий капитал». Предложенная новая *концептуальная модель* управления процессами технологического развития производства, которая в *отличие* от трехсекторной модели П. Ромера, включает пять блоков: блок регулирования и четыре блока в виде объектов управления, *позволяет* исследовать переходные процессы смены технологических укладов в обеспечение управления научно-техническим прогрессом в условиях формирования инновационной экономики, а также постро-

ить систему управления научно-технологической подготовкой технического перевооружения машиностроительного производства.

3) На основании предложенных математических моделей смены технологических укладов разработан *программно-методический комплекс* на базе системы *MATLAB 7.0.1*. "Расчет и моделирование процесса смены технологических укладов", позволяющий *определить* не только продолжительность переходного процесса смены технологических укладов, но и моделировать данный процесс с целью повышения эффективности управления переходным процессом смены технологических укладов.

4) Разработанная на основе анализа данных машиностроительных предприятий оборонно-промышленного комплекса связанная, многоуровневая *блок-схема функций* системы управления техническим развитием машиностроительного производства и выделенная из нее блок-схема функций научно-технологической подготовки технического перевооружения машиностроительного производства *обеспечивает* внезаводскую подсистему технологической подготовки производства и управление процессами смены технологических укладов на предприятиях.

5) Для разработки инновационных проектов технического перевооружения производственных подразделений предприятий в рамках системы научно-технологической подготовки разработан *метод* технологического форсайта для выбора необходимого технологического оборудования, который получил название «метода огибающих регрессий».

6) Разработанная блок-схема функций научно-технологической подготовки машиностроительного производства обеспечивает управление проектами технического развития производства для смены технологических укладов путем проектирования целевых программ технологической подготовки технического перевооружения машиностроительных предприятий. Разработанный в этом плане *проект* целевой программы для ОАО "УМПО" показывает реальные возможности смены технологических укладов в рамках промышленного предприятия с целью постановки на производство авиационной техники новых поколений и повышения эффективности использования производственных мощностей.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИСЕРТАЦИИ

В рецензируемых журналах из списка ВАК

1. Математические модели смены технологических укладов средствами критических технологий / С.Г. Селиванов, А.А. Нургалиев, О.Ю. Паньшина, А.Н. Петров // Вестник УГАТУ : науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. 2005. Т. 6, № 2 (13). С. 91–101.

2. Математическое моделирование процесса смены технологических укладов и разработка системы научно-технической подготовки производства / С.Г. Селиванов, О.Ю. Паньшина // Там же. 2006. Т. 7, № 2 (15). С. 10–19.

3. Программная реализация математических моделей процесса смены технологических укладов в промышленности / С.Г. Селиванов, О.Ю. Паньши-

на // Там же. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. 2007. Т. 9, № 2 (20). С. 138–144.

***В рецензируемых журналах из списка ВАК
(по смежным специальностям)***

4. Математическое моделирование процесса смены технологических укладов в инноватике / С.Г. Селиванов, О.Ю. Паньшина // Инновации. 2006. № 4 (91). С. 46–49.

5. Разработка системы научно-технологической подготовки машиностроительного производства в условиях смены технологических укладов / С.Г. Селиванов, О.Ю. Паньшина // Вестник УГАТУ : науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. Сер. Машиностроение, энергетика, электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. 2008. Т. 10, № 1 (26). С. 131–141.

6. Метод выбора технологического оборудования в инновационных проектах технического перевооружения механических цехов / О.Ю. Паньшина // Там же. Сер. Машиностроение, энергетика, электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. 2009. Т. 12, № 2 (31). С. 117–123.

В прочих изданиях

7. Математическое моделирование процесса смены технологических укладов / С.Г. Селиванов, О.Ю. Паньшина // Проблемы машиноведения и критических технологий в машиностроительном комплексе Республики Башкортостан : сб. науч. тр. Уфа : Гилем, 2005. С. 213–223.

8. Математическое моделирование переходного процесса смены технологических укладов в MATLAB 7.0.1 / О.Ю. Паньшина // Там же. 2006. С. 196–206.

9. Дидактические принципы и научные закономерности креативной педагогики в технических университетах / С.Г. Селиванов, О.Ю. Паньшина // Актуальные проблемы качества образования и пути их решения : XVI всерос. науч.-метод. конф. Уфа–Москва : УГАТУ, 2006. С. 39–42.

10. Проектирование инновационных образовательных технологий для технических университетов / С.Г. Селиванов, Н.К. Криони, О.Ю. Паньшина // Приоритетные национальные проекты: первые итоги и перспективы реализации: сб. науч. работ / Под ред. Ю.С. Пивоварова [и др.]. М. : ИНИОН РАН, 2007. С. 99–103.

11. Математическое моделирование переходного процесса смены четвертого и пятого технологических укладов / О.Ю. Паньшина // Проблемы машиноведения, технологии и автоматизации технологических процессов в машиностроении Республики Башкортостан : сб. науч. тр. Уфа : Гилем, 2007. С. 146–149.

12. Моделирование смены технологического уклада / О.Ю. Паньшина // Актуальные проблемы в науке и технике. Т. 2. Машиностроение, приборостроение, экономика и гуманитарные науки : сб. тр. 4-й всерос. зимн. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых. Уфа : Диалог, 2009. С. 296–300.

г, тыс. чел.	
80 000	
50 000	

ПАНЬШИНА Ольга Юрьевна

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ
УПРАВЛЕНИЯ СМЕНОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДОВ
В МАШИНОСТРОЕНИИ

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление
и обработка информации (в промышленности)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано к печати 17.09.09 Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр.-отт. 1,0. Уч.-изд. л. 0,8.
Тираж 100 экз. Заказ № 465

Уфимский государственный авиационный технический университет
Центр оперативной полиграфии УГАТУ
450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12