

На правах рукописи



Соседко Виталий Владимирович

**Модели и алгоритмы интегрированной системы автоматизации
проектирования и конструкторско-технологической подготовки
производства приборостроительного предприятия**

Специальность
05.13.12 - Системы автоматизации проектирования
(промышленность)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Омск - 2014

Научный руководитель доктор технических наук, доцент Янишевская Анна Генриховна

Роголина Лариса Геннадьевна, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Новосибирск, доцент кафедры «Беспроводные информационные системы и сети»;

Огородникова Ольга Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, доцент кафедры «Электронное машиностроение».

Ведущая организация ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск.

Защита состоится «25» июня 2014 г. в 15 час 30 мин на заседании диссертационного совета Д212.025.01, созданного на базе ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ), адрес: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ауд. 335-1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ВлГУ: diss.vlsu.ru.

Автореферат разослан « » 2014 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, направлять по адресу университета: 600000, г. Владимир, ул. Горького 87, ВлГУ, ученому секретарю диссертационного совета Д212.025.01.

Ученый секретарь диссертационного совета



Давыдов Н.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности

Единое информационное пространство (ЕИП) - технологическая среда, в которой взаимодействуют участники жизненного цикла изделия, включающая инфраструктуру, средства и протоколы взаимодействия.

Создание и внедрение ЕИП на отечественных предприятиях является актуальной задачей. Как показывает практика, в настоящее время многие предприятия осознали, что только интегрируя свои автоматизированные системы (АС) в ЕИП, можно получить наибольший эффект от их использования.

Основная задача при создании и внедрении ЕИП – организация единой платформы, позволяющей получать всю необходимую информацию из корпоративных источников (баз данных и справочников) разного уровня. Это приводит к объединению, структурированию, функционированию и дальнейшему развитию единого информационного пространства - сбору, обработке, хранению, вводу, поиску и передаче информации.

Предмет деятельности CALS - информационная интеграция, совместное использование и обмен информацией об изделии, среде и процессах, выполняемых в течение жизненного цикла изделия.

Основа CALS-технологий - это комплекс интегрированных информационных моделей - жизненного цикла изделия и происходящих в его ходе бизнес-процессов, производства и эксплуатации. Структура выполняемой (проектной, технологической и эксплуатационной) документации, языки и формы ее представления должны подчиняться стандартам. Это гарантирует успешную работу с общим проектом коллективов, разнесенных во времени и пространстве и применяющих разные CAE/CAD/CAM-системы или их версии. При этом возможно многократное использование одной и той же проектной документации в разных проектах, а технологической документации - на разных производствах, что позволит значительно сократить и удешевить циклы проектирования и изготовления изделия.

Основные компоненты CALS-технологий на производственном предприятии – это CAD/CAM/CAE/PDM-системы, а также инструменты технологии параллельного проектирования при групповом использовании данных, системы отображения процесса разработки в течение всего цикла, средства для разработки прикладного программного обеспечения (ПО) и обмена данными, методы и способы анализа деятельности в процессе конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) и управления.

CAE/CAD/CAM-системы имеют одно общее понятие – системы автоматизированного проектирования. Умелое сочетание данных систем, а также PDM-системы в единый комплекс в зависимости от требуемого функционала и исходя из финансовых и технологических возможностей, позволяет организовать на предприятии систему автоматизации проектирования. Данным вопросам уделяли внимание: Норенков И.П., Ланцов В.Н., Жигалов И.Е., Кутепов В.П., Львович Я.Е., Егоров М.М., Митрохин П.В., Лещев В.Т., Казакова А.В., Ямпурин Н.П., Кроль Т.Я. и др.

Объект исследования – интегрированные системы автоматизации проек-

тирования и конструкторско-технологической подготовки производства приборостроительного предприятия.

Предмет исследования – средства и процедуры информационного обеспечения систем автоматизации проектирования и технологической подготовки производства.

Целью работы является обеспечение оперативности планирования производства и повышение производительности труда процессов автоматизированного проектирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1 Провести анализ современных систем автоматизации проектирования и технологической подготовки радиоэлектронного и машиностроительного направлений для выявления перспектив их применения в процессах автоматизации проектирования.

2 Разработать математическую модель единой системы КТПП и производства предприятия.

3 Разработать структурную модель процессов конструкторской подготовки приборостроительного производства.

4 Разработать алгоритмы процессов централизованного пополнения единых баз данных: библиотек, справочников, классификаторов, информационно-справочной системы, используемых в процессе конструкторской подготовки производства (РЭ, СУИ, МиС, ЕСКД, Технорма/ИнтраДок).

5 Разработать структурную модель процессов технологической подготовки приборостроительного производства.

6 Разработать структурную модель интегрированной среды обмена данными для автоматизации проектирования радиоэлектронных устройств приборостроительного предприятия.

Научная новизна работы:

- разработаны специализированные модели и универсальные алгоритмы пополнения баз данных единой конструкторской системы;
- предложена единая среда для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства, основанная на интеграции служб и подразделений приборостроительного предприятия;
- доказана перспективность применения разработанных подходов и методов при проектировании и изготовлении новых видов продукции;
- введено понятие процесса присвоения номеров конструкторских документов в электронном корпоративном классификаторе ЕСКД.

Теоретическая значимость исследования обоснована следующим:

- доказаны положения и, методики, вносящие вклад в расширение представлений о взаимодействии элементов системы конструкторско-технологической подготовки производства;
- применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован базовый метод анализа работы подразделений приборостроительного предприятия;

- изложены идеи применения алгоритмов пополнения единых баз данных и справочников систем автоматизации проектирования;
- раскрыто несоответствие плановой загрузки основных служб предприятия и их фактической деятельности с учетом номенклатуры выпускаемой продукции и интересов заказчика;
- изучены внутренние и внешние связи элементов системы конструкторско-технологической подготовки производства;
- проведена модернизация технологических процессов проектно-конструкторских работ.

Практическая значимость

Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается следующим:

- разработаны и внедрены на приборостроительном предприятии ОАО «ОмПО «Иртыш» алгоритмы ведения проектно-конструкторских работ за счет использования новых программных модулей, применяемых в процессе проектирования изделий, что подтверждено актами внедрения;
- определены перспективы применения разработанных методов для обеспечения оперативности планирования производства приборостроительных предприятий;
- создана система практических рекомендаций и примеров по выбору и внедрению систем автоматизированного проектирования на приборостроительных предприятиях;
- представлены методические рекомендации по дальнейшему совершенствованию и практическому использованию организационного и программного обеспечения САПР

Методология и методы исследования. В работе использованы методы математического моделирования и теории вероятности, теории массового обслуживания и математической статистики, теории автоматизации проектирования и современные информационные технологии.

Положения, выносимые на защиту:

- математическая модель системы, позволила выявить особенности работы и взаимосвязи между структурными подразделениями приборостроительного предприятия, а также ритмичность их работы и пути повышения производительности труда на производстве.
- структурная модель процессов конструкторской подготовки приборостроительного производства позволяет оценивать ритмичность работы конструкторских отделов и указывает способы повышения производительности труда на предприятии.
- алгоритмы процессов централизованного пополнения единых баз данных: библиотек, справочников, классификаторов, информационно-справочной системы, используемых в процессе конструкторской подготовки производства отличаются высокой универсальностью.
- структурная модель процессов технологической подготовки производства обеспечивает возможность улучшить ритмичность работы технологической службы приборостроительного предприятия.

- структурная модель процессов единой конструкторско-технологической подготовки приборостроительного производства отличается высокой интеграцией процессов конструирования, разработки технологии и изготовления продукции, а также снижает вероятность возникновения ошибок в процессе проектирования и изготовления изделий.

Степень достоверности результатов исследования обусловлена тем, что:

1. Для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании ОАО «ОмПО «Иртыш», показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях и на различных изделиях;

2. Теория построена на известных проверяемых данных с использованием методов теории вероятности, теории моделирования, теории эксперимента, программирования и согласуется с полученными экспериментальными данными по теме диссертации;

3. Идея базируется на анализе практики, передового опыта и основах теории моделирования, методах системного анализа и математической статистики;

4. Используются сравнения авторских расчетных и экспериментальных данных и данных, ранее полученных на предприятиях, в частности ОАО «ОмПО «Иртыш»;

5. Установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными на приборостроительном предприятии ОАО «ОмПО «Иртыш» по данной тематике;

6. Используются современные методики сбора и обработки исходной информации, а также новейшие способы и средства хранения информации с применением средств вычислительной техники.

Апробация работы

Результаты научной работы были изложены на научных конференциях и семинарах. Основные положения и результаты диссертации доложены: на II-й Международной научно-практической конференции “Системы проектирования, моделирования, подготовки производства и управление проектами CAD/CAM/CAE/PDM” в городе Пензе (2008 г.), на Всероссийской научно-практической конференции ученых, преподавателей, аспирантов, студентов, специалистов промышленности и связи, посвященной 15-летию ИРСИД в городе Омске (2012 г.), в журналах “Автоматизация и современные ТЕХНОЛОГИИ”, “Омский научный вестник”, “САПР и графика”, “Технологии в электронной промышленности” и “Инженерный вестник Дона”. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из них 6 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК, получено 2 свидетельства о регистрации электронного ресурса.

Диссертационная работа включает введение, четыре главы, заключение, список литературы из 145 наименований, 7 приложений. Объем диссертации 187 страниц, включены также 42 рисунка, 16 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта актуальность, сформулированы цель и основные задачи исследований, научная новизна, основные защищаемые научные положения, а также практическая значимость работы.

В первой главе «Анализ интегрированных систем и средств автоматизации проектирования и конструкторско-технологической подготовки производства приборостроительного предприятия» проанализированы процессы конструкторской и технологической подготовки производства и имеющиеся программные средства для их автоматизации.

Осуществлен обзор и анализ программных средств, позволяющих автоматизировать данные процессы. В результате проведенного анализа процессов КТПП были выявлены предпосылки и потребности в их автоматизации на предприятии.

Кратко указаны основные термины, определения и классификация систем автоматизированного проектирования (САПР). Рассмотрены принципы сквозного проектирования в САПР радиоэлектронных устройств (РЭУ) и машиностроительных САПР.

Были проанализированы наиболее распространенные системы автоматизированного проектирования и системы автоматизации технологической подготовки как радиоэлектронного, так и машиностроительного направлений.

Во второй главе «Моделирование интегрированной системы автоматизации проектирования и конструкторско-технологической подготовки производства» рассмотрены классификация математических моделей и способы их построения.

Разработан граф состояний и построена математическая модель единой системы КТПП и производства приборостроительного предприятия.

Многие разновидности производственной деятельности на предприятии, которые приходится анализировать при выборе оптимального решения, развиваются как случайные процессы, поэтому для математического описания КТПП, а также для автоматизации управления производством, как правило, развивающихся в форме случайных процессов, применен математический аппарат, разработанный в теории вероятности для так называемых марковских случайных процессов.

Для случайных процессов, протекающих во время КТПП и в управлении производством с их дискретными состояниями, наиболее подходящей является геометрическая схема - граф состояний. Графом состояний описываются потоки информации в управлении производством, случайная последовательность событий в котором будет марковской цепью.

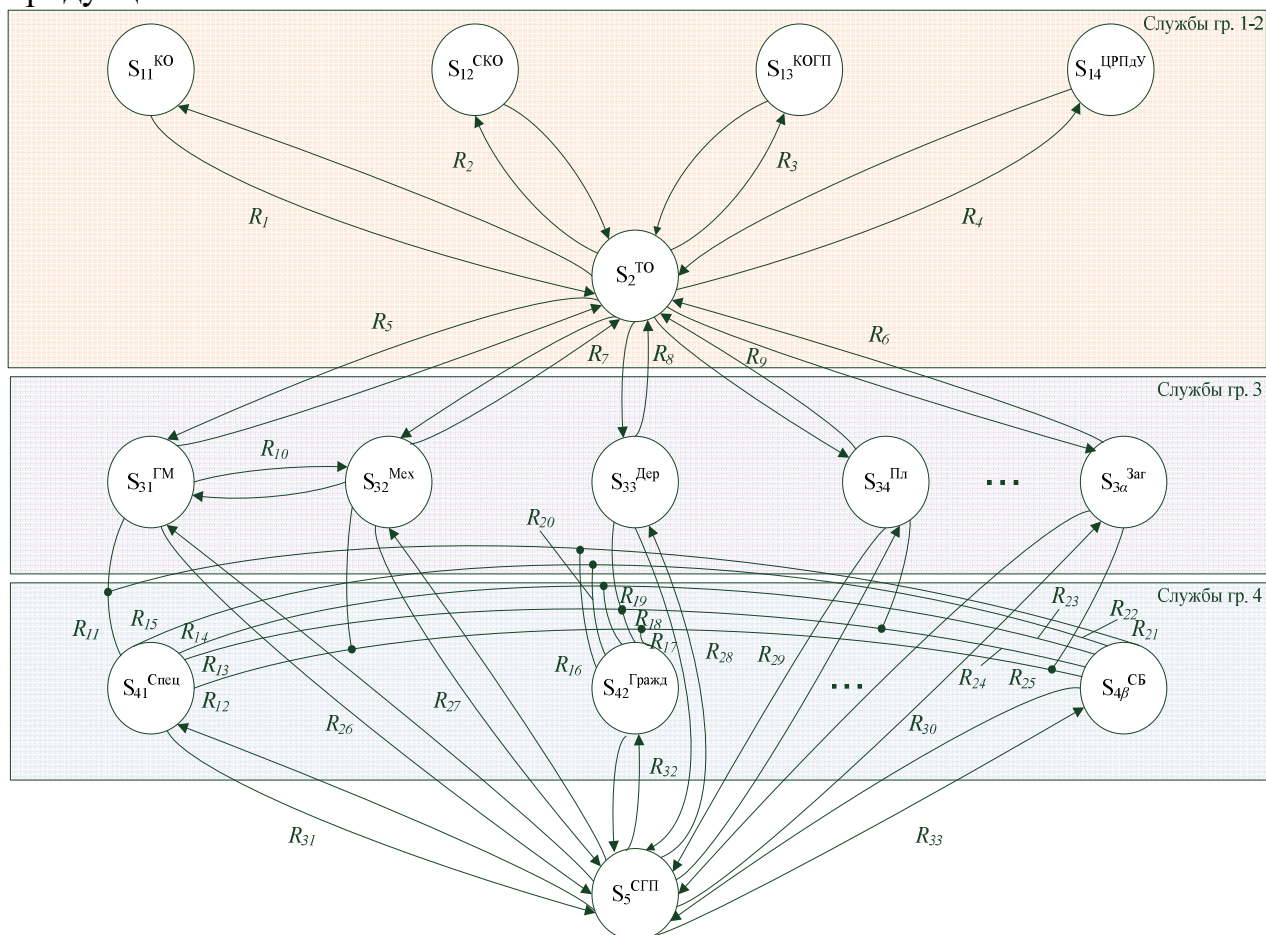
Размеченный граф состояний дает возможность определить вероятности состояний

$$p_1(t), p_2(t), \dots, p_n(t) \quad (1)$$

как функции времени. Данные вероятности удовлетворяют определенного вида дифференциальным уравнениям, так называемым уравнениям Колмогорова - особого вида дифференциальным уравнениям, в которых неизвестными функ-

циями являются вероятности состояний. Решение этих уравнений дает возможность определить вероятности состояний производства как функции времени.

Размеченный граф изменения состояний КТПП и производства в подразделениях, и в целом на предприятии, с дискретностью 24 часа (сутки) представлен на рисунке 1. Граф состояний охватывает все иерархические уровни структуры завода от инженерных служб и цехов разных профилей до склада готовой продукции.



$$R_1 \langle = \rangle \begin{Bmatrix} k_{11,2} \lambda \\ k_{2,11} \mu \end{Bmatrix} \dots R_5 \langle = \rangle \begin{Bmatrix} l_{2,31} \lambda \\ l_{31,2} \mu \end{Bmatrix} \dots R_{25} \langle = \rangle \begin{Bmatrix} m_{3\alpha,4\beta} \lambda \\ m_{4\beta,3\alpha} \mu \end{Bmatrix} \dots R_{28} \langle = \rangle \begin{Bmatrix} m_{33,5} \lambda \\ m_{5,33} \mu \end{Bmatrix} \dots R_{33} \langle = \rangle \begin{Bmatrix} m_{4\beta,5} \lambda \\ m_{5,4\beta} \mu \end{Bmatrix}$$

Рисунок 1 - Размеченный граф состояний КТПП и производства с описанием переходов

где: $S_{11}^{КО}$, $S_{12}^{СКО}$, $S_{13}^{КОГП}$, $S_{14}^{ЦРПДУ}$ - состояние систем конструкторских отделов (КО - конструкторский отдел, СКО - специальный конструкторский отдел, КОГП - конструкторский отдел гражданской продукции, ЦРПДУ - центр разработки передающих устройств);

$S_2^{ТО}$ - состояние системы технологического отдела (ТО);

$S_{31}^{ГМ}$, $S_{32}^{Мех}$, $S_{33}^{Дер}$, $S_{34}^{Пл}$, ..., $S_{3\alpha}^{Заг}$ - состояние систем заготовительных цехов (ГМ - гальвано-малярный, Мех - механический, Дер - деревообрабатывающий,

Пл - пластмасс, ..., Заг - заготовительный);

$S_{41}^{\text{Спец}}$, $S_{42}^{\text{Гражд}}$, ..., $S_{4\beta}^{\text{СБ}}$ - состояние систем сборочных цехов (Спец - специальных изделий, Гражд - гражданской продукции, ..., СБ - сборочный);

$S_5^{\text{СПП}}$ - состояние системы склада готовой продукции (СПП);

λ - плотность потока отправляемых документов;

μ - плотность потока возвращаемых документов;

k - первичные документы на запуск процессов конструкторской подготовки и технологической проработки - бизнес-процессы, запускаемые в PDM-системе;

l - первичные документы на запуск процессов технологической подготовки - бизнес-процессы, запускаемые в PDM-системе;

m - первичные документы, сопровождающие детали, узлы, блоки и изделия - маршрутные листы;

В связи с особенностями маршрутных технологий при организации производства на приборостроительном предприятии, а также для более эффективного управления подразделения были объединены в группы (на рисунке 1 в направлении сверху вниз):

1. Конструкторские отделы.
2. Технологический отдел.
3. Цеха заготовительного производства.
4. Цеха сборочные.
5. Склад готовой продукции.

Анализ потоков документов и данных, полученных после их обработки, показал, что полученный размеченный граф отображает многоканальную систему массового обслуживания.

Для каждого передела (конструкторская и технологическая подготовка, заготовительные и сборочные цеха) были составлены системы уравнений Колмогорова (2-6).

Состояние конструкторской подготовки:

$$\begin{cases} \frac{dp_{11}}{dt} = -k_{11,2}\lambda p_{11} + k_{2,11}\mu p_2 \\ \frac{dp_{12}}{dt} = -k_{12,2}\lambda p_{12} + k_{2,12}\mu p_2 \\ \frac{dp_{13}}{dt} = -k_{13,2}\lambda p_{13} + k_{2,13}\mu p_2 \\ \frac{dp_{14}}{dt} = -k_{14,2}\lambda p_{14} + k_{2,14}\mu p_2 \end{cases} \quad (2)$$

Состояние технологической подготовки:

$$\begin{aligned} \frac{dp_2}{dt} = & (k_{11,2}p_{11} + k_{12,2}p_{12} + k_{13,2}p_{13} + k_{14,2}p_{14} - (l_{2,31} + l_{2,32} + l_{2,33} + l_{2,34} \cdots + \\ & + l_{2,3\alpha})p_2)\lambda + (l_{31,2}p_{31} + l_{32,2}p_{32} + l_{33,2}p_{33} + l_{34,2}p_{34} \cdots + l_{3\alpha,2}p_{3\alpha} - (k_{2,11} + \\ & + k_{2,12} + k_{2,13} + k_{2,14})p_2)\mu \end{aligned} \quad (3)$$

Состояние склада готовой продукции:

$$\begin{aligned} \frac{dp_5}{dt} = & (m_{31,5} p_{31} + m_{32,5} p_{32} + m_{33,5} p_{33} + m_{34,5} p_{34} \cdots + m_{3\alpha,5} p_{3\alpha} + m_{41,5} p_{41} + \\ & + m_{42,5} p_{42} \cdots + m_{4\beta,5} p_{4\beta}) \lambda - (m_{5,31} + m_{5,32} + m_{5,33} + m_{5,34} \cdots + m_{5,3\alpha} + m_{5,41} + \\ & + m_{5,42} \cdots + m_{5,4\beta}) \mu p_5 \end{aligned} \quad (6)$$

Интегрирование данных систем уравнений дает возможность определить вероятности состояний конструкторско-технологической деятельности, а также производства как функции времени в каждый момент времени.

На основе проведенного мониторинга работы подразделений, задействованных в описанных производственных процессах, автором исследованы загрузка и ритмичность служб предприятия в процессе изготовления типового изделия. В ходе исследования экспериментальным путем были вычислены коэффициенты в соответствии с переходами графа состояний КТПП и производства. Для усреднения значений параметров в качестве базовых состояний взяты дни в начале, середине и конце месяца. В течение дня выбраны начало, середина и конец смены. Используя полученные значения коэффициентов в системах уравнений и, учитывая, что при постоянных вероятностях их производные равны 0, а также применяя нормировочное условие (7):

$$p_{11} + p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_2 + p_{31} + p_{32} + p_{33} + p_{34} + p_{3\alpha} + p_{41} + p_{42} + p_{4\beta} + p_5 = 1 \quad (7)$$

автором были вычислены вероятности состояний для заданных периодов месяца и в течение рабочего дня.

В результате анализа разработанной математической модели, применения принципов и методов, изложенных в процессе ее формирования, автором были предложены существенные изменения в бизнес-процессы конструкторско-технологической подготовки и производства предприятия, что привело к большей прозрачности производственного процесса, заключающейся в оперативном появлении актуальной информации о ходе производственных процессов у начальников подразделений всех рангов и ответственных за состояние производства лиц, а также к сокращению времени и уменьшению вероятности ошибочной передачи информации, деталей и блоков. Это, в свою очередь, положительно повлияло на динамику выполнения производственного плана, а также на себестоимость изделий в целом, зависящую, в том числе, от дополнительных расходов, связанных с потерями времени и финансовых ресурсов на устранение последствий от неправильно или не вовремя принятых решений и действий персонала.

В третьей главе «Исследование и внедрение средств автоматизации проектирования и конструкторско-технологической подготовки в единой информационной среде» разработаны блок-схемы процессов конструкторской и технологической подготовки производства для их формализации и автоматизации на каждом этапе схемы.

Проведен анализ и выбор оптимального варианта программного обеспечения процессов конструкторской и технологической подготовки радиоэлектронного и машиностроительного направлений.

Разработаны алгоритмы процессов централизованного пополнения единых баз данных и корпоративных справочников, используемых в процессе конст-

рукторской подготовки. Блок-схемы алгоритмов пополнения единой базы данных радиоэлементов САПР (рисунок 2), корпоративного справочника материалов и сортовентов, корпоративного справочника стандартных и унифицированных изделий на базе PDM-системы предприятия.

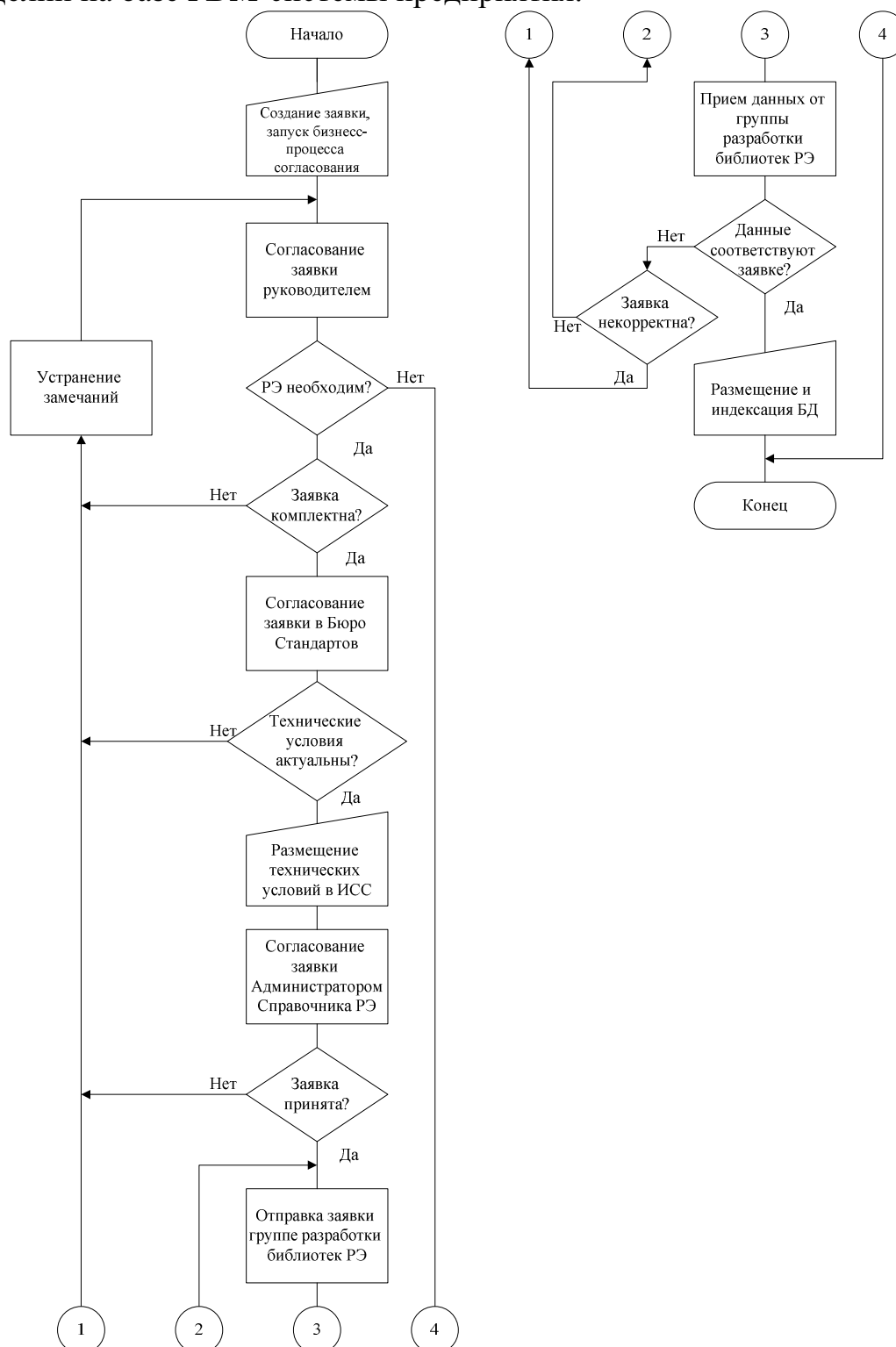


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритма пополнения единой базы данных радиоэлементов САПР

Разработаны алгоритмы подбора кодов документов в корпоративном электронном классификаторе ЕСКД и электронной автоматизированной регистрации конструкторской документации (КД). Также был разработан алгоритм по-

полнения нормативными документами (НД) единой информационно-справочной системы (ИСС) предприятия, включающий заказ, приобретение и внесение НД (ГОСТ, ОСТ, технические условия и другая необходимая документация) в ИСС (рисунок 3).

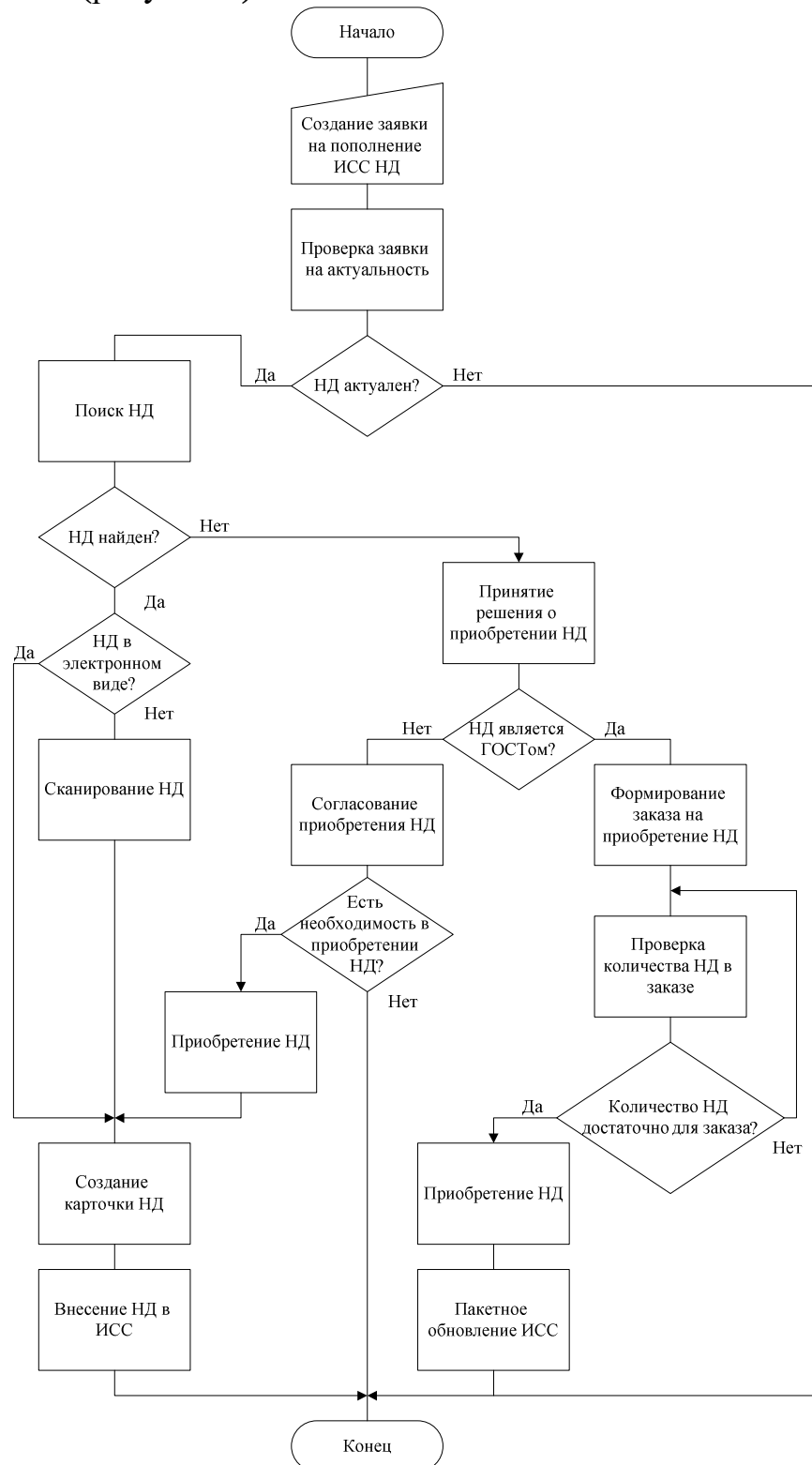


Рисунок 3 - Блок-схема алгоритма пополнения документами единой ИСС

Осуществлена интеграция процессов конструкторской и технологической подготовки производства на приборостроительном предприятии с учетом имеющейся PDM-системы.

В четвертой главе «Внедрение и эксплуатация системы автоматизации проектирования» описан процесс внедрения систем автоматизированного проектирования и технологической подготовки на приборостроительном предприятии. Основными этапами при внедрении определены: выбор САПР, определение необходимого количества рабочих мест САПР, опытная эксплуатация, техническое обеспечение, приобретение, установка и настройка САПР, методическое обеспечение, выпуск регламентирующих документов.

Описаны единая система КТПП и этапы ее автоматизации, структура баз данных и справочников, используемых в процессе работы в САПР, на которые были разработаны алгоритмы.

Данные алгоритмы реализованы в виде набора баз данных и средств работы с ними:

- БД радиоэлементов и справочник РЭ - программное средство, разработанное на предприятии, предназначенное для поиска, просмотра справочной и нормативной информации, а также применения РЭ в проектах РЭУ, выполняемых в радиоэлектронных САПР;

- Справочник материалов и сортаментов (МиС) - сторонняя коммерческая программа-справочник для поиска и выбора материалов для деталей, проектируемых в машиностроительных САПР;

- Справочник стандартных и унифицированных изделий (СУИ) - программное средство, разработанное на предприятии, предназначенное для поиска и применения изделий крепежа и др. в составе сборочных единиц при проектировании в машиностроительных САПР;

- Классификатор ЕСКД и электронный журнал регистрации КД - программа разработанная на предприятии, предназначенная для просмотра, выбора и регистрации кода разрабатываемой конструкторской документации;

- Информационная справочная система (ИСС) - сторонняя коммерческая информационная система, обеспечивающая поиск, просмотр и вывод на печать нормативной документации: межгосударственных стандартов и документации, разработанной или приобретенной предприятием.

На рисунке 4 изображен процесс обработки Администратором заявки на пополнение базы данных РЭ в PDM-системе предприятия согласно разработанному алгоритму.

На рисунке 5 отражен процесс прохождения заявки на пополнение базы данных материалов и сортаментов в PDM-системе предприятия согласно разработанному алгоритму.

На рисунке 6 изображен процесс регистрации нового обозначения КД в электронном классификаторе ЕСКД предприятия согласно разработанному алгоритму.

Автором организованы пополнение и эксплуатация базы данных и справочника радиоэлементов, корпоративного справочника материалов и сортаментов, справочника стандартных и унифицированных изделий, классификатора ЕСКД и информационно-справочной системы.

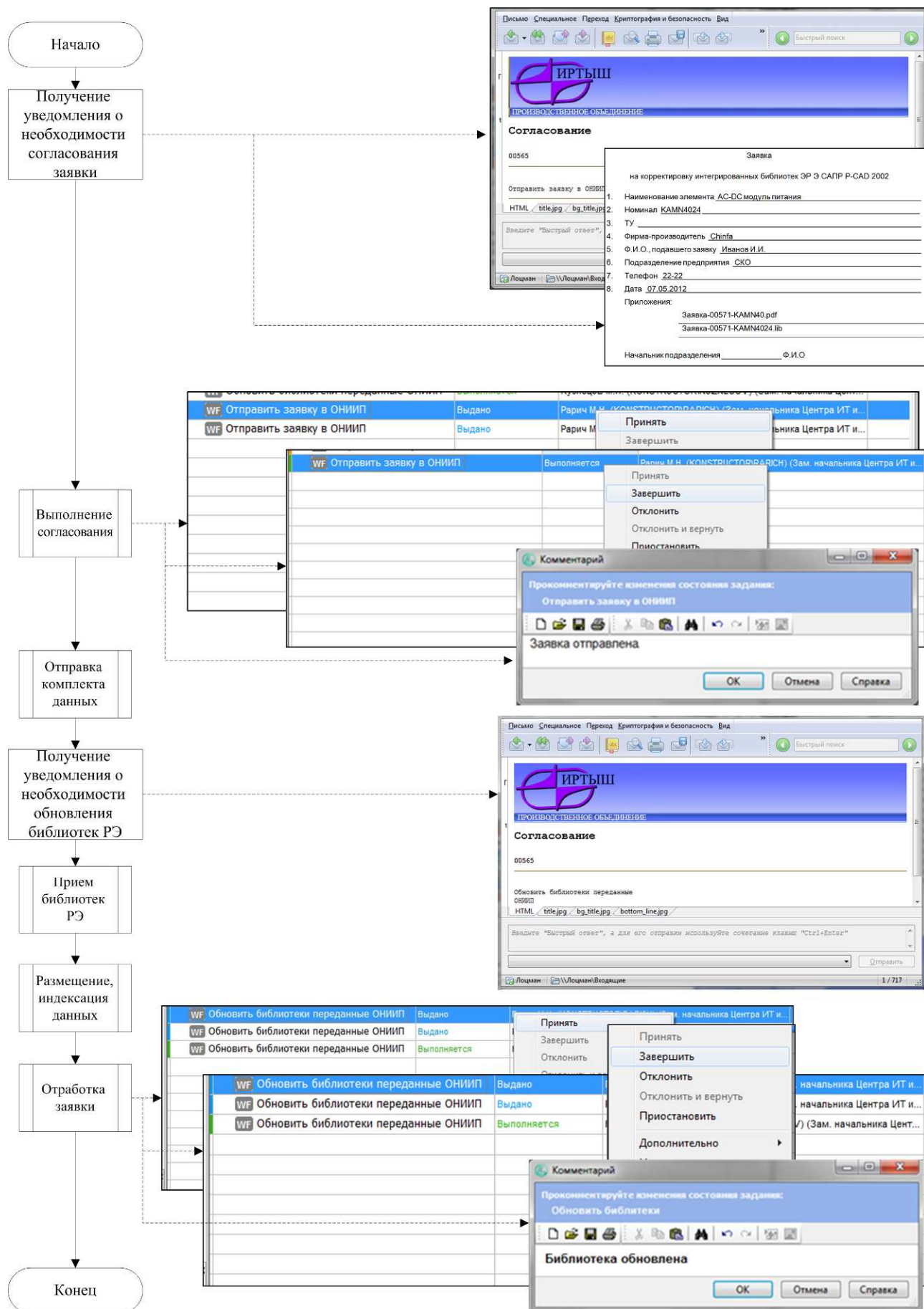


Рисунок 4 - Обработка заявки на пополнение базы данных РЭ

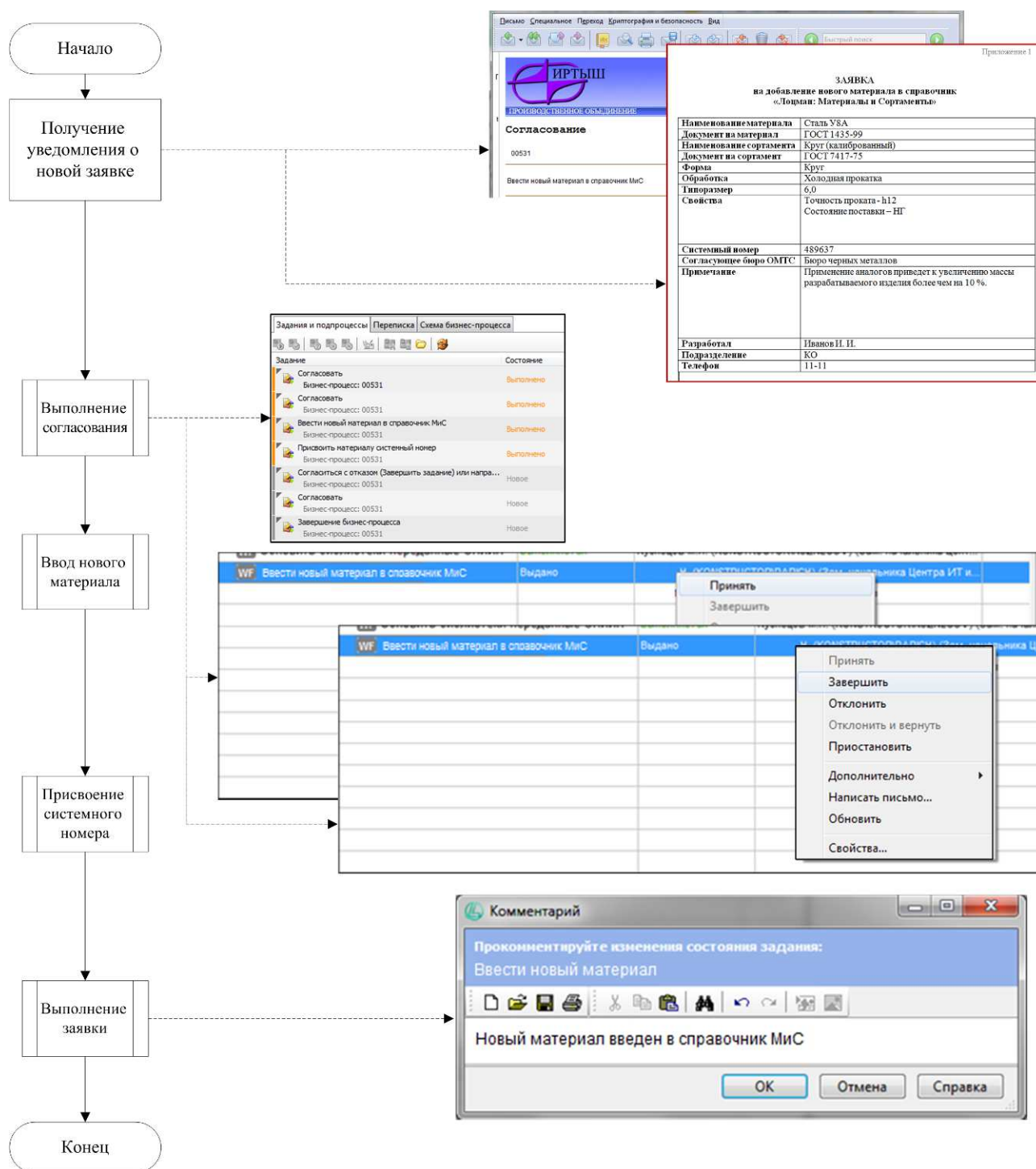


Рисунок 5 - Обработка заявки на пополнение базы данных МиС

На предприятии внедрен комплекс САПР, позволяющий осуществлять проектирование, технологическую подготовку и работу в системе управления данными об изделии на приборостроительном предприятии.

На основании разработанных автором математической модели единой системы КТПП и производства, и графа состояний была проведена работа по статистической обработке результатов внедрения математической модели, а также показано ее преимущество при внедрении на данном предприятии.

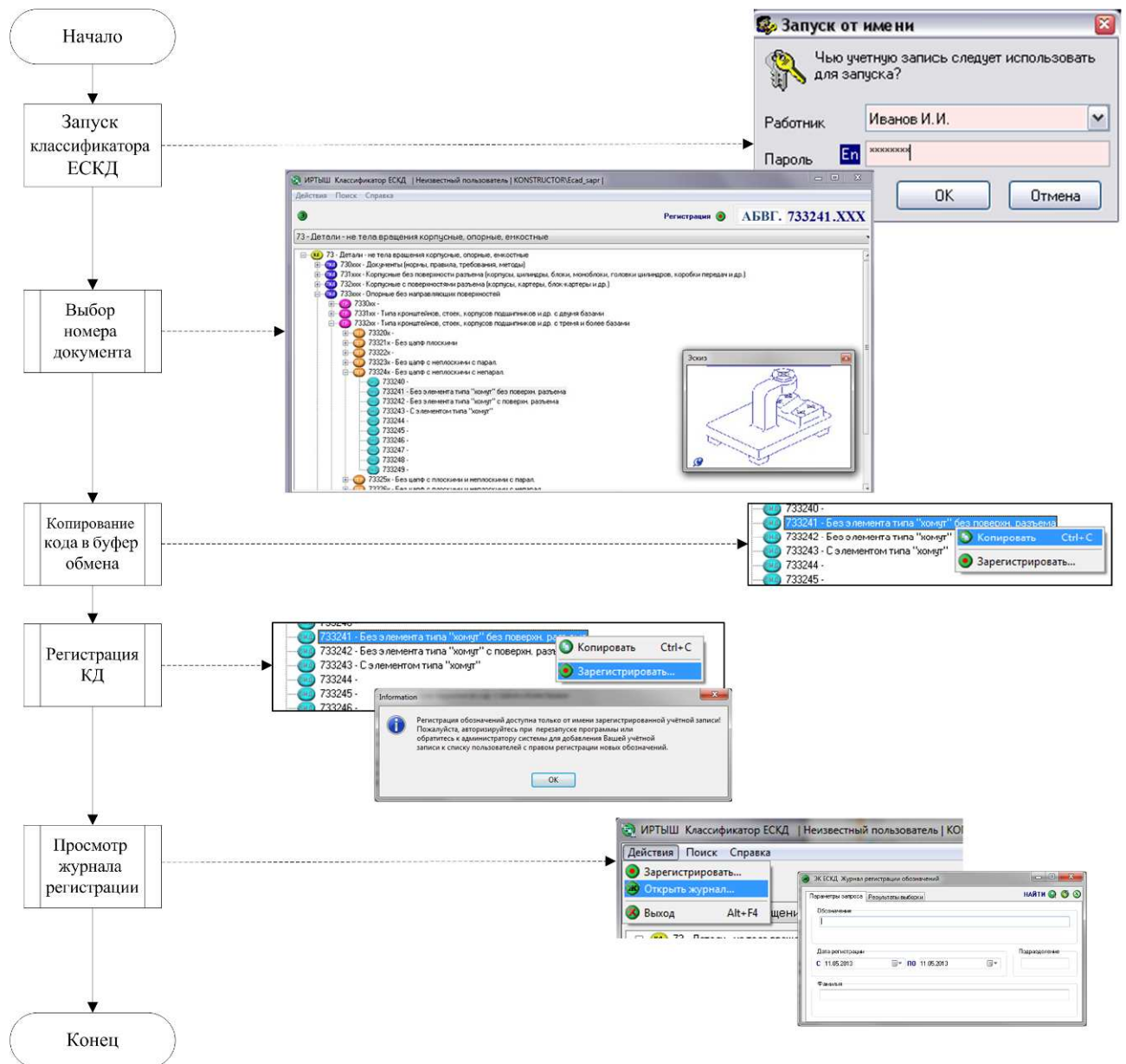


Рисунок 6 - Регистрация нового обозначения КД

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертационной работе разработана единая информационная среда обмена данными для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства радиоэлектронных устройств в приборостроении, включающая в себя программный комплекс систем автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства радиоэлектронного и машиностроительного направлений.

Основные теоретические и практические результаты работы:

1 Проведен анализ современных систем автоматизации проектирования и технологической подготовки радиоэлектронного и машиностроительного направлений. На основе проведенного анализа выбраны для внедрения и предложены к массовому и единичному применению программные продукты, предлагаемые на отечественном и мировом рынке программного обеспечения.

2 Разработана математическая модель единой системы КТПП и

производства предприятия, содержащая информацию о процессах, протекающих в единой среде обмена данными между такими подразделениями, как конструкторские и технологический отделы, заготовительные и сборочные цеха различного назначения, а также склад готовой продукции. Описан граф состояний и переходы процессов, составлены системы дифференциальных уравнений, интегрирование которых дает возможность определить вероятности состояний конструкторско-технологических операций, а также производства как функции времени в каждый момент времени.

3 На основании проведенного анализа деятельности, загрузки и ритмичности инженерных и производственных служб предприятия с применением результатов, полученных при создании математической модели, экспериментально определены коэффициенты в соответствии с переходами графа состояний КТПП и производства, применение которых в математической модели позволило вычислить вероятности состояний системы для каждого из задействованных подразделений в течение месяца. При этом появилась возможность более точного прогнозирования загрузки производственных служб предприятия и, соответственно, четкого планирования производства.

4 Разработана структурная модель процессов конструкторской подготовки приборостроительного производства. На каждом заявляемом этапе проектирования предложены к применению системы автоматизированного моделирования, анализа, проектирования.

5 Разработаны алгоритмы процессов пополнения единых баз данных предприятия: библиотек РЭ, справочников САПР МиС, СУИ, классификатора ЕСКД, связанного с электронным журналом регистрации конструкторских документов, а также информационно-справочной системы, используемых в процессе конструкторской подготовки производства на базе внедренной PDM-системы. Все бизнес-процессы ведутся в электронном виде, прозрачны и подвержены мониторингу и контролю.

6 Разработана структурная модель процессов технологической подготовки приборостроительного производства с применением систем автоматизированной технологической подготовки на каждом этапе.

7 Разработана структурная модель единой информационной системы обмена данными для автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства. Данная модель включает в себя структурные модели систем конструкторской и технологической подготовки производства с применением наборов БД и справочников в едином информационном пространстве предприятия.

8 Получены акты внедрения на ОАО ОмПО “Иртыш” на алгоритмы: алгоритм пополнения единой БД ЭРЭ САПР, алгоритм пополнения корпоративного справочника Стандартных изделий, алгоритм присвоения номеров документов в корпоративном классификаторе ЕСКД, алгоритм пополнения документами единой информационно-справочной системы.

9 Получены акт о внедрении результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс в Омском государственном техническом университете, а также свидетельства о регистрации электронных ресурсов:

программы сравнения двух чертежей, разработанных в САПР "Компас";
программы сравнения двух спецификаций, разработанных в САПР "Компас".

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи, опубликованные в изданиях перечня ВАК

1. Соседко, В.В. Разработка системы конструкторско-технологической подготовки производства на крупном промышленном предприятии [Текст] / В.В. Соседко // Автоматизация и Современные Технологии. - 2009. - №7. - С. 36-40.
2. Соседко, В.В. Организация единых библиотек радиоэлементов на базе программного продукта «Справочник радиоэлементов» [Текст] / В.В. Соседко // Омский научный вестник. – 2010. - № 3. - С. 240-242.
3. Соседко, В.В. Подготовка и оформление чертежа печатной платы в системе автоматизированного проектирования КОМПАС [Текст] / В.В. Соседко // САПР и графика. - 2011. - № 3. – С. 65-67.
4. Соседко, В.В. Опыт внедрения САПР на ФГУП ОмПО "Иртыш" [Текст] / В.В. Соседко // САПР и графика. - 2011. - № 9. – С. 102-103.
5. Соседко, В.В. Математическая модель единой системы конструкторско-технологической подготовки и производства на промышленном предприятии [Электронный ресурс] / В.В. Соседко, А.Г. Янишевская // Инженерный вестник Дона. Электронный журнал. – 2012. - №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1339> (Соискатель 50%).
6. Баранов, Д.Е. Разработка программного приложения для синхронизации базы данных справочника материалов и сортаментов [Электронный ресурс] / Д.Е. Баранов, В.А. Давыденко, А.В. Цупранков, А.Г. Янишевская, В.Б. Василевский, В.В. Соседко // Инженерный вестник Дона. Электронный журнал. – 2013. - №2. Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1722> (Соискатель 20%).

Публикации в других изданиях

7. Василевский, В.Б. Построение системы отслеживания этапов жизненного цикла изделий на крупном промышленном предприятии [Текст] / В.Б. Василевский, В.В. Соседко // II Международная научно-практическая конференция "Системы проектирования, моделирования, подготовки производства и управление проектами CAD/CAM/CAE/PDM". Сборник статей. Пенза. - 2008. - С. 5-7 (Соискатель 50%).
8. Соседко, В.В. Технологическая подготовка производства печатных плат на ФГУП ОмПО "Иртыш" с использованием систем автоматизированного проектирования и подготовки производства [Текст] / В.В. Соседко, В.Б. Василевский // II Международная научно-практическая конференция "Системы проектирования, моделирования, подготовки производства и управление проектами CAD/CAM/CAE/PDM". Сборник статей. Пенза. - 2008 г. - С. 76-78 (Соискатель 50%).
9. Соседко, В.В. Взаимосвязь процессов проектирования, технологической подготовки и изготовления радиоэлектронных устройств [Текст] / В.В. Соседко

// Технологии в электронной промышленности. - 2011. - № 5. – С. 48-51.

10. Соседко, В.В. Специфика разработки РЭУ в САПР с учетом нового высокотехнологичного оборудования на ОАО ОмПО “Иртыш” [Текст] / В.В. Соседко // Наука, образование, бизнес: Материалы Всероссийской научно-практической конференции ученых, преподавателей, аспирантов, студентов, специалистов промышленности и связи, посвященной 15-летию ИРСИД. Омск: Изд-во КАН, - 2012. – 390 с., с. 195-198

Свидетельства на электронные ресурсы

11. Программа сравнения двух чертежей, разработанных в САПР «Компас». Свидетельство регистрации электронного ресурса / М.ИНИПИ РАО:, 2012. - №17879. Мальгавко, Д.С., Кошман, М.А., Баранов, Д.Е., Давыденко, В.А., Янишевская, А.Г., Соседко, В.В., Василевский, В.Б (Соискатель 15%).

12. Программа сравнения двух спецификаций, разработанных в САПР «Компас». Свидетельство регистрации электронного ресурса / М.ИНИПИ РАО:, 2012. - №17880. Мальгавко, Д.С., Кошман, М.А., Баранов, Д.Е., Давыденко, В.А., Янишевская, А.Г., Соседко, В.В., Василевский, В.Б (Соискатель 15%).

Подписано в печать 15.04.2014.

Заказ № 319

Бумага офсетная.

Оперативный способ печати.

Тираж 100 экз.

Отпечатано в РПФ «СМУКАРТ»,
ИП Гусев С.В., ИНН 553102327648
г. Омск, пр. Мира 7, т. ф.: 65-16-27
8-904-323-38-73