

Михайлова Надежда Александровна

**МЕХАНИЗМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ТРУДОЕМКОСТИ СЕРИЙНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГТД
НА ЭТАПЕ АВАНПРОЕКТА**

Специальность 08.00.05
«ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ»
Специализация
«Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами
(в промышленности)»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации
на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Диссертационная работа выполнена на кафедре «Экономика, менеджмент и экономические информационные системы» ГОУ ВПО «Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П.А. Соловьева»

Научный руководитель: к.т.н., доцент **Э.А. Михайлова**.

Официальные оппоненты: д.э.н., профессор **И.Н. Омельченко**;
к.э.н., доцент **Ю.А. Теплов**.

Ведущая организация: ФГУП «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова» (ЦИАМ им. П.И. Баранова)

Защита диссертации состоится 20 октября 2010 г. на заседании диссертационного совета **Д 212.125.06 при Московском авиационном институте (государственном техническом университете)** в зале заседаний Ученого совета ИНЖЭКИН (корпус № 5).

Адрес места проведения заседания диссертационного совета: **Российская Федерация, Москва, Волоколамское шоссе, 4.**

С диссертацией можно ознакомиться в **библиотеке МАИ**.

Диссертационный совет обращается к Вам с просьбой принять непосредственное участие в обсуждении диссертации или прислать в адрес диссертационного совета свой отзыв в двух экземплярах, заверенный печатью Вашей организации.

Почтовый адрес диссертационного совета: Российская Федерация, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4.

Предварительный заказ пропусков на заседание диссертационного совета:
по телефону: (+7+499) 158-58-62 / 158-42-69 / 158-42-85;
по телефаксу: (+7+499) 158-19-53.

Автореферат разослан ____ сентября 2010 г.

*Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.125.06,
к.э.н., доцент*

К.Б. Доброва

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Общая оценка сложившейся проблемной управленческой ситуации. Переход экономики России в 90-х годах 20 века к рыночным отношениям обострил неготовность предприятий, в том числе наукоемких отраслей промышленности, к современным условиям и жесткой конкуренции со стороны развитых западных компаний. Условия, в которых современные предприятия осваивают новые виды продукции, коренным образом отличаются от существовавших ранее, когда в стране действовала единая отраслевая система управления производством.

До 90-х годов 20 века предприятия, занятые научно-технической деятельностью, были востребованы, в первую очередь, военными ведомствами бывшего СССР и обеспечены постоянным госзаказом на выпускаемую продукцию. Внедрение и освоение новых видов авиационной продукции было обеспечено достаточным финансированием на всех этапах работ, необходимым сырьем и комплектующими изделиями, гарантирована реализация и безубыточность, что позволяло предприятию осваивать новую продукцию в стабильных условиях.

В связи с тем, что продукция предприятий выпускалась для государственного заказчика, для которого, в первую очередь, были важны технические характеристики продукции и сроки ее создания, внутренняя политика в области обеспечения экономической целесообразности создания новой техники и технологий практически отсутствовала. Так, плановая величина трудоемкости устанавливалась централизованными государственными органами, ими же выделялись средства, обеспечивавшие организационно-технические условия для достижения установленной трудоемкости.

Последствием реформирования военно-промышленного комплекса явилось сокращение объемов государственного оборонного заказа и недостаток средств, выделяемых авиационным предприятиям. В результате предприятия отрасли потеряли свои позиции на рынке или прекратили существование.

В настоящее время экономические задачи планирования и организации производства газотурбинных двигателей (ГТД) связаны с необходимостью управления себестоимостью производства для обеспечения коммерческой эффективности ГТД: требуется обеспечить наилучшие эксплуатационные характеристики при минимальных затратах и значительном сокращении сроков освоения новых ГТД в производстве.

Коммерческая эффективность и конкурентоспособность ГТД может быть достигнута исключительно через жесткий отбор создаваемой продукции, обеспечение экономичности и эффективности производства, способного быстро реагировать на запросы рынка и технологические нововведения.

Актуальность диссертационного исследования. Одной из главных задач управления себестоимостью ГТД является обоснование трудоемкости его изготовления.

Трудоемкость изготовления ГТД закладывается на этапе разработки конструкторской документации под типовые технологические процессы предприятия, обеспечивающие требуемое качество и надежность ГТД.

Технический облик ГТД и технико-экономическое обоснование концепции создания двигателя выполняется на этапе технического предложения (аванпроекта). Кроме того, на этапе проектирования в значительной степени возможна корректировка себестоимости ГТД. На данный этап обычно приходится 10% затрат на создание ГТД, но он влияет на 70% себестоимости изделия. Таким образом, основные решения, определяющие затраты двигателя, принимаются на этапе аванпроекта.

Методика расчета трудоемкости в машиностроении подробно изложена в литературе, где исследованы методы нормирования трудозатрат, основные нормативные данные, организация нормативных работ на предприятиях машиностроения. Наиболее полно эти вопросы представлены в работах А.Д. Гальцова, А.К. Гастева,

Б.М. Генкина, И.Е. Нелидова, С.С. Новожилова, Г.А. Пруденского, Н.А. Сафронова, Р.П. Миусковой, Н.В. Комаровой и других исследователей.

Большой вклад в развитие методов расчета трудоемкости ГТД внесли исследователи Центрального института авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (ЦИАМ). Коллективом авторов: А.В. Ждановский, О.Н. Брюнина, А.А. Морозов, И.Ф. Сливак, Н.Я. Ткачук, Л.В. Белова, – предложены математические модели для расчета трудоемкости изготовления деталей и ГТД в целом.

Вместе с тем, существующие в отрасли методы прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД не могут быть использованы на ранних стадиях проектирования, так как математические модели не отражают многовариантность технологических решений, построены для среднеотраслевого уровня технологии и включают параметры, известные лишь на последних этапах проектирования.

Кроме того, динамика ограничивающих факторов (себестоимость ГТД, прочие элементы структуры затрат, стоимость нормо-часа) и их состав подвергаются изменениям. Поэтому вопрос прогнозирования трудоемкости является нетривиальным и служит основой для достижения конкурентоспособности двигателя.

В связи с этим необходима разработка нового механизма, позволяющего по ограниченной конструкторской и технологической информации о ГТД своевременно и оперативно определять его трудоемкость и себестоимость до начала выпуска технологической документации, то есть на ранних этапах проектирования (этапе аванпроекта), с достаточной для практики точностью. Это позволит обосновать цену контракта на поставку ГТД с учетом себестоимости его производства.

Вышеизложенное определяет **актуальность** темы исследования.

Объектом исследования является одно из ведущих предприятий газотурбинного двигателестроения. **Предметом исследования** является механизм прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД.

Цель диссертационного исследования. Целью выполненной диссертационной работы является разработка механизма прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта. Механизм основан на математических моделях трудоемкости изготовления типовых деталей и узлов ГТД (обобщенных в сборнике материалов под названием «Атлас») и позволяет обеспечить конкурентоспособность ГТД.

Задачи диссертационного исследования. Для достижения указанной цели сформулирован и решен комплекс научно-прикладных задач следующего состава:

1) обобщение существующего теоретического и практического опыта прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД;

2) разработка методики прогнозирования лимитной трудоемкости изготовления ГТД на этапе аванпроекта в текущих условиях хозяйствования предприятия с учетом передового уровня технологий предприятий-конкурентов;

3) разработка метода решения обратной задачи прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД;

4) уточнение закономерности изменения трудоемкости изготовления ГТД в процессе его освоения в серийном производстве;

5) разработка базы данных (Атласа), обобщающей модели трудоемкости изготовления типовых деталей ГТД, а также алгоритма использования Атласа при прогнозировании трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта;

6) апробация разработанного Атласа при технико-экономическом обосновании модернизации компрессора высокого давления (КВД);

7) разработка организационно-управленческих решений для реализации механизма прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД.

Научный аппарат диссертационного исследования. В качестве научной базы для исследования выступили: микроэкономика, современные аналитические методы, математическая статистика, позволившие в комплексе решить задачи разработки и производства ГТД с прогнозируемой трудоемкостью в виде необходимых

лимитов трудоемкости, которые требуется достичь технологическими и организационными мероприятиями с целью обеспечения конкурентоспособности ГТД.

В рамках диссертационного исследования автором проанализированы и обобщены нормативные материалы, стандарты и труды ученых по вопросам трудоемкости изготовления ГТД. Рассмотрен действующий механизм оценки трудоемкости на предприятиях газотурбинного двигателестроения (на примере ОАО «НПО «Сатурн» и Snecma Moteurs).

Результаты диссертационного исследования. Итогом выполнения диссертационного исследования являются полученные и обобщенные результаты решения задач, указанных выше. Продуктом, разработанным в рамках диссертационной работы, является механизм прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта. В состав полученных и вынесенных на защиту научных результатов включены:

1) критическое обобщение существующего теоретического и практического опыта прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД;

2) методика прогнозирования лимитной трудоемкости изготовления ГТД на этапе аванпроекта в текущих условиях хозяйствования предприятия с учетом передового уровня технологий предприятий-конкурентов;

3) постановка и метод решения обратной задачи прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД. Задача сводится к определению проектных параметров технологического процесса, которые можно обеспечить для i -го ГТД в производстве с трудоемкостью T_i при достигнутом технологическом уровне развития производственных мощностей предприятия-изготовителя;

4) уточненная закономерность изменения трудоемкости изготовления ГТД в процессе его освоения в серийном производстве;

5) база данных (Атлас), обобщающая модели трудоемкости изготовления типовых деталей ГТД, и алгоритм использования Атласа при прогнозировании трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта;

6) доказательство возможности применения разработанного Атласа при технико-экономическом обосновании модернизации компрессора высокого давления (КВД);

7) организационно-управленческие решения для реализации механизма прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД.

Научная новизна результатов диссертационного исследования в целом заключается в разработке механизма прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта, учитывающего особенности авиационной промышленности и отвечающего требованиям современных рыночных условий.

Научная новизна диссертационного исследования *в разрезе научных результатов* заключается:

1) в выделении концептуальных недостатков существующих подходов и инструментов прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД в условиях ограниченной информации о конструкции на этапе аванпроекта;

2) в разработке методики прогнозирования лимитной трудоемкости изготовления ГТД на этапе аванпроекта в текущих условиях хозяйствования предприятия с одновременным учетом передового уровня развития технологий предприятий-конкурентов;

3) в разработке метода поиска технологической цепочки, характеризуемой комплексом варьируемых параметров, для обеспечения целевой трудоемкости ГТД в производстве;

4) в уточнении закономерности изменения трудоемкости серийного изготовления освоенных и планируемых к выпуску ГТД путем модернизации известной зависимости;

5) в разработке современной базы данных (Атласа), которая может быть использована для прогнозирования трудоемкости изготовления типовых деталей ГТД на этапе аванпроекта, а также в разработке алгоритма применения Атласа;

6) в научно-практическом доказательстве целесообразности применения разработанного Атласа;

7) в разработке организационно-управленческих решений, обеспечивающих реализуемость механизма прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД.

Достоверность результатов диссертационного исследования обусловлена посредством корректного использования приемлемо полных и достоверных исходных данных, проведением предварительного анализа многочисленных теоретических и практических исследований и разработок авторитетных ученых, обоснованностью исходных предположений и гипотез, корректным применением методов обработки эмпирических данных, близостью результатов применения разработанных математических моделей фактическим данным (в ходе апробации результатов исследования на действующем авиационном предприятии).

Практическая ценность исследования заключается в возможности использования научных результатов работы на машиностроительных предприятиях. Предложенный механизм, основанный на разработанных и обобщенных в Атласе математических моделях трудоемкости, позволяет на этапе аванпроекта спрогнозировать трудоемкость проектируемого ГТД и, при необходимости, в ходе функционально-анализа (ФСА) довести ее до заданного лимита, предупреждая возникновение убыточных решений на стадии проектирования. Таким образом, обеспечивается конкурентоспособность проектируемого ГТД. Для реализации предложенного механизма разработаны организационно-управленческие решения.

Апробация результатов диссертационного исследования осуществлялась на следующих конференциях:

– X, XI, XII Международный Конгресс двигателестроителей, ХАИ, г. Харьков, 2005, 2006, 2007;

– Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов «Проблемы создания перспективных авиационных двигателей», ЦИАМ, г. Москва, 2005;

– IX Международная научно-техническая конференция «Кибернетика и высокие технологии XXI века», Воронежский государственный университет, г. Воронеж, 2008.

Полностью работа обсуждалась на научных семинарах кафедры ЭМиЭС (РГАТА) и кафедры производственного менеджмента и маркетинга (ИНЖЭКИН).

Внедрение результатов диссертационного исследования. Разработанный механизм прогнозирования трудоемкости серийного изготовления деталей и узлов ГТД, основанный на использовании Атласа, апробирован в ОАО «НПО «Сатурн» при решении задач управления себестоимостью газотурбинной техники. Наряду с этим разработаны и обобщены нормативные материалы для расчета обоснованных затрат труда по типовым технологическим процессам изготовления ГТД с учетом характера и условий труда в ОАО «НПО «Сатурн». Получен акт о внедрении в ОАО «НПО «Сатурн» результатов диссертационного исследования.

Авторские публикации по результатам диссертационного исследования. По теме диссертационного исследования опубликовано 8 печатных работ общим объемом 2,46 п.л. (в том числе 1,34 п.л. авторских), включая 3 статьи в рекомендованных ВАК изданиях объемом 0,84 п.л. (в том числе 0,53 п.л. авторских).

Поглавная аннотация. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

В **главе 1** обоснована актуальность прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД в условиях острой информационной недостаточности на этапе аванпроекта и необходимость разработки нового механизма прогнозирования. Определены особенности прогнозирования трудоемкости изготовления деталей ГТД.

Обобщены подходы к вопросам прогнозирования трудоемкости, а также выполнен критический анализ автоматизированных систем, используемых для расчета трудоемкости.

В **главе 2** раскрыта сущность разработанного механизма прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта. Детально разработаны следующие составляющие механизма:

1) методика определения лимитной трудоемкости серийного изготовления ГТД в текущих условиях хозяйствования предприятия с учетом достигнутого передового уровня технологий предприятий-конкурентов;

2) метод определения проектных параметров технологического процесса, которые можно обеспечить для i -го ГТД в производстве с трудоемкостью T_i при достигнутом технологическом уровне развития производственных мощностей предприятия-изготовителя;

3) методика прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД в зависимости от его порядкового номера в серийном производстве и особенностей технологического процесса;

4) база данных (Атлас), обобщающая модели трудоемкости изготовления типовых деталей ГТД, и алгоритм использования Атласа при прогнозировании трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта.

В **главе 3** в соответствии с предложенным механизмом описан метод разработки базы данных (Атласа), обобщающей математические модели трудоемкости серийного изготовления деталей и узлов ГТД. Выполнен анализ точности разработанных моделей и апробация механизма. Разработаны организационно-управленческие решения для внедрения механизма прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД.

В **заключении** изложены основные констатации, выводы и рекомендации, вытекающие из проведенного исследования.

В **списке использованных** источников перечислены информационные источники, задействованные при проведении исследования.

В **приложениях** представлены разработанные листы Атласа для некоторых деталей ГТД.

ИЗЛОЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

На этапе принятия решения об экономической целесообразности разработки и производства ГТД определяются его основные технические и эксплуатационные характеристики, обеспечивающие конкурентоспособность изделия по потребительским свойствам. Однако потребительские свойства, обеспечивающие конкурентоспособные преимущества изделия, не всегда означают коммерческий успех при реализации данного изделия для предприятия, так как, учитывая производственно-технологические возможности предприятия, а также особенности внутри- и межотраслевой кооперации, производство ГТД на предприятии может оказаться нерентабельным (или недостаточно рентабельным) с учетом рыночной цены этого изделия.

При обосновании конкурентоспособности ГТД по сравнению с аналогами по техническим характеристикам и полной стоимости жизненного цикла рассчитывается укрупненный лимит себестоимости и трудоемкости изделия в производстве (рис. 1), обеспечивающий рентабельность капитальных вложений в подготовку производства; оцениваются предельно допустимые затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), а также технологическую подготовку производства (ТПП). На основе этих данных определяются предельные (лимитные) значения трудоемкости и затраты на ТПП изготовления ГТД.

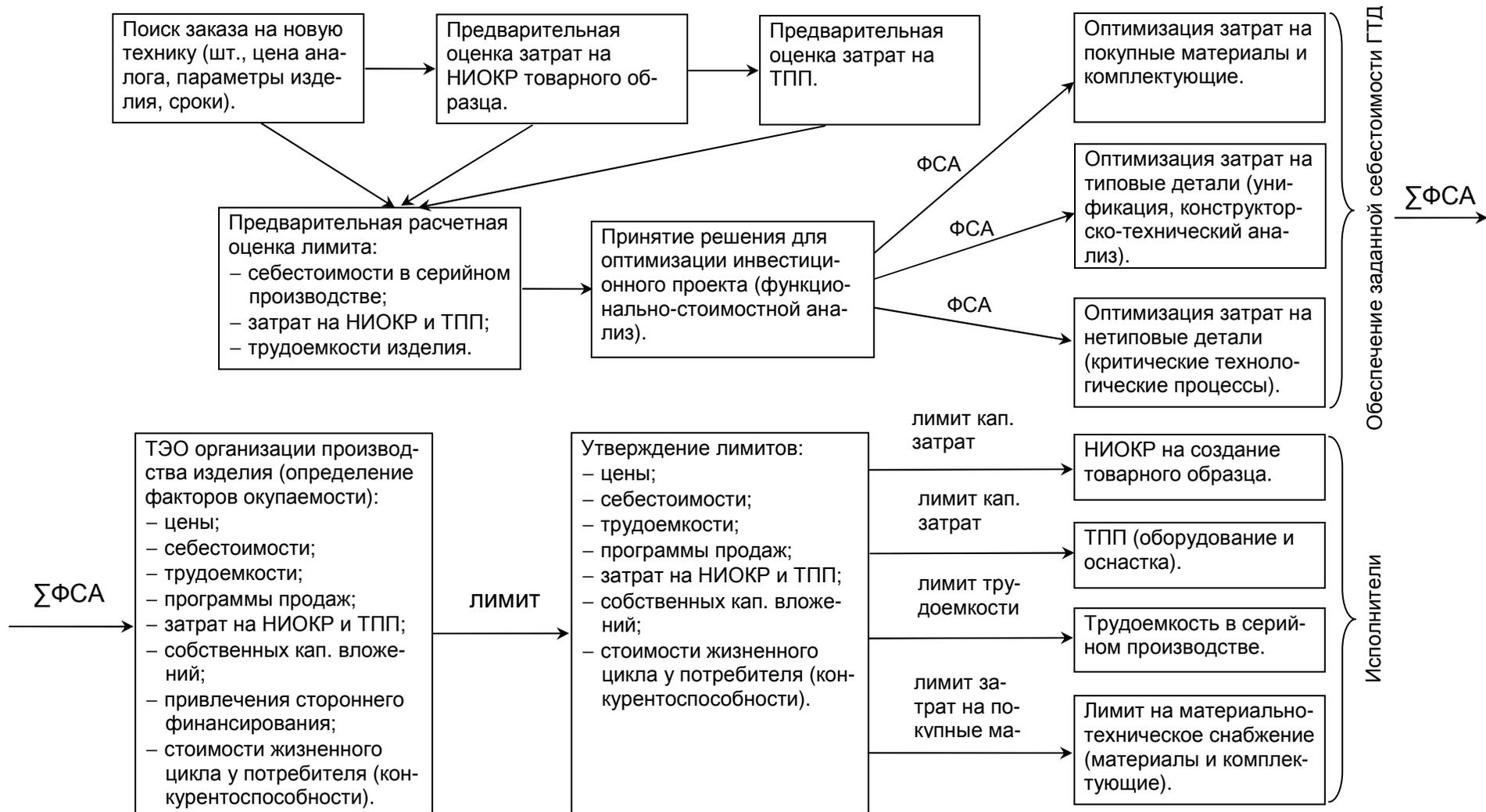


Рис. 1. Порядок обоснования и достижения плановых затрат при проектировании и изготовлении новых ГТД

Полученные предварительные значения предлагается корректировать в ходе функционально-стоимостного анализа на предмет реализуемости и обеспечения заданной себестоимости изделия в текущих производственных условиях:

- проводится оптимизация затрат на покупные материалы и комплектующие (работа с поставщиками);
- в ходе конструкторско-технологического анализа оптимизируются затраты на производство типовых деталей (в частности, за счет их унификации, пересмотра коэффициента использования материала, партионности);
- анализируются критические технологии производства нетиповых деталей.

Затем выполняется предварительное технико-экономическое обоснование условий организации производства изделия. В ходе оценки инвестиционного проекта рассчитывается лимитная себестоимость ГТД, конкурентная предельно допустимая (лимитная) трудоемкость изготовления изделия T_i в условиях серийного производства, строятся интегральные кривые снижения трудоемкости и себестоимости изделия по порядковым номерам с момента запуска его в производство, определяется эффективность инвестиций предприятия в производство изделия. Конечной целью при этом является разработка бизнес-плана технической подготовки и организации производства конкурентоспособного ГТД с обоснованием условий стороннего финансирования (привлечения инвесторов, кредитования, государственной поддержки) и передачей полученных лимитов затрат для реализации в соответствующие службы предприятия.

В результате совершенствования и комплексного применения методик планирования трудоемкости изготовления ГТД автором разработан механизм прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта (рис. 2).

Механизм включает в себя:

1) методику определения лимитной трудоемкости серийного изготовления ГТД в текущих условиях хозяйствования предприятия с учетом достигнутого передового уровня технологий предприятий-конкурентов;

2) метод определения проектных параметров технологического процесса при планировании трудоемкости изготовления ГТД, которые можно обеспечить для i -го ГТД в производстве с трудоемкостью T_i при достигнутом технологическом уровне развития производственных мощностей предприятия-изготовителя;

3) методику прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД в зависимости от его порядкового номера в серийном производстве и особенностей технологического процесса;

4) базу данных (Атлас), обобщающую модели трудоемкости изготовления типовых деталей ГТД, и алгоритм использования Атласа при прогнозировании трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта.

Рассмотрим более подробно составляющие представленного механизма.

Для определения лимитной трудоемкости ГТД автором предложено учитывать достигнутый передовой уровень технологий предприятий-конкурентов в комплексе с использованием метода расчета трудоемкости ГТД в текущих условиях хозяйствования предприятия, основанного на анализе прогноза денежных потоков.

Данный метод на основе прогноза инвестиционных затрат, программы продаж, рыночной цены изделия и целевых характеристик экономической эффективности инвестиционного проекта позволяет определить конкурентоспособную себестоимость и трудоемкость изготовления изделия, обеспечивающую достижение необходимых характеристик экономической эффективности и являющуюся лимитной.

Метод широко используется при проведении анализа и оценке эффективности инвестиционных проектов. Его достоинство заключается в том, что определенная расчетным путем трудоемкость и динамика ее изменения во времени обеспечивают целевую экономическую эффективность инвестиционного проекта.

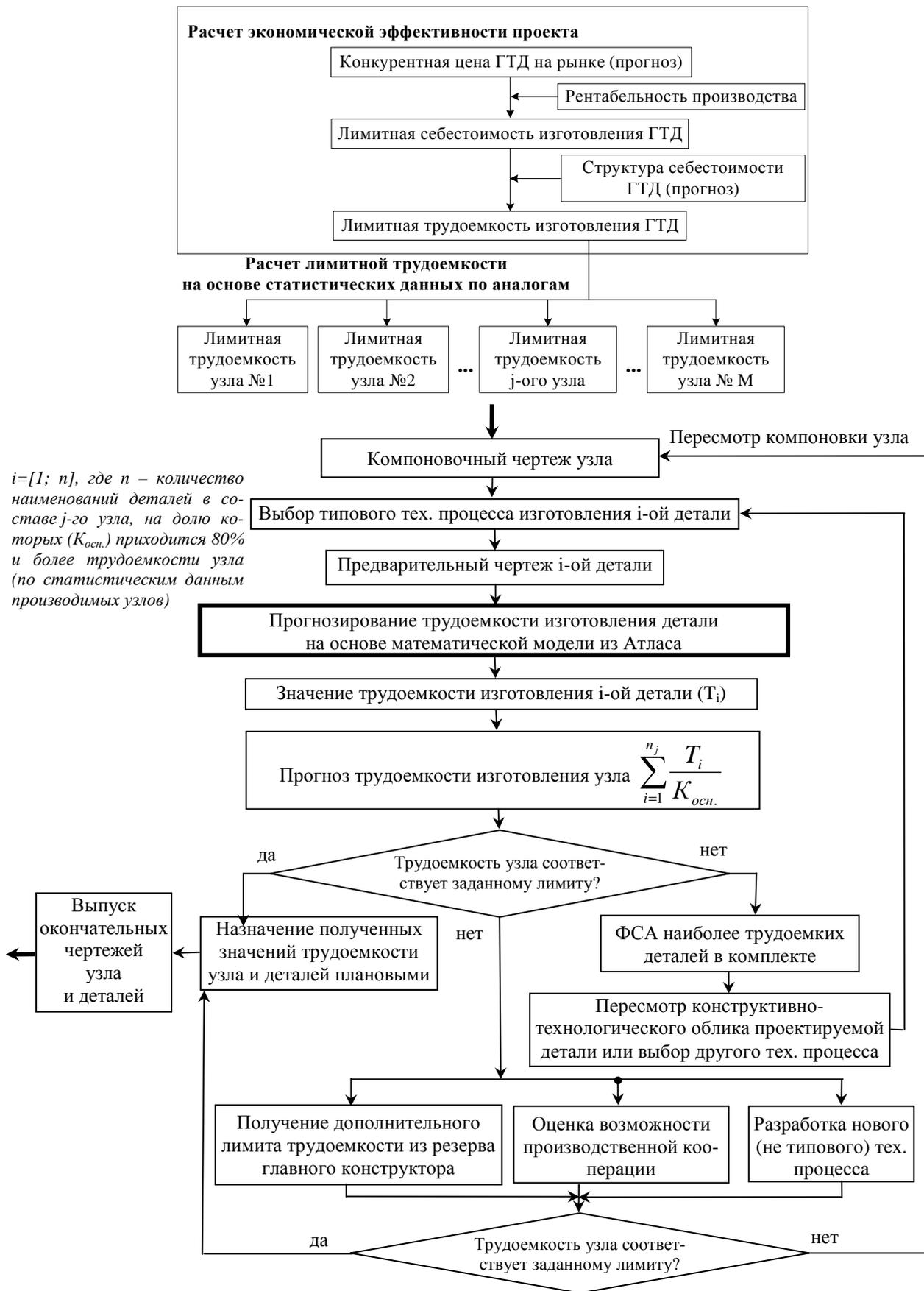


Рис. 2. Механизм прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта

По прогнозу рыночной цены и рентабельности производства определяется лимитная себестоимость планируемого к выпуску изделия:

$$C = \frac{Ц}{(r + 100)} \times 100, \quad (1)$$

где C – себестоимость ГТД, руб.;
 $Ц$ – рыночная цена ГТД, руб.;
 R – рентабельность производства ГТД.

Принимается допущение о том, что вновь проектируемый ГТД имеет ту же структуру затрат, что и двигатели, уже освоенные на предприятии. На основе поэтапного состава себестоимости данных ГТД определяется доля затрат на оплату труда. Тогда лимитная трудоемкость изготовления вновь проектируемого ГТД рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{З_{тр.}}{C_{н/ч}}, \quad (2)$$

где T – общая трудоемкость изготовления ГТД, н/ч;
 $З_{тр.}$ – затраты на оплату труда, руб.;
 $C_{н/ч}$ – средняя стоимость нормо-часа, руб./н/ч.

Однако полученная таким образом трудоемкость изготовления ГТД не учитывает технологические возможности предприятия, и нет гарантии того, что она может быть достигнута на данном предприятии.

Поэтому предлагается делать поправку на технологический уровень производства предприятия. В основе лежит анализ и обработка статистических данных открытой финансовой отчетности отечественных предприятий, отражающих текущие условия хозяйствования, а также информация о работе зарубежных отраслей промышленности и компаний.

Для определения уровня развития технологий на предприятии следует рассмотреть структуру затрат и определить трудоемкость какого-либо освоенного на предприятии серийного ГТД, родственного по конструктивным и технологическим признакам, а также потребительским свойствам рассматриваемому изделию. Необходимо также определить трудоемкость зарубежного аналога и выявить соотношение трудоемкости зарубежного и отечественного изделий, которое характеризует соотношение уровней развития предприятий:

$$k_{\text{техн.разв.}} = \frac{T_{\text{отеч.}}}{T_{\text{зарубеж.}}}, \quad (3)$$

где $k_{\text{техн.разв.}}$ – коэффициент, определяющий уровень развития технологий на предприятии;

$T_{\text{отеч.}}$ – трудоемкость изготовления какого-либо освоенного на предприятии серийного ГТД, родственного по конструктивным и технологическим признакам, а также потребительским свойствам анализируемому ГТД, н/ч;

$T_{\text{зарубеж.}}$ – трудоемкость зарубежного аналога, н/ч.

Указанное соотношение используется в качестве коэффициента, на который следует умножить полученную трудоемкость проектируемого ГТД в текущих условиях хозяйствования предприятия (обозначенная как T и определенная по формуле (2)), для того чтобы определить трудоемкость проектируемого изделия в условиях освоенного серийного производства ($T_{\text{разв.произв.}}$):

$$T_{\text{разв.произв.}} = k_{\text{техн.разв.}} \times T, \quad (4)$$

где $T_{\text{разв.произв.}}$ – трудоемкость изготовления вновь проектируемого ГТД в условиях освоенного серийного производства, н/ч;

T – трудоемкость проектируемого ГТД в текущих условиях хозяйствования предприятия, н/ч.

Полученная по данной методике трудоемкость изготовления ГТД и расчет себестоимости на основе прогноза трудоемкости обеспечивают целевую рентабель-

ность производства, конкурентоспособность проектируемого ГТД и используются при прогнозировании денежных потоков и анализе экономической эффективности инвестиционного проекта.

При формировании плана производства новой техники необходимо учитывать особенности изменения экономических показателей в динамике в период освоения. Для планирования трудоемкости изготовления ГТД в процессе его освоения в серийном производстве предложена методика, основанная на уточненной автором модели:

$$T_i = T_1 \times i^{(-\lambda \times k_{\text{парт.}} \times k_{\text{оснащ.}})} \quad (5)$$

где i – порядковый номер ГТД в производстве;

T_i – трудоемкость i -го ГТД, н/ч;

T_1 – трудоемкость первого ГТД при передаче его в серийное производство, н/ч (получена ранее по формуле (4));

λ – показатель степени, характеризующий текущий уровень механизации производства. Данный показатель линейно интерполируется согласно удельному соотношению трудоемкости отдельных видов работ в суммарной трудоемкости изготовления ГТД из расчета $k_{\text{мех.}}$ – доли механических работ в суммарной трудоемкости изготовления ГТД;

$k_{\text{мех.}}$ – уровень механизации и автоматизации работ – фактор, влияющий на технический уровень производства.

Чем меньше достигнутый уровень механизации $k_{\text{мех.}}$, тем больший на предприятии резерв снижения трудоемкости, связанный с дальнейшей интенсификацией производства, а значит, выше показатель степени λ ;

$k_{\text{парт.}}$ – показатель размера партии изготовления ГТД, учитывающий снижение трудоемкости с ростом размера партии;

$k_{\text{парт.}}=1$ при 1÷4 изделиях в партии запуска в производство (установочная партия в серийном производстве);

$k_{\text{парт.}}=0,8$ при 5 и более изделиях в партии (согласно статистическим данным ОАО «НПО «Сатурн»);

$k_{\text{оснащ.}}$ – показатель степени технической оснащенности производства, определяется, исходя из планируемого уровня выпуска изделий, и оценивается как отношение трудоемкости изготовленной оснастки к трудоемкости полного технического оснащения производства, $0 \leq k_{\text{оснащ.}} \leq 1$.

Так, $k_{\text{оснащ.}}=0$ при оснащенности опытного производства, $k_{\text{оснащ.}}=1$ при 100% оснащенности серийного производства.

Уровень технической оснащенности предприятия определяет эффективность изготовления продукции основным производством, обуславливает возможность ритмичности ее выпуска с заданными потребительскими свойствами. Под технической оснащенностью производства понимается комплекс конструкторских, технологических и организационных мероприятий, обеспечивающих разработку и освоение производства различных видов продукции, а также совершенствование выпускаемых изделий.

Полученная по модели (5) гладкая степенная зависимость затрудняет процесс планирования трудоемкости, поэтому на графике спрогнозированной трудоемкости задается ее ступенчатое снижение: используются усреднения – «ступеньки», соответствующие размеру партии (рис. 3).

При введении ступеньки необходимо учитывать крутизну кривой T_i таким образом, чтобы дискретная трудоемкость отличалась от расчетной на гладком графике не более чем на 5-7% (на рис. 3 – σ_{max}).

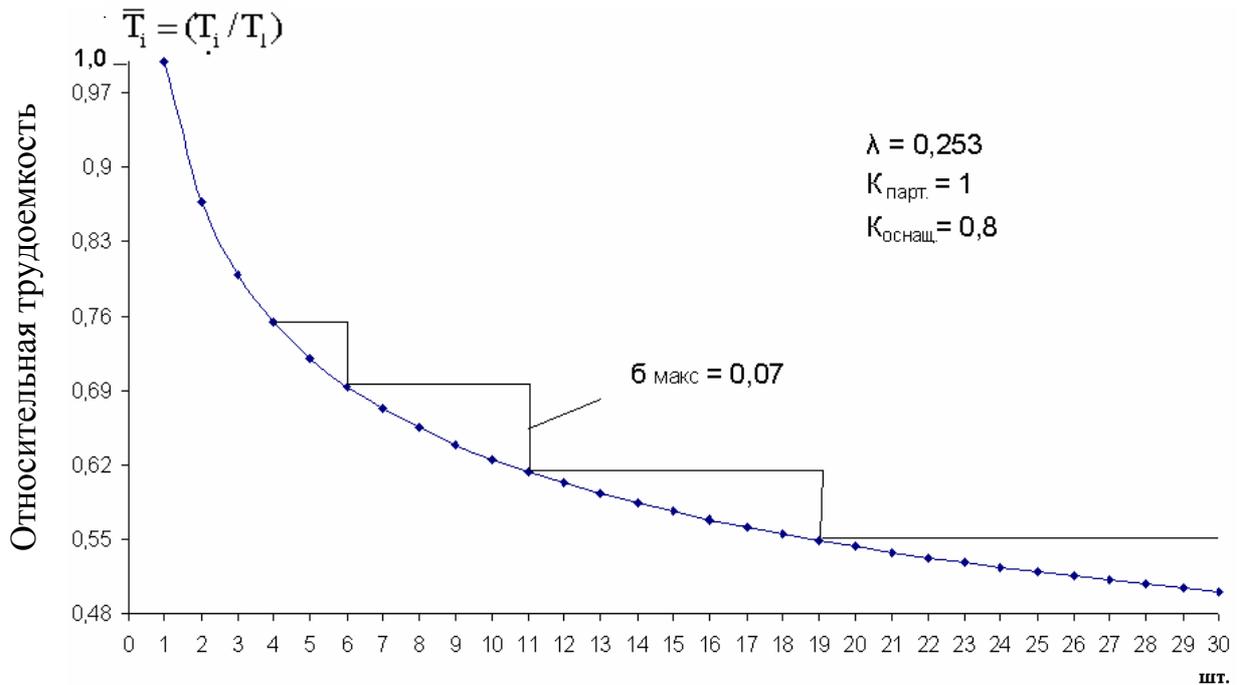


Рис. 3. Введение усреднений трудоемкости изготовления ГТД

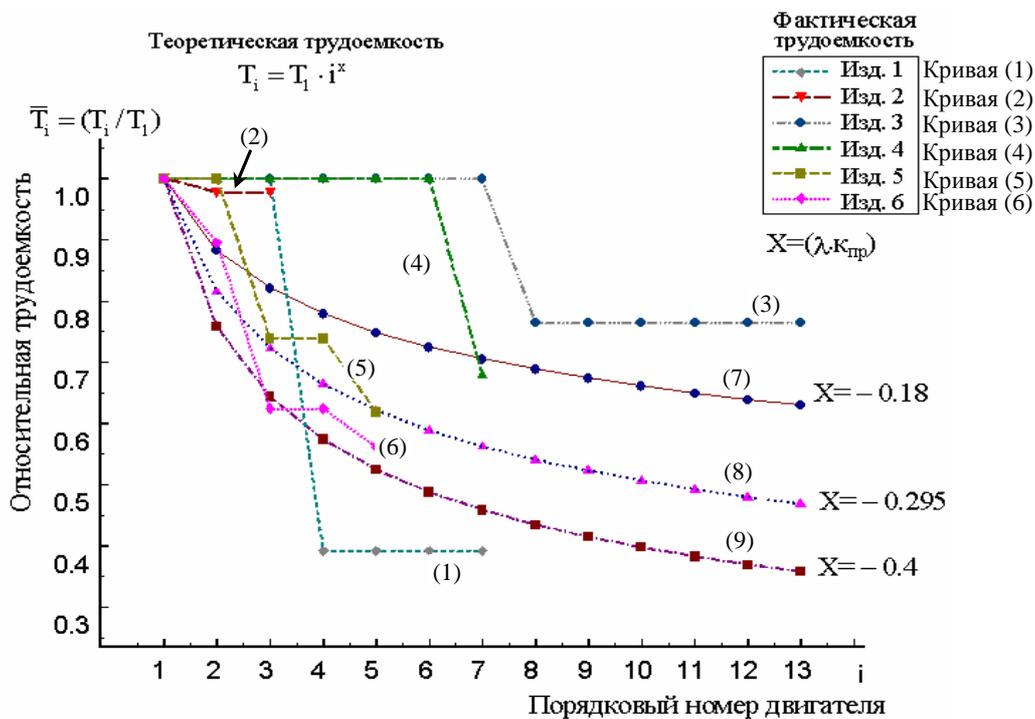


Рис. 4. Сравнение фактической и спрогнозированной трудоемкости изготовления ряда ГТД

На рис. 4 представлены графики снижения трудоемкости изготовления серийных ГТД авиационной тематики ОАО «НПО «Сатурн»: кривые (1)-(6) отражают динамику фактической трудоемкости в производстве ГТД 1-6, при этом x – показатель степени. Кривые (7)-(9) выполнены для трудоемкости, рассчитанной по модели (5). Величина спрогнозированной трудоемкости изготовления ГТД близка к фактической, ошибка прогноза, выполняемого по модели (5), несущественна.

Одной из главных задач управления трудоемкостью является выявление наиболее эффективных организационно-технических условий производства, их закрепление в нормах и освоение. При прогнозировании трудоемкости может быть получено несколько значений трудоемкости в зависимости от прочих составляющих себе-

стоимости и стоимости нормо-часа. Отсюда возникает обратная задача поиска технологической цепочки, обеспечивающей достижение различных вариантов трудоемкости в производстве. Таким образом, задавшись планируемой трудоемкостью изготовления изделия, задача сводится к определению наиболее эффективных проектных параметров технологического процесса, которые можно обеспечить при заданной трудоемкости и имеющемся уровне развития производственных мощностей предприятия-изготовителя.

В основе метода решения задачи лежит модель (5), в которой каждому фактору задан диапазон возможных значений, а величина трудоемкости изготовления ГТД постоянна или находится в диапазоне значений.

Для проектируемого ГТД с порядковым номером i и трудоемкостью его изготовления в условиях серийного производства T_i устанавливается лимит трудоемкости изготовления первого ГТД (T_1). Затем определяются поправочные коэффициенты $k_{\text{мех.}}$, λ , $k_{\text{парт.}}$, $k_{\text{оснащ.}}$, которые характеризуют технологический процесс изготовления i -го ГТД. Задача имеет множество решений, каждое из которых соответствует технически реализуемому технологическому процессу на «ступеньке» изготовления i -го ГТД, и при последующей оценке обеспечивает возможность выбора из предложенных технологий оптимальную.

Задача имеет множество возможных решений (рис. 5), каждое из которых соответствует технически реализуемому технологическому процессу на «ступеньке» изготовления i -го изделия, и при последующей содержательной оценке обеспечивает возможность выбора из предложенных технологий оптимальную для предприятия.

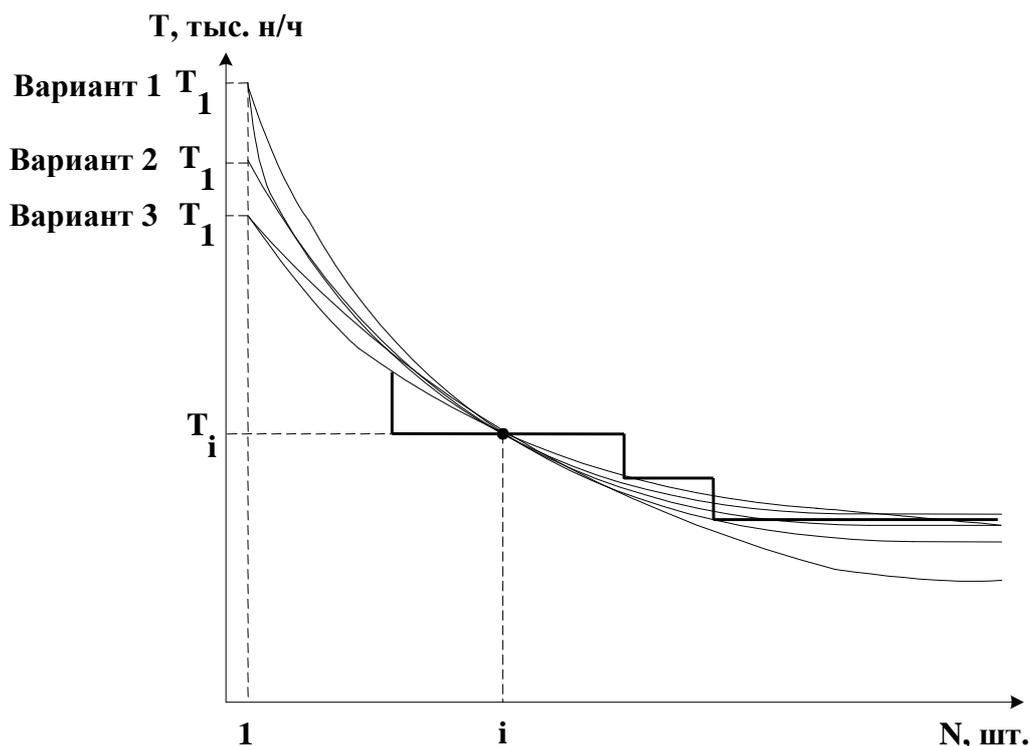


Рис. 5. Возможные решения обратной задачи прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД

На рис. 5 изображено множество решений обратной задачи в общем виде – множество кривых, проходящих через точку $(i; T_i)$, каждая из которых соответствует найденной трудоемкости первого образца T_1 и поправочным коэффициентам $k_{\text{мех.}}$, λ , $k_{\text{парт.}}$, $k_{\text{оснащ.}}$.

В табл. 1 представлено 7 возможных решений обратной задачи прогнозирования трудоемкости 50-го серийного ГТД (T_{50}). Показано, что для достижения трудоемкости изготовления двигателя $T_{50}=40$ тыс. н/ч необходимо обеспечить проектирова-

ние первого образца с трудоемкостью в диапазоне значений $T_1=87\div 191$ тыс. н/ч при различных значениях показателей технологии производства: механизации производства $k_{\text{мех.}}=30\div 75\%$, оснащенности производства $k_{\text{оснащ.}}=35\div 65\%$ и установочных партиях по 4 двигателя ($k_{\text{парт.}}=1$). Совокупность найденных решений графически представлена на рис. 6. На рисунке жирной линией обозначено ограничение задачи по производственным мощностям предприятия и лимиту трудоемкости T_1 . Таким образом, варианты 5, 6 и 7 являются оптимальными при достигнутом уровне развития производственных возможностей предприятия.

Таблица 1

Решения обратной задачи прогнозирования трудоемкости

Показатель	Вариант решения							Лимит
	1	2	3	4	5	6	7	
T_{50} , тыс. н/ч	40	40	40	40	40	40	40	58
T_1 , тыс. н/ч	191	156	118	108	98	94	87	100
λ	0,400	0,348	0,276	0,253	0,230	0,218	0,199	0,264
$k_{\text{мех.}}$, %	30	40	55	61	67	70	75	70
$k_{\text{оснащ.}}$, %	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	53%
$k_{\text{парт.}}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$-\lambda \times k_{\text{парт.}} \times k_{\text{оснащ.}}$	-0,14	-0,14	-0,12	-0,13	-0,13	-0,13	-0,13	-0,14

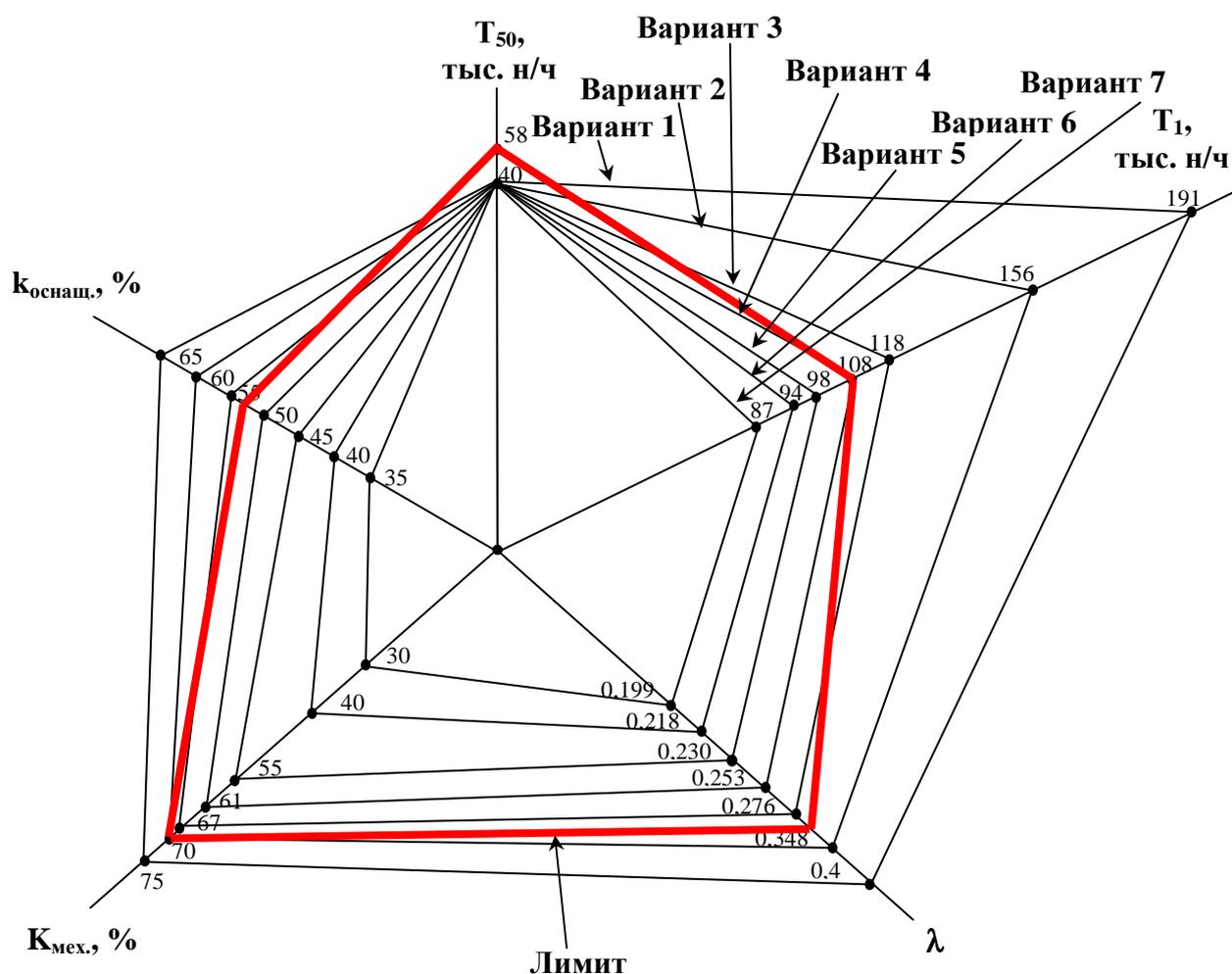


Рис. 6. Решения обратной задачи прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД

Таким образом, решение данной задачи позволяет многовариантно сбалансировать группу показателей технологического процесса и реализовать последний на предприятии.

В соответствии с предложенным механизмом прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД разработана база данных в форме Атласа, обобщающего математические модели трудоемкости изготовления деталей ГТД.

Разработке моделей Атласа предшествует построение кривой Парето и на ее основе составление списка наименований наиболее трудоемких деталей, составляющих 80-90% трудоемкости изготовления узла и образующих 20-25% общего числа наименований деталей ($K_{осн.}$) (рис. 7).

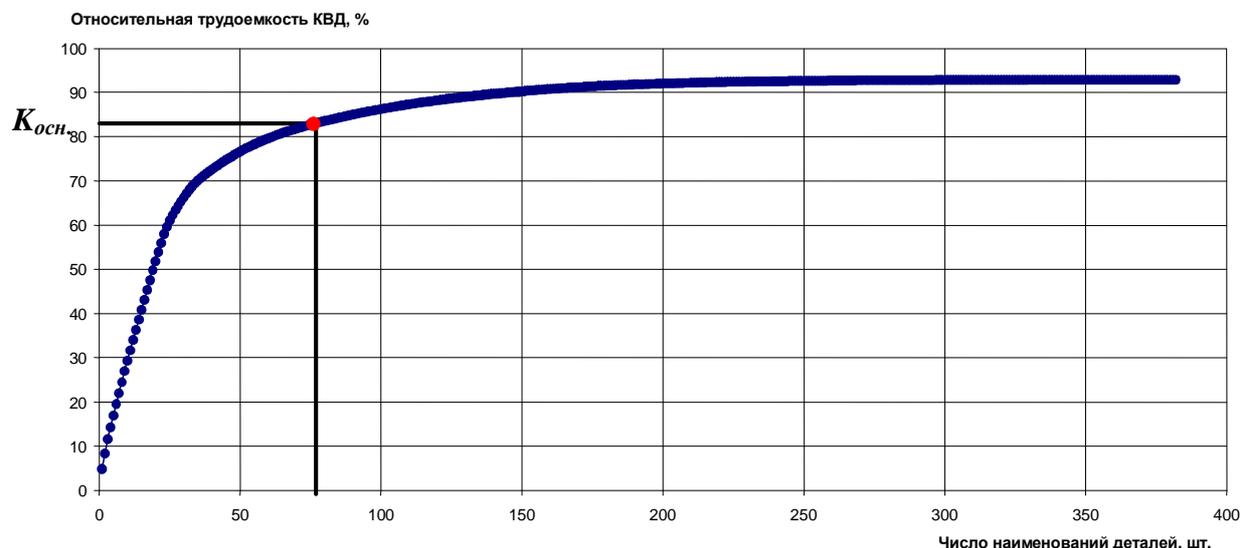


Рис. 7. Интегральная кривая роста трудоемкости КВД двигателя А по наименованиям деталей с учетом их количества

Для разработки математической модели трудоемкости составляется исходная информационная матрица (табл. 2). Она включает данные по 5-7 однотипным деталям, изготавливаемым на предприятии и имеющим одну маршрутную технологию.

Таблица 2

Исходная информационная матрица

Деталь	Параметры		Трудоемкость изготовления детали			
	X_1	...	X_n	Цех ₁	...	Цех _l
№1		...		Y_{11}	...	Y_{1l}
...
№7		...		Y_{71}	...	Y_{7l}

Модели трудоемкости изготовления деталей и узлов ГТД разрабатываются на основе методов структурного анализа обработки эмпирических данных, программно реализованных специалистами ОАО «НПО «Сатурн» в комплексе «МАРС».

Комплекс «МАРС» в 2000 году награжден дипломом Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации.

Разработка модели трудоемкости выглядит следующим образом:

$$\begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{ccccccc}
 X_1 & X_2 & \dots & X_n & Y_1 & Y_2 & \dots & Y_l \\
 a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1l} \\
 \dots & \dots \\
 a_{71} & a_{72} & \dots & a_{7n} & y_{71} & y_{72} & \dots & y_{7l}
 \end{array} \right] \xrightarrow{\text{«МАРС»}} \left[\begin{array}{c}
 Y_1 = f_1(Z_{11}, Z_{21}) \\
 Y_2 = f_2(Z_{12}, Z_{22}) \\
 \dots \\
 Y_l = f_l(Z_{1l}, Z_{2l})
 \end{array} \right], \quad Y = \sum_{i=1}^l Y_i, \quad (6)
 \end{array}$$

где $Z_{1j} = f_j(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{sj}), s = \text{var } [1; m],$
 $Z_{2j} = f_j(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{kj}), k = \text{var } [1; m], j = 1, \dots, l, s \leq m, m \leq n, k \leq m,$
 l – число цехов,

n – первоначальное число факторов,
 m – число оставшихся факторов.

Лист Атласа содержит следующие элементы:

- 1) конечная информационная матрица типовой детали ГТД с указанием:
 - чертежных номеров деталей, задействованных в качестве исходного статистического массива при получении математической модели;
 - основных факторов трудоемкости для данного технологического процесса (обозначены символами X);
 - фактической трудоемкости (Y);
 - трудоемкости, рассчитанной по модели ($Y_{\text{расчет}}$; $Y_{\text{модельная}}$);
 - отклонения рассчитанной по модели трудоемкости от фактической – ΔY ;
- 2) эскиз семейства детали с показателями геометрии;
- 3) область применения технологического процесса;
- 4) модель оценки трудоемкости серийного изготовления детали.

В составе ГТД и, соответственно, его себестоимости по формуле (7) можно выделить три группы элементов:

$$C = A + B + B, \quad (7)$$

где C – лимитная себестоимость ГТД;

A – покупные материалы и комплектующие (рынок поставщиков);

B – собственные типовые детали, изготовленные в серийном производстве по типовым технологиям, – на них распространяется трудоемкость, описываемая моделями из Атласа;

B – оригинальные детали, не имеющие типовых деталей-представителей и серийно изготавливаемые не по типовым технологическим процессам.

Цена деталей группы «А» зависит от рыночных условий. Трудоемкость и себестоимость изготовления нетиповых деталей планируются согласно уравнению (8):

$$B = C - A - B. \quad (8)$$

Трудоемкость изготовления типовых деталей ГТД (детали группы «Б»), составляющих львиную долю в себестоимости ГТД, предлагается прогнозировать с помощью Атласа моделей трудоемкости по следующей схеме.

Трудоемкость изготовления ГТД (T_i) рассчитывается по уточненной автором формуле (5). Затем осуществляется распределение лимитной трудоемкости T_i изготовления ГТД на основе статистических данных по долям трудоемкости соответствующих узлов в общей трудоемкости аналогичных ГТД (верхний блок на рис. 2).

Лимитная трудоемкость узлов ГТД доводится до соответствующих конструкторских подразделений. При этом создается резерв трудоемкости главного конструктора, который в дальнейшем может быть использован в критических ситуациях по его решению.

Атлас предназначен для конструктора на этапе предварительного проектирования типовых деталей и узлов ГТД. Конструктор рассчитывает трудоемкость серийного изготовления детали согласно типовому технологическому маршруту, подставляя в соответствующую модель трудоемкости значения задействованных параметров конструкции и технологического процесса. Руководитель, ответственный за разработку узла, суммирует полученные от конструкторов значения трудоемкости деталей, на долю которых приходится 80% и более трудоемкости узла, и находит прогноз трудоемкости изготовления узла в целом:

$$T_{\text{узла}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} T_i}{K_{\text{осн.}}}, \quad (9)$$

где $K_{\text{осн.}}$ – доля наиболее трудоемких деталей в составе j -го узла;

T_i – трудоемкость изготовления i -ой детали, н/ч;

$i=[1; n_j]$ – общее число деталей в составе j -го узла, шт.;

n_j – число наименований деталей в составе j -го узла, на долю которых приходится 80% и более трудоемкости изготовления узла, шт.

Если прогнозируемая на основе Атласа трудоемкость изготовления узла не превышает лимитную, то узел считается соответствующим требованиям технического задания, а полученные по моделям Атласа значения трудоемкости изготовления деталей назначаются нормативными и включаются в нормативную базу. Так создается база, позволяющая прогнозировать на этапе аванпроекта трудоемкость серийного изготовления ГТД и оценить влияние принимаемых конструктивных решений на трудоемкость проектируемого ГТД.

Выполнен анализ точности разработанных моделей трудоемкости. Погрешность прогноза составляет не более 7-10%, что является приемлемым для отрасли. Анализ точности моделей проведен с использованием таких показателей, как среднеквадратичная ошибка и стандартное отклонение, а также методом скользящего узла. Пределы значений ошибок выражались аналитически, графически в виде, приведенном на рис. 8, в виде гистограмм (рис. 9); использовались кумулятивные кривые распределения вероятностей модуля величины ошибки (рис. 10).

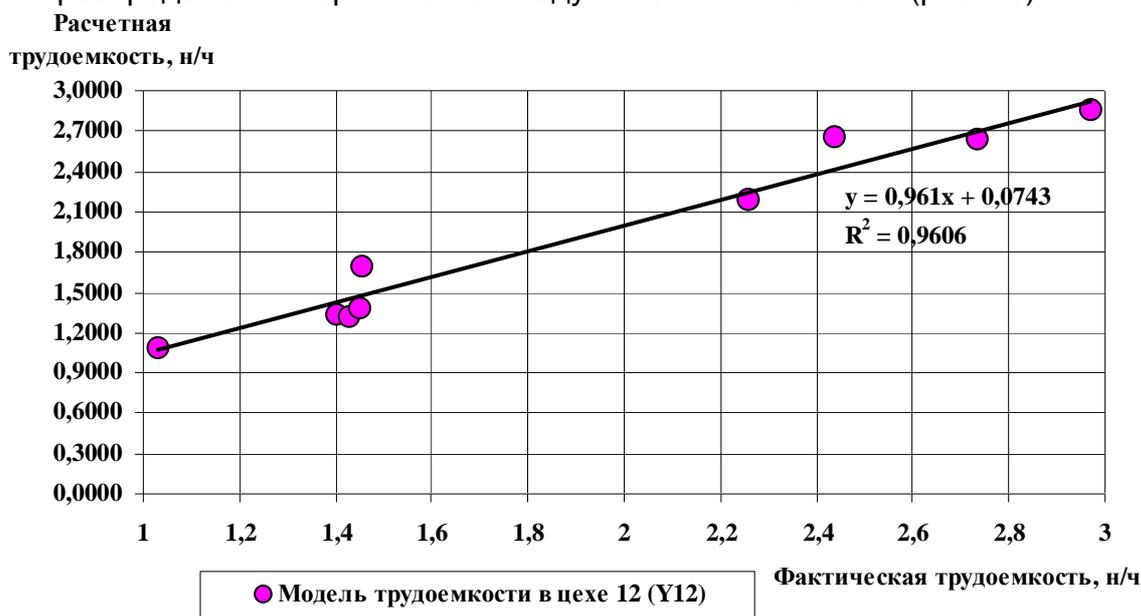


Рис. 8. Сравнение фактических и спрогнозированных значений трудоемкости обработки неохлаждаемых рабочих лопаток (РЛ) турбины

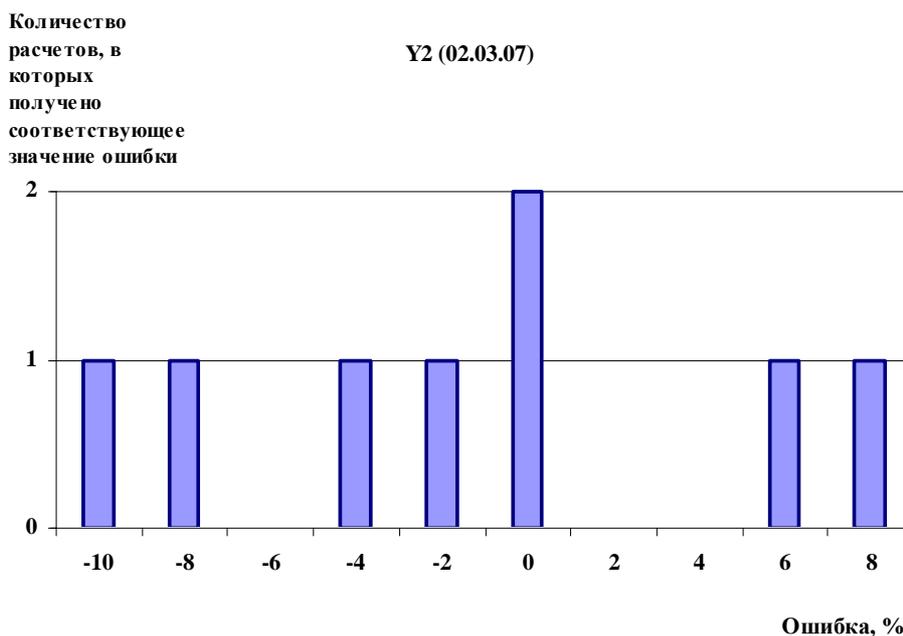


Рис. 9. Гистограмма точности прогноза трудоемкости изготовления РЛ компрессора в цехе 2

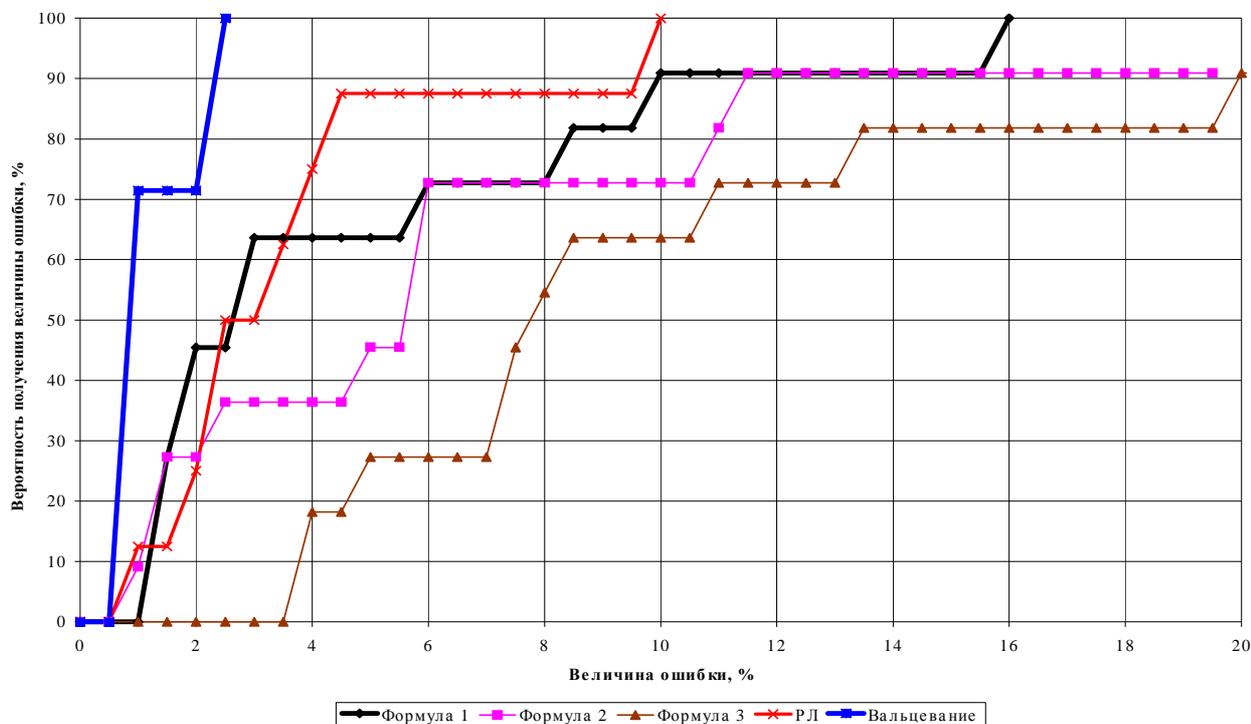


Рис. 10. Интегральные кривые распределения вероятностей ошибок по моделям трудоемкости НА и РЛ КВД ГТД 53

При апробации разработанных моделей Атласа автором выполнен расчет экономической эффективности оптимизации укороченного КВД. Оптимизация КВД заключается в повышении газодинамических характеристик аванпроекта четырехступенчатого компрессора до уровня характеристик того же КВД (исходного), но с пятью ступенями.

Прогнозирование трудоёмкости выполнено на основе данных о трудоёмкости изготовления лопаток двух серийных компрессоров данного класса. По данным о параметрах аванпроектов этих компрессоров и трудоёмкости изготовления их лопаток определена трудоёмкость изготовления лопаток рассматриваемого пятиступенчатого и четырехступенчатого компрессоров. Так как параметры аванпроекта (геометрия решеток ступеней проточной части компрессоров) взаимосвязаны, то возможно сжатие данной информации путем представления в виде небольшого числа переменных методом главных компонент.

Методом случайного поиска с адаптацией получена зависимость трудоёмкости изготовления лопаток КВД от главных компонент параметров решетки. Разработанная модель обобщает типовые технологические процессы изготовления представленных лопаточных венцов КВД, позволяет спрогнозировать трудоемкость изготовления типовых лопаток КВД и, таким образом, оценить затраты на создание данных деталей.

Согласно расчетам, трудоёмкость изготовления лопаток четырех оставшихся ступеней исходного пятиступенчатого КВД возрастает на 7,5 %.

Вместе с тем, при переходе к четырехступенчатой конструкции трудоемкость КВД уменьшается на величину трудоемкости «отсекаемой» – пятой – ступени и определяется по формуле:

$$T/E_{\text{КВД } 4\text{ст.}} = T/E_{\text{КВД } 5\text{ст.}} - T/E_{5\text{ст.}} + \sum_1^4 \Delta T/E_{\text{ст.}}, \quad (10)$$

где $T/E_{\text{КВД } 4\text{ст.}}$ – трудоемкость изготовления 4-х ступенчатого КВД, н/ч;
 $T/E_{\text{КВД } 5\text{ст.}}$ – трудоемкость изготовления 5-ти ступенчатого КВД, н/ч;
 $T/E_{5\text{ст.}}$ – трудоемкость изготовления 5-ой ступени КВД, н/ч;

$\sum_1^4 \Delta T / E_{ст.}$ – увеличение трудоемкости изготовления лопаток 4-х ступеней в

оптимизируемом 4-х ступенчатом КВД в связи с усложнением их геометрии, н/ч.

По формуле (10) рассчитана трудоемкость изготовления оптимизированного 4-х ступенчатого КВД. Она на 10% меньше трудоемкости исходного – 5-ти ступенчатого КВД.

В результате получено:

- снижение трудоемкости изготовления компрессора в целом на 10 %;
- снижение материальных затрат на создание КВД на 20%;
- снижение полной себестоимости компрессора на 15%;
- снижение массы КВД – выигрыш по массе ГТД и самолета;
- уменьшение массы самолета обуславливает снижение затрат на топливо или, как возможная альтернатива, появляется возможность погрузки на борт дополнительного груза, то есть увеличивается прибыль от грузоперевозок;
- снижение затрат на ремонт ГТД благодаря уменьшению общего числа ремонтируемых деталей.

Таким образом, в ходе обоснования экономической целесообразности модернизации КВД успешно апробирован разработанный автором Атлас. Данный подход к совершенствованию компрессоров по газодинамическим и стоимостным критериям рекомендуется использовать при обосновании модификации существующих ГТД и их узлов, а также при создании новых ГТД газотурбинной техники.

Разработка Атласа основана на межфункциональной организации взаимодействия служб предприятия и представлена на рис. 11. Для реализации разработанного механизма прогнозирования трудоемкости ГТД в ОАО «НПО «Сатурн» разработан комплекс организационно-управленческих мероприятий (рис. 12).

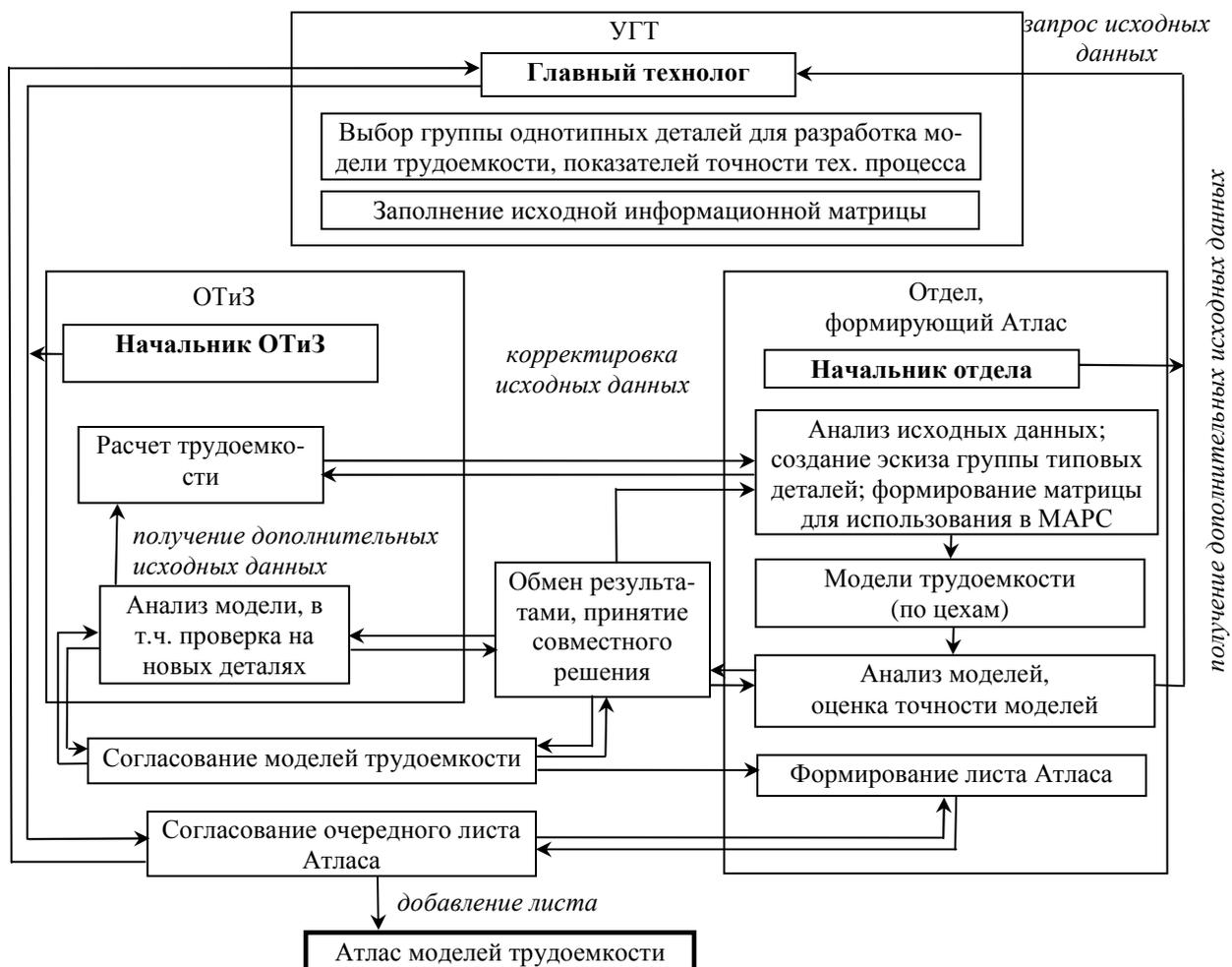


Рис. 11. Взаимодействие служб-разработчиков Атласа

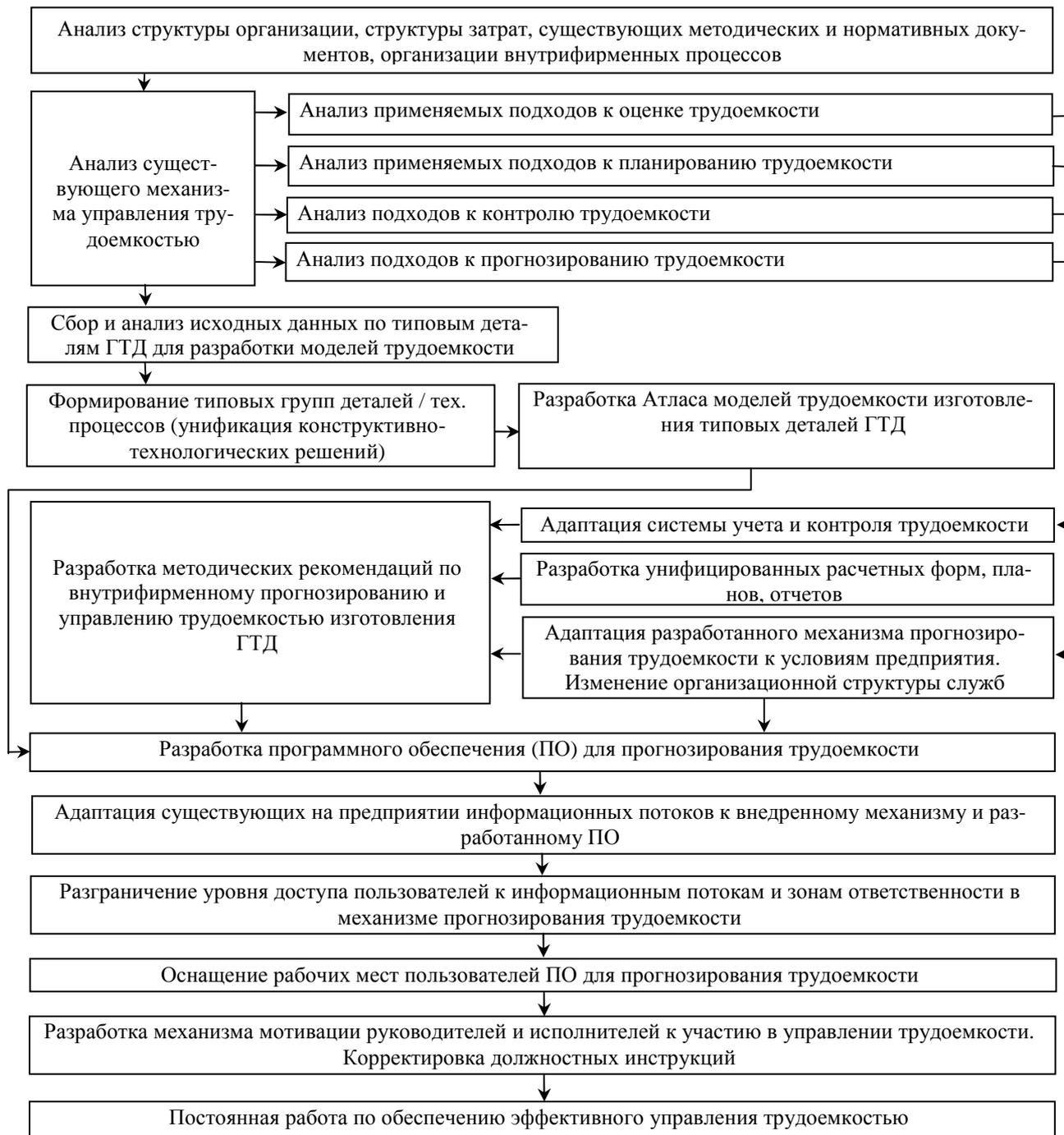


Рис. 12. Алгоритм реализации механизма прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные результаты позволяют сформулировать следующие констатации, выводы и рекомендации.

1. Критический анализ и обобщение существующих подходов к прогнозированию трудоемкости изготовления ГТД в условиях ограниченной информации о конструкции на начальных этапах проектирования показал острую потребность предприятий авиационной промышленности в разработке нового научно-обоснованного механизма прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта.

2. Разработанный механизм прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД обобщает и развивает методики по управлению трудоемкостью изго-

товления ГТД, обеспечивая конкурентоспособность отечественных двигателей на внутреннем и внешнем рынке в условиях активного прессинга западных конкурентов:

- разработан метод расчета лимитной трудоемкости изготовления проектируемого изделия как с учетом текущих условий хозяйствования предприятия, так и уровня развития технологий. Полученная таким образом трудоемкость и прогноз себестоимости на ее основе обеспечивают необходимую рентабельность производства, конкурентоспособность создаваемого изделия и используются при прогнозировании денежных потоков и анализе экономической эффективности инвестиционного проекта;

- разработанный метод решения обратной задачи позволяет многовариантно сбалансировать группу показателей технологического процесса для обеспечения плановой трудоемкости *i*-го ГТД в производстве при достигнутом технологическом уровне производственных мощностей предприятия-изготовителя;

- усовершенствованная методика прогнозирования динамики трудоемкости освоенных и планируемых к выпуску изделий позволяет рассчитать трудоемкость ГТД по порядковым номерам в серийном производстве с учетом характера и условий труда предприятия-изготовителя;

- разработанная база данных (Атлас) обобщает типовые технологические процессы предприятия и является основой современной нормативно-технической базы данных.

3. Атлас позволяет планировать трудовые затраты на постановку нового изделия в производство, используется при расчете трудоемкости ГТД для оценки загрузки, модернизации и развития производственных мощностей цехов на перспективу, а также для анализа и планирования экономических и производственных показателей деятельности предприятия.

4. Разработанный механизм и алгоритм использования Атласа позволяют оперативно, с высокой точностью прогнозировать трудоемкость серийного изготовления проектируемого ГТД на этапе аванпроекта, осуществлять ее превентивный контроль и, при необходимости, в ходе ФСА довести ее до заданного лимита. Таким образом, в производство внедряется целесообразный уровень трудозатрат, обеспечивающий целевую рентабельность производства при прогнозируемой конъюнктуре рынка. Наряду с этим механизм позволяет оценить влияние принимаемых конструктивных решений на трудоемкость (и себестоимость) проектируемого ГТД.

5. Таким образом, реализация механизма является необходимым условием проектирования ГТД на заданную себестоимость и залогом финансовой устойчивости предприятия, а разработанные математические модели трудоемкости, обобщенные в Атласе, являются современным инструментом экономического анализа и управления эффективностью работы авиадвигателестроительного предприятия.

6. Предложенная в Атласе модель трудоемкости изготовления одного из основных узлов ГТД (КВД) позволила спрогнозировать трудоемкость его изготовления и на основе прогноза рассчитать себестоимость при анализе целесообразности модернизации узла. Успешная апробация позволяет рекомендовать механизм для использования при технико-экономическом обосновании модификации существующих изделий и их узлов, а также при создании новых изделий газотурбинной техники.

7. Разработанные организационно-управленческие решения позволяют реализовать механизм прогнозирования трудоемкости изготовления ГТД на предприятии.

8. Развитием предложенного механизма прогнозирования трудоемкости может стать создание комплексной автоматизированной системы оценки трудоемкости деталей ГТД (САПР), включающей все типовые технологические операции и переходы, учитывающей свойства материала, его обрабатываемость, подготовительное-заключительное время и использующей иерархическую структуру ГТД.

САПР позволит создавать наиболее эффективные типовые технологические цепочки и в режиме реального времени определять трудоемкость и себестоимость производства деталей, узлов и ГТД до запуска их в производство.

9. Объединение типовых технологических процессов ряда авиадвигательных предприятий позволит создать отраслевой Атлас моделей трудоемкости изготовления деталей ГТД.

10. Экономический эффект от реализации разработанного механизма имеет два аспекта:

– прямой эффект достигается за счет обоснования оптимальной трудоемкости, то есть исключаются избыточные трудозатраты в производстве. Это актуально в связи с недозагрузкой производственных мощностей, когда производственные службы заинтересованы в завышении трудоемкости, так как это позволяет увеличить объемы производства и фонд заработной платы; подстраховаться при эксплуатации оборудования и оснастки; получить гарантированное качество продукции и так далее. Таким образом, реализация механизма не только позволяет предупредить возникновение убыточных решений на этапе проектирования, но и дает возможность оптимизировать состав трудового коллектива;

– косвенный эффект выражается в обеспечении целевой рентабельности производства за счет достижения конкурентной себестоимости ГТД при ограниченной рыночной цене.

Таким образом, совокупность полученных научных и научно-прикладных результатов представляет собой принципиально новое, целостное и законченное решение актуальной задачи разработки механизма прогнозирования трудоемкости серийного изготовления ГТД на этапе аванпроекта.

Решение данной задачи имеет важное научное и социально-экономическое значение, а также позволяет внести положительный вклад в решение проблемы конкурентоспособности отечественных ГТД.

АВТОРСКИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТИКЕ ДИСЕРТАЦИИ

Публикации в рекомендованных ВАК изданиях:

- 1) Э.А. Михайлова, Н.А. Михайлова. Определение и нормирование трудоемкости изготовления ГТД в авиадвигателестроении России // Сборник научных статей Вольного экономического общества России. – Ярославль, 2009 (0,3 п.л.).
- 2) Н.А. Михайлова. Методика определения трудоемкости изготовления ГТД на этапе формирования портфеля заказов предприятия // Вестник ИНЖЕКОНА. Серия «Экономика». – С.-П.: СПбГИЭУ, 2008. Вып. 6 (25). – с. 308-312 (0,3 п.л.).
- 3) И.И. Ицкович, Ю.В. Ласточкин, Н.А. Михайлова. Оценка влияния нормативных актов государственного управления на динамику производства гражданских летательных аппаратов в России // Журнал организаторов производства «Экономика и производство». – М.: Межотраслевой институт проблем технологии коммуникации и управления, 2005. № 4. – с. 11-14 (0,24 п.л.).

Публикации в других изданиях:

- 4) И.И. Ицкович, Н.А. Михайлова, В.А. Пономарев. Создание статистических нормативов трудоемкости изготовления деталей газотурбинных двигателей в ОАО «НПО «Сатурн» // Авиационно-космическая техника и технология: Научно-технический журнал. – Харьков: ХАИ им. Н.Е. Жуковского, 2005. Вып. 4/20. – с. 83-87 (0,3 п.л.).
- 5) И.И. Ицкович, Н.А. Михайлова. Прогнозирование трудоемкости изготовления газотурбинного двигателя на основе Классификатора статистических нормативов // Авиационно-космическая техника и технология: Научно-технический журнал. – Харьков: ХАИ им. Н.Е. Жуковского, 2006. Вып. 9/35. – с. 31-37 (0,42 п.л.).

- 6) Н.А. Михайлова. Моделирование влияния конструктивно-технологических решений на ранних стадиях проектирования деталей ГТД при создании ГТД на заданную себестоимость // *Авиационно-космическая техника и технология: Научно-технический журнал.* – Харьков: ХАИ им. Н.Е. Жуковского, 2007. Вып. 7/43. – с. 202-206 (0,3 п.л.).
- 7) О.В. Виноградова, Н.А. Михайлова, Ф.А. Фаррахов. Информационная технология оптимизации аванпроекта укороченного осевого многоступенчатого компрессора по газодинамическим и стоимостным критериям // *Сборник докладов конференции «С&Т 2008».* – Воронеж, 2008. – с. 1036-1043 (0,48 п.л.).
- 8) И.И. Ицкович, Н.А. Михайлова, В.А. Пономарев. Сопоставление методов управления себестоимостью изготовления деталей ГТД в ОАО «НПО «Сатурн» (Россия) и Snesta Moteurs (Франция) // *Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов.* – М.: ЦИАМ им. П.И. Баранова, 2005. – с.40-41 (0,12 п.л.).

Зав. РИО М.А. Салкова
Подписано в печать 10.09.2010.
Формат 60x84 1/16. Уч.-изд.л. 1,5. Тираж 100. Заказ 116.

Рыбинская государственная авиационная технологическая академия имени П.А. Соловьева (РГАТА)
Адрес редакции: 152934, г. Рыбинск, ул. Пушкина, 53
Отпечатано в множительной лаборатории РГАТА имени П.А. Соловьева
152934, г. Рыбинск, ул. Пушкина, 53