

На правах рукописи

**Джафаров Ариф Мехди оглы**

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОПЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИБОРНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНИКО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Специальность 05.02.22 – Организация производства (машиностроение)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Ульяновск – 2008

Работа выполнена в Федеральном научно-производственном центре ОАО «Марс» и Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Ульяновский государственный технический университет» на кафедре «Самолетостроение»

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор  
**Попов Петр Михайлович**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**Титов Борис Александрович**  
кандидат технических наук, доцент  
**Лобанов Сергей Дмитриевич**

**Ведущая организация:** **Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-производственный ракетно-космический центр ЦСКБ - «Прогресс», г. Самара**

Защита состоится 23 мая 2008г. в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 212.215.03 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева» по адресу: 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева».

Автореферат разослан 21 апреля 2008 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук

Ю.С. Клочков

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы.** Современное приборостроительное производство развивается в условиях жёсткой конкуренции, и развитие его идёт в нескольких направлениях: происходит существенное повышение качества продукции; сокращается время обработки деталей и узлов на новейшем оборудовании за счёт технических усовершенствований; повышается интеллектуальная оснащённость приборостроительного производства с использованием высокоэффективных технико-экономических систем и др. Согласно статистике каждые 10 лет развития науки и техники характеризуются значительным усложнением технических и электронных систем и объектов в два и более раза. Учитывая, что период освоения, например, приборных комплексов, и для их производства, новых производственно-технологических и организационных процессов на высокотехнологичных опытных предприятиях составляет значительный период от трех и более лет, а эффективность сборочных работ этих приборных комплексов растёт и того медленнее, то главным резервом повышения показателей экономической эффективности приборостроительных опытных производств остаётся совершенствование организации опытного производства на основе повышения степени автоматизации производственно-технологических процессов, совершенствования управления технологическими, производственными и организационными процессами. При этом автоматизация процессов проектирования, планирования работ, труда, управления и организации опытного приборостроительного производства приводит к необходимости пересмотра многих традиционных понятий и подходов, в которых принятие организационных, производственно-технологических и управленческих решений осуществляется в условиях априорной неопределённости. Это связано со стохастической неопределённостью выходных параметров и недостаточной информацией о возмущающих факторах, влияющих на стабильность и точность функционирования производственно-технической системы всего приборостроительного, в том числе и опытного производства.

Стохастическую неопределённость стремятся уменьшить разработкой априорных технико-экономических и экономико-математических моделей во взаимосвязке с компонентами организационно-производственной и автоматизированной системами управления, представляющих собой зависимости между производственно-технологическими и управленческими параметрами. Поэтому с функциональной и системной точек зрения система организации опытного производства, равно как и производственно-технологическая система должны реализовывать исходные проектный, производственно-технологический и организационный процессы в виде процедур взаимодействия материального, информационного, энергетического и финансового потоков.

Следовательно, важной и актуальной задачей является разработка моделей организации опытного производства приборных комплексов на основе технико-

экономического проектирования с использованием методологии функционально-стоимостной инженерии (ФСИ) с целью повышения эффективности процедур в организации опытных производств приборостроительных (машиностроительных) предприятий. Работа выполнена в соответствии с планами НИР Федерального научно-производственного центра «ОАО НПО «Марс»», кафедр «Самолётостроение» и «Экономика, управление и информатика» института авиационных технологий и управления Ульяновского государственного технического университета.

**Цель исследований.** Целью настоящей работы является: исследование и разработка моделей организации опытного производства в условиях функционирования автоматизированных систем конструкторско-технологического анализа и технико-экономического проектирования при создании высокоточных, высокотехнологичных приборных комплексов по проектно-производственной циклической цепи «исследование-проектирование-производство» на ранних стадиях разработки, проектирования и организации их производства по методологии ФСИ.

**Состояние изученности проблемы.** Значительный вклад по решению проблем организации производства приборных комплексов в условиях комплексной научно-производственной системы «исследование-проектирование-производство», внесли учёные Алексейчик В.В., Егоров Ю.П., Кидалов В.И., Годуров В.Г., Иванов А.К., Кукин Е.С., Емельянов А.А., Князев В.М., Попов П.М., Ларин С.Н., Кобелев С.А. и др., опираясь на научно-технические разработки известных специалистов: Барвинка В.А., Барвинка А.В., Комарова В.А., Петрова Е.Н., Павлова В.В., Бабушкина А.К., Петровского И.Г., Прохорова Ю.В., Норенкова И.П., Липаева В.В., Филиппова Е.Н., Савотченко В.В. и др. Отраслевые учёные обозначили свой вклад в моделирование основных проектных процессов с использованием систем автоматизации непосредственно в цикле «исследование-проектирование-производство», недостаточно касаясь этапа «... - производство». Для взаимной увязки всех трёх этапов циклической цепи «исследование-проектирование-производство» возникла необходимость усовершенствовать этап «... - производство», который является также комплексным, и состоящим из конструкторско-технологической, технико-экономической и опытного производства. С целью значительного сокращения этого этапа по трудоёмкости в стоимостных и временных показателях необходимо сдвинуть начало этого этапа по времени на более ранний момент.

**Задачи исследований.** Достижение сформулированной выше цели предполагает решение следующих задач:

1. Исследовать возможности применения автоматизированной системы конструкторско-технологического анализа для решения задач организации опытного производства приборных комплексов по методологии функционально-стоимостной инженерии.
2. Разработать модели организации опытного производства приборных комплексов на основе технико-экономического проектирования по методологии функционально-стоимостной инженерии на примере опытного

производства приборного комплекса «Лесоруб-Э» по критериям функциональности и стоимости.

3. Разработать методику организации опытного производства с использованием автоматизированных систем технико-экономического проектирования и конструкторско-технологического анализа с целью снижения общей трудоемкости по циклу «производство» в проектно-производственной цепи «исследование – проектирование – производство» и совершенствования этапа «подготовка опытного производства».
4. Внедрить разработанные модели и методику организации опытного производства приборных комплексов в условиях функционирования комплексной автоматизированной системы управления производством на примере приборного комплекса «Лесоруб-Э».

**Область исследований:**

1. Разработка научных, методологических и системотехнических основ проектирования организационных структур предприятий и организации производственных процессов. Стратегия развития и планирования, организационных структур и производственных процессов (паспорт научной специальности 05.02.22 п. 1).
2. Разработка методов и средств организации производства в условиях технических и экономических рисков (паспорт научной специальности 05.02.22 п. 9).

**Объект исследований** – комплексная производственно-технологическая и организационная система опытного производства в условиях функционирования систем автоматизации: конструкторско-технологического анализа, автоматизированного управления производством, технико-экономического проектирования.

**Предмет исследований** – функциональный, структурный и стоимостный состав автоматизированных систем конструкторско-технологического анализа (АСКТА) и технико-экономического проектирования (АСТЭП) в процессах и системах организации опытного производства приборных комплексов.

**Методика исследований** включает теоретические, экспериментальные исследования структуры и состава систем автоматизации при организации опытного производства, систем управления технико-экономическим проектированием. Для теоретических исследований использовались: теория исследования операций; теория систем; численные методы; теория массового обслуживания; теория функций комплексного переменного; теория графов и функционально-стоимостная инженерия.

**Научной новизной в настоящей работе обладают следующие результаты:**

1. Модели организации опытного производства приборных комплексов, построенные на основе дифференциации объектов производства по уровням вхождения с использованием методологии функционально-стоимостной инженерии в условиях функционирования автоматизированной системы конструкторско-технологического анализа.

2. Метод технико-экономического проектирования процессов организации

опытного производства, разработанный на основе методологии функционально-стоимостной инженерии и позволяющий оценивать конструктивное и технологическое совершенство приборных комплексов в условиях функционирования автоматизированной системы технико-экономического проектирования.

3. Комплексная методика организации опытного производства, учитывающая процессы функционирования АСТЭП и АСКТА в рамках логистической цепи «исследование – проектирование – производство».

4. Метод проведения расчета экономической эффективности опытного производства с применением процедуры автоматизированного нормирования операций технологического процесса производства приборных комплексов.

**Практическая ценность работы.** Разработанные технико-экономические, организационно-технические и функционально-стоимостные модели комплексной производственно-технологической системы организации опытного производств позволяют в значительной мере ускорить и усовершенствовать процесс подготовки проектно-конструкторской документации на основе автоматизированного конструкторско-технологического анализа разработок (по картам технологического анализа) в условиях функционирования АСУП, а также позволяют снизить общую трудоёмкость создания приборных комплексов по циклу «исследование-проектирование-производство».

#### **Реализация результатов исследований:**

1. Техничко-экономические, организационно-технические и функционально-стоимостные модели комплексной производственно-технологической и организационной системы опытного производства адаптированы в ВНИЦ «ОАО «Марс»», а также в виде эксплуатационной и проектно-технологической документации на бумажных и электронных носителях переданы и использованы в ЗАО «Авиастар-СП» - авиационно-промышленный комплекс г. Ульяновска.

2. Методика описания и моделирования информационно-технического, конструкторско-технологического и технико-экономического процессов в системе организации опытного производства на основе АСКТА и АСТЭП в составе промышленной АСУП оформлена в виде учебного пособия и методических указаний, которые используются в учебном процессе Института авиационных технологий и управления Ульяновского государственного технического университета при изучении дисциплин «Технология производства самолётов», «Автоматизированное проектирование технологических процессов», «Теория информационных процессов и систем», «Оптимизация управленческих решений».

**Апробация работы.** Основные результаты диссертации доложены и представлены на научно-технических конференциях Ульяновского государственного технического университета (г. Ульяновск, 2004-2007 г.г.); «Гагаринские чтения – 2004» (г. Ульяновск); на научно-технической конференции «Управление качеством в современной организации» (г. Пенза – ГТУ – 2006 г.) и др.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 2 статьи - в рецензируемом научном издании, определенном Высшей

аттестационной комиссией.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, списка литературы из 119 наименований, приложения; включает 26 рисунков, 16 таблиц.

**Научные положения и результаты, вносимые на защиту:**

1. Модели и методы технико-экономического проектирования системы организации опытного производства с использованием автоматизированной системы конструкторско-технологического анализа и элементов методологии функционально-стоимостной инженерии.
2. Экономико-математические модели для автоматизированного расчёта норм времени (нормирования) переходов и операций технологических процессов сборки приборных комплексов, механической обработки (на станках с ЧПУ (на примере штатного приборного комплекса «Лесоруб-Э»)).
3. Методика описания системы организации опытного производства на основе использования систем автоматизации: АСКТА и АСТЭП.

## Содержание работы

**Во введении** обоснована актуальность темы, изложена общая характеристика проблемы; поставлена цель исследований; выбраны методы, на основе которых проводятся исследования и эксперименты; сформулированы научные результаты, выносимые на защиту; дана краткая характеристика работы по разделам.

**В первой главе** работы на основе выбранного объекта исследований и анализа моделей функционирования систем автоматизации, исследования документации конструкторско-технологического и производственного назначения построена схема функционирования системы формирования документов опытного производства (Рисунок 1) и структура карты технологического анализа разработок (Рисунок 2), выявлены достоинства и недостатки существующей системы организации опытного производства приборных комплексов новых поколений. Анализируется характеристика существующей методики проектирования маршрутной технологии изготовления объектов опытного производства на основе классификатора типовых технологических операций; выполняется анализ методики автоматизированного расчёта потребности материалов для опытного производства; приводится длительность цикла получения специфицированных и сводных норм расхода материалов для организации производства приборных комплексов. В процессе анализа уточняется формула общей потребности в материалах в стоимостном выражении:

$$C_m = \sum_{i=1}^m \left( \sum_{k=1}^n \mu_{ik} x_k \right) C_i \quad (1)$$

где  $i$  - индекс материала;  $k$  – индекс материала в стоимостном выражении;  $\mu$  - удельный вес (масса) каждого наименования материала;  $C_i$  – цена за единицу

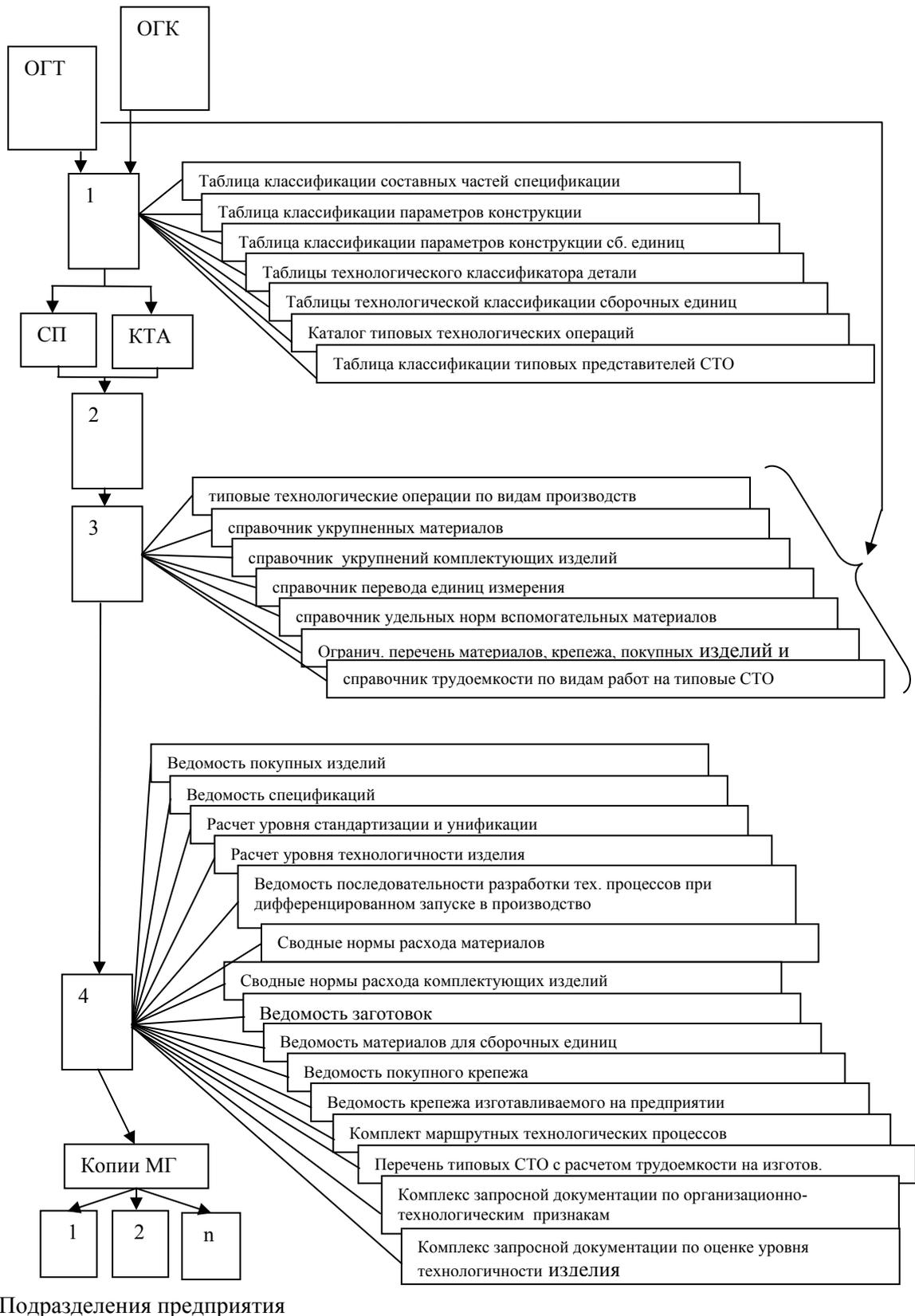


Рисунок 1. Схема функционирования системы формирования документов производных от массивов КТА и СП с использованием АСТЭП



$$q_i = t_\beta \cdot \sigma_i, \quad (3)$$

где  $t_\beta$  - величина квантиля, зависящая от закона распределения величины  $M_{\phi_i}$ . Приводится графоаналитическая модель оценки ожидаемой потребности в материалах  $i$ -го наименования в течение  $T_{ни}$  при организации опытного производства. При анализе существующей системы организации опытного производства предлагается использовать эмпирическую формулу, определяющую величину гарантийного запаса:

$$q_i = 2t_\beta M_i^{1,3} \cdot T^{-0,2}. \quad (4)$$

В первой главе также приводятся результаты анализа достоинств и недостатков системы конструкторско-технологического анализа при организации опытного производства; формулируются задачи дальнейших исследований и выводы по главе, что позволило перейти к разработке моделей организации опытного производства приборных комплексов на основе технико-экономического проектирования по методологии функционально-стоимостной инженерии.

**Во второй главе** проводятся качественные исследования системы организации опытного производства приборных комплексов на исследуемом предприятии, приводится уточнённая вероятностная модель, снабжённая *стоимостным* показателем:

$$P(t) = [MP_{op}(t) + MP_T(t) + P_{op}(t) + P_T(t)] \cdot C_{ij}, \quad (5)$$

где  $P_{op}(t)$  и  $P_T(t)$  – компоненты характеристик, значения которых определяются организационными и технологическими процессами;  $t$  – некоторая независимая переменная;  $MP_{op}(t)$  и  $MP_T(t)$  – компоненты математического ожидания данного параметра, определяемые этими же процессами;  $C$  – стоимость функции организации опытного производства приборных комплексов (по методологии функционально-стоимостной инженерии);  $i$  – индекс системы организации опытного производства приборных комплексов по вариантам  $j$ . Разрабатываются модели организации опытного производства приборных комплексов на основе автоматизированной дифференциации объектов по уровням вхождения, приводится схема процесса организации (Рисунок 3) на примере объекта «Лесоруб-Э». Далее разрабатывается информационная модель организации опытного производства и метод технико-экономического проектирования через стоимость функции опытного производства на основе функционально-стоимостной инженерии:

$$\Phi[C(S), B(S), V(S), U(S)] = \int_0^1 \{C(S) \ln[B(S) + V(S) \ln[UCS]]\} dS \rightarrow \max, \quad (6)$$

где  $B(S)$ ,  $C(S)$ ,  $U(S)$  и  $V(S)$  – подлежащие определению суммарные неотрицательные на отрезке  $[0,1]$  функции, за счёт которых функционал  $\Phi$  имеет конечное значение;  $B$ ,  $C$ ,  $U$  и  $V$  – заданные положительные числа;  $\Phi$  – определяется по конечному пределу при  $\Delta S \rightarrow 0$ , который существует при условии непрерывности функций  $B(S)$ ,  $C(S)$ ,  $U(S)$  и  $V(S)$ .

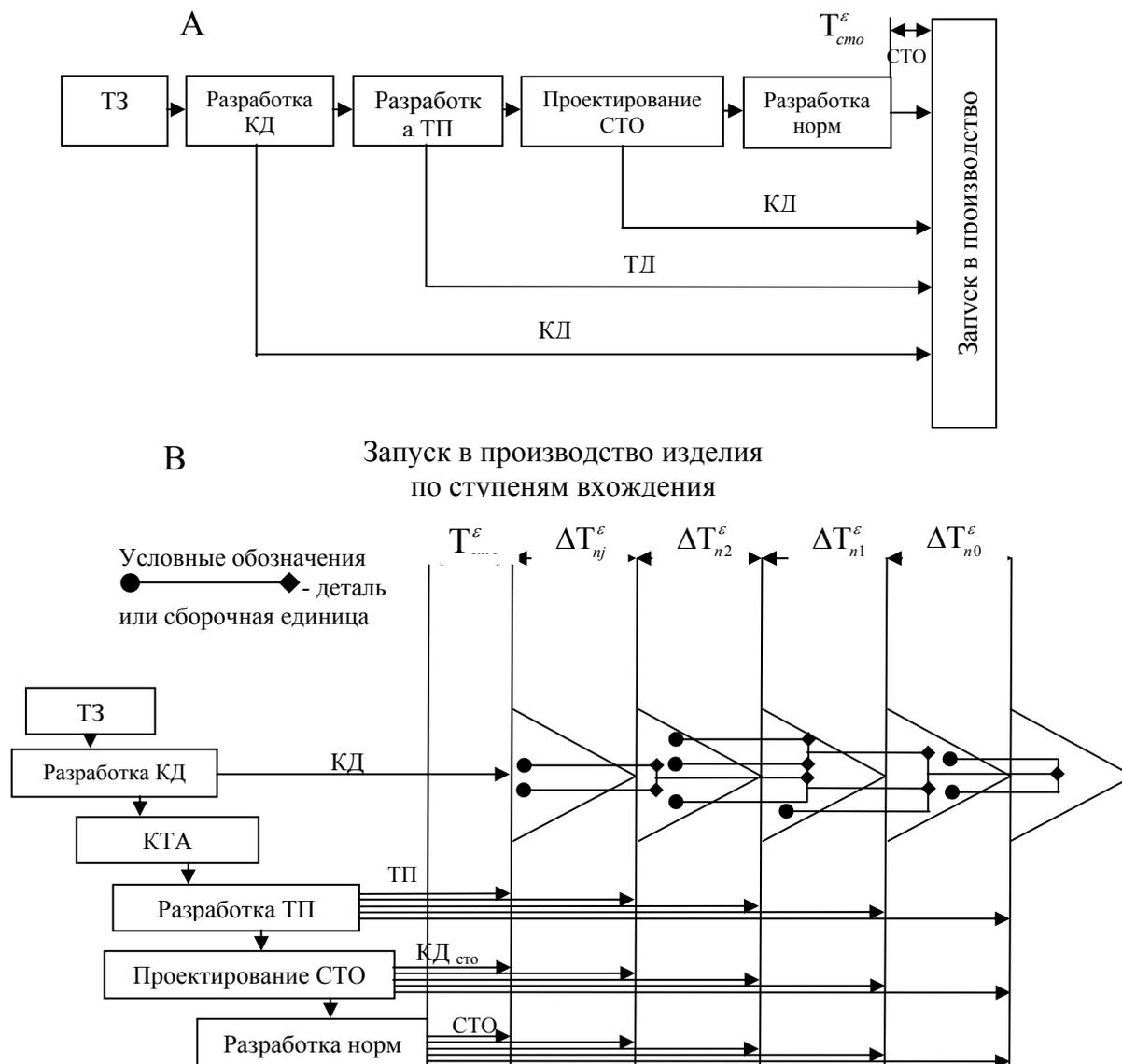


Рисунок 3. Схема процесса организации производства приборных комплексов на основе их автоматизированной дифференциации по уровням вхождения

Информационная характеристика системы организации опытного производства в условиях функционирования АСТЭП равна:

$$J^0 = \frac{C^2}{2} \ln(k_1 \ell) + \frac{V^2}{2} \ln(k_2 V) - \frac{C^2}{4} + \frac{V^2}{4} + \frac{1}{4k_1^2} + \frac{1}{4k_2^2}, \quad (7)$$

где  $k_i$  - коэффициенты конкордации, объединяющие (согласующие) условия оптимального развития при максимально быстром изменении информационной технико-экономической характеристики при автоматизированном технико-экономическом проектировании системы организации опытного производства или более кратко – оптимальные пропорции между составляющими системы организации производства при оценке потенциальных возможностей этой системы. Далее в главе выполняется математическая интерпретация

аналитических выражений количественных оценок технологического совершенства конструкции приборных комплексов для организации их опытного производства через единицу трудоёмкости изделия ( $T$ ) по функции конструкции ( $K_u$ )

$$T = \sum_{i=1}^n T_i^{(k)} + \sum_{i=1}^m T_i^{(n)}, \quad (8)$$

где  $\sum_{i=1}^n T_i^{(k)}$  - трудоёмкость процесса опытного производства;

$\sum_{i=1}^m T_i^{(n)}$  - стоимость в единицах трудоёмкости эксплуатации средств механизации и автоматизации (АСКТА и АСТЭП) и оборудования. Выводится математическая модель уровня технологичности реальной конструкции приборного комплекса:

$$P_T^{(N)} = P_T^{(u)} - P_T^{(a)} - P_T^8 = 1 - \sum_{n=1}^m K_T^{(a)} + \sum_{n=1}^m K_T^{(b)}, \quad (9)$$

где  $K_T^{(a)}, K_T^{(b)}$  - коэффициенты, характеризующие технологичность проектных параметров специфических групп ( $a$ ) и ( $b$ );  $P_T^{(a,b)}$  - уровни технологичности специфических групп. Для изделия, рассматриваемого в проекте «Лесоруб-Э»:

$$P_T^{(N)} = 1 - \sum_{n=1}^m K_T^{(b)} - K_T^{(P_2)} - K_T^{(1_3)}, \quad (10)$$

где  $P_2$  и  $P_3$  – варианты проектов;  $n$  и  $m$  – множества альтернативных вариантов проектно-технологических процессов при организации опытного производства приборного комплекса. В работе приводится оригинальная диаграмма фактического и нормативного показателей технологичности с функционально-эксплуатационными характеристиками конструкций и трудоёмкостью их производства (конструкций); выводятся специфический (для конкретного изделия «Лесоруб-Э») коэффициент технологичности для качественной организации опытного производства этого комплекса:

$$K_T = 1 - (K_{\phi 1} + K_{\phi 2} + \dots + K_{\phi n}), \quad (11)$$

при ограничениях  $0 < \sum_{i=1}^{\phi} K_{\phi} < 1$ , где  $i$  – индекс функции,  $K_{\phi 1}, K_{\phi 2}, \dots, K_{\phi n}$  – коэффициенты  $1, \dots, n$  факторов, затрудняющих процесс организации опытного изготовления и эксплуатации приборного комплекса;  $K_T$  – коэффициент технологичности для каждого сочетания характеристик параметров;  $1$  – показатель идеальной конструкции (по техзаданию заказчика), изготавливаемой без особых затруднений с использованием имеющихся производительных технологических процессов.

Далее в главе осуществляется разработка методики для оценки технического совершенства и рациональности конструкции приборных комплексов на основе АСТЭП; приводятся: диаграмма оценки количественной величины коэффициента технологичности при организации опытного производства приборного комплекса (на примере «Лесоруб-Э»), которая позволяет вычислить названный коэффициент с заданной степенью точности с использованием АСТЭП; графоаналитическая структура блока

«конструкторско-технологического анализа» в циклической проектно-технологической цепи «исследование-проектирование-производство» для совершенствования системы организации опытного производства приборного комплекса «Лесоруб-Э». Разрабатываются классификаторы: организационных и производственно-технологических признаков» и «деталей и сборочных единиц по методу изготовления в опытном производстве», формулируются выводы по второй главе, что позволяет перейти к разработке общей методики организации опытного производства с использованием научно-технических разработок автоматизированной системы технико-экономического проектирования (АСТЭП).

В третьей главе приводится анализ процедур совершенствования организационно-технической структуры системы организации опытного производства (СООП) в условиях функционирования автоматизированной системы конструкторско-технологического анализа (АСКТА), целью которого предопределяется создание информационной модели СООП для оптимизации организационно-технической структуры её процессов опытных производств предприятия. Формируется методика моделирования СООП на уровне функций «КТА проектируемых объектов производства» и «Обеспечение технологичности конструкций»; разрабатываются: перечень носителей информации функции «КТА проектируемых объектов производства» - тезаурус информационно-поисковый в виде матричной графоаналитической модели; блок-схемы процедур: «КТА – обработка на технологичность», «оценка параметров технологического совершенства», «классификация объектов опытного производства по конструкторско-технологическим признакам», «расчёт уровня стандартизации и унификации», «классификация объектов опытного производства», «анализ параметров технологического совершенства», «расчёт показателей технологичности», «определение нормативных показателей технологичности», «установление исходных данных для проектирования на этапе ТЗ», «оценка технологического совершенства и технологичности конструкций», с соответствующими табличными (матричными) данными к каждой блок-схеме. В соответствии с методологией функционально-стоимостной инженерии рассчитывается оценка показателя валидности СООП по эффекту опережающей информации и разрабатывается метод описания системных показателей проектных процедур ООП в условиях функционирования АСТЭП и АСКТА, предлагается математическая модель готовности СООП к производству опытного образца приборного комплекса:

$$S_{kiziz} = \sum_{i=1}^N {}^0 F_{ij} / \sum_{i=1}^N C_{ij} \sum_{j=1}^N t_j, \quad (12)$$

где  $F_{ij}$  и  $C_{ij}$  – функциональные и стоимостные показатели СООП;  $i$  – индекс функции,  $j$  – индекс варианта или количество временных показателей (интервалов) между этапами в циклической цели «исследование-проектирование-производство»;  $t_j$  – время на подготовку и принятие решения;  $N$  – номер варианта приборного комплекса в соответствии с конструкторско-технологической документацией (КТД);  $(^0)$  – нынешнее (фактическое) состояние объекта производства.

Формируются далее математические модели производственно-технологического процесса СООП приборного комплекса «Лесоруб-Э» в виде:

$$J(t + \Delta t) = A\{U(t) + By(t); F[\xi(t), \eta(\tau)]\}, \quad (13)$$

а также при случайных воздействиях в опытных производствах, вида:

$$My(t + \Delta t) = MA\{U(t) + B[My(t)], \xi(t)\}, \quad (14)$$

где  $y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  - выходная комплексная переменная;  $\Delta t$  – время от полного цикла «...-проектирование-производство» до получения контрольной информации о результатах этой функции (полезного действия по методологии ФСИ);  $A$  – оператор действия комплекса систем автоматизации (АСКТА, АСТЭП, АСУП и др.);  $U(t) = \{U_1(t), U_2(t), \dots, U_n(t)\}$  – входные контролируемые воздействия;  $B$  и  $F$  – операторы управляющих и неуправляющих воздействий;  $\xi(t) = \{\xi_1(t), \xi_2(t), \dots, \xi_n(t)\}$  - контролируемые, но не управляемые воздействия;  $\eta(t) = \{\eta_1(t), \dots, \eta_n(t)\}$  - неконтролируемые воздействия.

Формулируются выводы по третьей главе, что позволяет перейти к реализации научно-технических разработок в части адаптации моделей процессов организации опытного производства с использованием методологии функционально-стоимостной инженерии и произвести расчёт экономической эффективности этих разработок (на примере штатного приборного комплекса «Лесоруб-Э»).

**В четвёртой главе** приводится процедура проверки моделей процессов опытного производства приборных комплексов на штатном изделии «Лесоруб-Э» с использованием многокритериальной оптимизации системы организации опытного производства в условиях функционирования автоматизированных систем (АСКТА и АСТЭП). Адаптационные процедуры рассматриваются с позиции целевой функции

$$\varphi(X) = \sum_{i=1}^n \frac{f_i(x) - f_i^m}{f_i^M - f_i^m} = \sum_{i=1}^n \lambda_i f_i(x) - C, \quad (15)$$

где  $\lambda_i$  – полнота и плотность технико-экономической информации в СООП по  $i$ -й функции разработок приборных комплексов,  $f_i(x)$  – целевая функция разработок. В процессе формализации информационных потоков под СООП (АСКТА и АСТЭП), формируется новое множество допустимых альтернатив

$$S^{k+1} = \{x \in S^k : f_{i(k)}(x) \geq C_{i(k)}\}, \quad (16)$$

где  $k$  – номер итераций;  $S^k$  – состав информации СООП на  $k$ -ом итерационном шаге при проектировании;  $i(k)$  – индекс функции проектирования на  $k$ -ом итерационном шаге;  $C$  – стоимостной показатель по функции проектирования и организации опытного производства  $i$  на  $k$ -ом шаге;  $x$  – факторный признак проектирования и организации опытного производства.

Далее с использованием адаптированной на предприятиях отрасли методики по расчёту экономической эффективности разработок произведён расчёт экономической эффективности.

Расчёт экономической эффективности от совершенствования систем технико-экономического проектирования и организации опытного производства в автоматизированной системе UNIGRAphics (АСТЭП) составил (условный экономический эффект)  $\mathcal{E} = \mathcal{E}y = 2186455,5$  руб., а годовое снижение

трудоемкости – 2410 н/час.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании проведенных исследований, экспериментов и экономико-математических расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Построена структура автоматизированной системы конструкторско-технологического анализа для решения задач организации опытного производства, что позволило сформулировать задачи исследований по совершенствованию системы организации опытного производства приборных комплексов в условиях функционирования модуля АСУП в виде АСТЭП на основе АСКТА и технико-экономического проектирования для цели снижения общей трудоемкости изготовления приборных комплексов.

2. Разработаны модели организации опытного производства приборных комплексов на основе технико-экономического проектирования по методологии функционально-стоимостной инженерии, что позволило создать методику оценки рациональности конструкции приборных комплексов в условиях функционирования АСТЭП и АСКТА комплексной АСУП.

3. Разработана методика организации опытного производства с использованием научно-технических разработок автоматизированной системы технико-экономического проектирования и конструкторско-технологического анализа, что позволяет выполнять анализ процедур совершенствования системы организации опытного производства, проводить классификацию на уровне функций конструкторско-технологического анализа для обеспечения технологичности конструкции, разработать блок-схемы процедур организации опытного производства и классификации объектов производства.

4. Произведён расчёт экономической эффективности применения разработанных моделей организации опытного производства, который показал, что расчётный коэффициент эффективности системы организации опытного производства в условиях функционирования АСТЭП и АСКТА комплексной АСУП модификации UNIGRaphics составляет значение 2,3.

### Основные положения диссертации опубликованы

*в рецензируемом научном издании, определенном Высшей аттестационной комиссией:*

1. Петрова, Т.Е. Системный подход к анализу точности операций механической обработки в САПР технологических процессов [Текст] /А.М. Джафаров, Д.Г. Вольсков, С.А. Кобелев // Известия Самарского научно-технического центра Российской академии наук. Спец. выпуск «Технологии, процессы и системы в ходе их эволюционного развития» - Том 1. - 2006. – С. 128-130.
2. Ларин, С.Н. Автоматизированная система оценки и анализа проектных решений [Текст] / С.Н. Ларин, А.М. Джафаров // Известия Самарского научно-технического центра Российской академии наук. Спец. выпуск «Технологии, процессы и системы в ходе их эволюционного развития» - Том 1. - 2006. – С. 159-62.

3. Джафаров, А.М. Экономическо-математическая модель построения календарно-объёмного плана опытного производства на основе функционирования автоматизированной системы конструкторско-технологического анализа [Текст] /А.М. Джафаров, С.Н. Ларин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Спец. выпуск «Технологии, процессы и системы в ходе их эволюционного развития». – Т.2. –2007. – С. 24-27.

***в других изданиях:***

4. Маркарян, И.Н. Динамика развития промышленного комплекса с позиции функционально-стоимостной инженерии [Текст] /П.М. Попов, А.М. Джафаров // «Наука и образование в условиях модернизации России» Материалы седьмой российской научно-методической конференции 10-11 мая 2006 г. – Сочи: Изд-во «Стерх», 2006. – С. 294 – 303.
5. Джафаров, А.М. Функционально-стоимостный анализ производственных процессов в опытном производстве приборных комплексов [Текст] / П.М. Попов, А.М. Джафаров // «Наука и образование в условиях модернизации России» Материалы седьмой российской научно-методической конференции 10-11 мая 2006 г. – Сочи: Изд-во «Стерх», 2006. – С. 304 – 309.