



Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени.
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Н. Э. БАУМАНА

Факультет: Информатики и систем управления
Кафедра: Проектирование и технология производства электронной аппаратуры (ИУ4)

У т в е р ж д а ю
председатель оргкомитета
профессор В.А.Шахнов

п о л о ж е н и е о

О Л И М П И А Д Е
М Г Т У и м . Н . Э . Б а у м а н а
п о н а п р а в л е н и ю

« Т Е Х Н О Л О Г И Я
П Р И Б О Р О С Т Р О Е Н И Я »

Олимпиада проводится в рамках молодежной научно-технической конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы» и является отборочным туром для участия во Всероссийской олимпиаде по направлению подготовки "Технология приборостроения".

Москва
2006

1. Общие положения об олимпиаде

Открытая олимпиада МГТУ им.Н.Э.Баумана по направлению «Технология приборостроения» проводится ежегодно в рамках международной молодежной научно-технической конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы», проводимой кафедрами «Проектирование и технология производства ЭА» (ИУ4) и «САПР» (РК6). Конкурс проводится для команд студентов любых курсов Вузов Москвы и Московской области, обучающихся по направлению 551100 «Проектирование и технология производства ЭА» и 200100 «Приборостроение» и смежным специальностям.

Заинтересованность студентов в участии в конкурсе заключается в следующем:

- подготовка к сдаче Государственного экзамена по специальности;
- подготовка к защите выпускной квалификационной работы бакалавра;
- получение диплома победителя конкурса.

Критерием оценки качества работы, являются правильные ответы на поставленные вопросы конкурсной программы и проявление творческого подхода к поставленной задаче.

Победители олимпиады награждаются дипломами, ценными подарками и рекомендуются для участия в Всероссийской олимпиаде «ТЕХНОЛОГИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ», которая ежегодно проводится в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ от 22 февраля 2005 г. № 85 «Об организации и проведении Всероссийской студенческой олимпиады» в период проведения заседания УМО «Приборостроение» (6-7 декабря 2005 г.) на базе Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. Организатором Всероссийского конкурса является факультет Точной механики и технологии СПбГУ ИТМО, кафедра технологии приборостроения. Для участия приглашаются студенты любых курсов. Конкурс проводится с привлечением ресурсов системы дистанционного обучения (ДО) СПбГУ ИТМО через сеть Internet. Предусматривается очная форма проведения конкурса. Для участия приглашаются студенты других вузов и любых специальностей.

В рамках Всероссийского конкурса предусматривается проведение следующих соревнований:

- оценка знаний по курсам «Основы технологии приборостроения», «Конструирование типовых приборов и устройств», «Технология ЭВС», «Конструкторско-технологическое проектирование ЭВС», «Теоретические основы конструирования и надежности ЭС».
- проявление творческих способностей в решении технологических задач на конкретном примере. Для этого первым вопросом в билетах предложено: «Предложить маршрутный технологический процесс по предлагаемому чертежу для единичного и массового типа производства с выбором материала и вида заготовки. Пояснить письменно, какая нужна технологическая корректировка чертежа».

Остальные вопросы по проводимому конкурсу изложены на сайте кафедры технологии приборостроения Университета <http://www.tps.ifmo.ru>. Вузы могут предлагать студентов в личном соревновании или в командном. Команда может состоять из двух-трех студентов. Методика оценки ответов также представлена на сайте кафедры. В результате проведенных конкурсов выявляются победители в личном и командном зачете. Победителям присваивается звание Лауреата, они награждаются дипломами, денежными премиями или ценными подарками. С Порядком о проведении конкурса можно ознакомиться на сайте кафедры технологии приборостроения СПб ГУИТМО www.tps.ifmo.ru.

Заявки на участие команды во Всероссийском конкурсе направлять в Оргкомитет по адресу: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д.49, СПбГУ ИТМО, Почта-197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д.49. Ректорат: (812) 233-00-89. Общий отдел: (812) 232-97-04 Факс: (812) 232-23-07 Эл.почта: rector@mail.ifmo.ru, Научно-исследовательская часть: (812) 238-10-70 Тел. (812) 233-58-98

2. Порядок проведения олимпиады.

Проведение олимпиады осуществляется во второй день работы международной молодежной научно-технической конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы» с 10.00 до 13.00. Олимпиада проходит в один тур.

Регистрация команд осуществляется в первый день конференции. Состав команды не более 5 человек, в заявке указываются: ФИО членов команды, контактные координаты капитана команды, ФИО, звание и ученая степень тренера команды (если такой имеется), кафедры, курсы и группы в которых обучаются члены команды.

Состав конкурсного задания: теоретические вопросы по предметам: «Основы технологии приборостроения», «Конструирование типовых приборов и устройств», «Технология ЭВС», «Конструкторско-технологическое проектирование ЭВС», «Теоретические основы конструирования и надежности ЭС» (Приложение 1) и **практическое задание** по исследованию и разработке типового технологического процесса для выданного электронного изделия (на примере наборов «МАСТЕР КИТ» или аналогичных») (Приложение 2).

Для выполнения практического задания команде выдается комплект радиодеталей входящих в состав устройства, его краткое описание и предоставляется автоматизированное рабочее место.

Выполненное задание защищается командой перед членами жюри с использованием компьютерных средств представления работы (документация по работе представляется к защите в электронном виде и демонстрируется на компьютере), в которое входят ведущие преподаватели кафедры ИУ4 и представители промышленности. Оцениваются, как общий уровень выполнения задания, так и общий уровень теоретической подготовки, по вопросам, выданной команде в виде теоретических билетов.

Оценка результатов

Методика оценки решения конкурсных вопросов предметной студенческой олимпиады предложена ИТМО СПбГТУ.

Обратить внимание: в случае если не задан тип производства, участник самостоятельно выбирает тип производства и приводит пример в соответствии с выбранным типом производства.

Суммарную оценку за каждую задачу определяют по формуле:

$S = K_{сл} \cdot R_{пр} (K_{по} + K_{ор} - K_{т} - K_{оф})$,

где $K_{сл}$ - коэффициент сложности задачи,

$R_{пр}$ - критерий правильности решения,

$K_{по}$ - коэффициент полноты решения,

$K_{ор}$ - коэффициент оригинальности решения,

$K_{т} = (,) 1п$ - коэффициент, учитывающий правильность используемой терминологии,

$K_{оф} = 0,01 к$ - коэффициент, учитывающий качественное оформление решения,

$п$ - количество ошибок в терминологии,

$к$ - количество замечаний по оформлению решения.

Если в результате проверки конкурсной задачи какого-либо участника обнаружено, что решение задачи списано, то за данную задачу проставляется 0 баллов.

Разъяснения по использованию методики оценки.

Критерий правильности ответа на вопрос и есть оценка ответа. Если ответ на вопрос написан правильно – 5.

Все коэффициенты проставляются членами жюри по каждому ответу. Председатель жюри проставляет окончательно коэффициенты как средне арифметическое с учетом мнения всех членов жюри.

Таблица

№№ вопросов	Рпр	Ксл.	Кпо	Кор	Кт	Коф	С	Сумма 1,1+1,2+1,3
1,1								
1,2								-----
1,3								-----
2,1								
2,2								-----
2,3								

Победителем считается команда, набравшая максимальное количество баллов.

Награждение победителей

Члены команд победителей (занявшие призовые места с первого по третье) награждаются:

- дипломами олимпиады
- ценными подарками и денежными премиями от спонсоров олимпиады.
- результаты олимпиады (по решению профильной кафедры) могут быть зачтены как сдача зачетных мероприятий по профильным предметам с выставлением отличной оценки.
- рекомендацией для участия во Всероссийской олимпиаде «ТЕХНОЛОГИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ», проводимой ежегодно в Санкт-Петербурге осенью.

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

АИС	– Автоматизированная информационная система
АПК	– Аппаратно-программный комплекс
АСУ	– Автоматизированная система управления
БД	– База данных
БП	– Бизнес-процесс
ИС	– Информационная система
ПО	– Программное обеспечение
ПП	– Печатная плата
САПР	– Система автоматизированного проектирования
СУБД	– Система управления базами данных
ТЗ	– Техническое задание
ТП	– Технологический процесс
ЭВА	– Электронная вычислительная аппаратура
ЭД	– Электронный документооборот
ЭРЭ	– Электро-радио элементы
CASE	– Computer-Aided Software Engineering
CAD	– Computer-Aided Design – система автоматизированного проектирования
CRM	– Управление отношениями с потребителями
DFD	– Data Flow Diagram – диаграмма потоков данных
IDEF0	– Integrated Definition – метод и нотация структурно-функционального моделирования
IDEF1X	– метод и нотация разработки реляционных баз данных
IDEF3	– метод и нотация моделирования потоков работ
ERP	– Enterprise Resources Planning – планирование ресурсов предприятия
PDM	– Product Data Management – управление производственной информацией
UDP	– User Defined Properties – свойства, определяемые пользователем
UML	– Universal Modeling Language – универсальный язык моделирования

В О П Р О С Ы

по курсу « Основы технологии приборостроения» по специальности «Технология приборостроения»

1. Определения технологического процесса изготовления деталей приборов и его структурных составляющих.
2. Технологии, которые в приборостроении чаще других используются в качестве заготовительных, и принципы их выбора.
3. Погрешности изготовления деталей приборов и причины их возникновения.
4. Сущность и построение законов распределения действительных размеров и задачи, решаемые с использованием этих законов.
5. Технологические методы достижения требуемой точности и области их использования.
6. Базирование и базы в технологии приборостроения; классификация баз по различным признакам.
7. Классификация технологических баз, их сущность и области предпочтительного использования.
8. Принципы базирования и последствия их нарушения.
9. Виды технологических процессов и области их использования.
10. Основные формы технологической документации и их практическое использование.
11. Содержание технологической подготовки производства.
12. Технологические методы управления качеством изделий.
13. Основные этапы разработки технологических процессов изготовления деталей приборов и целесообразная последовательность их выполнения.
14. Геометрическая точность изделий и технологические методы управления ею.
15. Геометрия поверхностей, обработанных на различных металлорежущих станках, среднеэкономические показатели их точности и шероховатости.
16. Параметры режимов резания, их влияние на основные явления, происходящие при снятии стружки, и на качество изготавливаемых изделий.
17. Наиболее распространенные ЭФЭХ- технологии и области их предпочтительного использования.
18. RP-технологии, их сущность, их возможности и принципиальные отличия от традиционных технологий.
19. Целесообразность использования RP- технологий на различных этапах создания изделий.
20. Сравнительные характеристики обычного и сверхскоростного резания, а также лазерной резки и резания струей воды.
21. Сущность процесса сборки приборов и основные организационные формы ее реализации.
22. Сборочные размерные цепи и основные методы их решения.
23. Типовое содержание техпроцесса сборки приборов.
24. Типовые элементы станочных приспособлений и типовая последовательность проектирования приспособлений.
25. Сущность расчетов размеров приспособлений на точность и расчетов усилия зажима заготовок.

ВОПРОСЫ ПО КУРСУ

« КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТИПОВЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ»

1. Структура и особенность конструкций различных приборов.
2. Техническое задание на конструирование. Основные требования к конструкциям типовых приборов.
3. Методологические основы конструирования приборной аппаратуры.
Методы конструирования и стадии разработки конструкторской документации. Оценка качества разработки КД.
4. Уровни разукрупнения конструкций типовых приборов. Структурные уровни конструкций приборов.
Основные нормализованные изделия, элементы приборов и устройств.
5. Элементная база приборов. Выбор несущих конструкций. Конструкционные системы. Базовые несущие конструкции. Конструирование модулей высших структурных уровней.
6. Теплофизическое конструирование приборов и устройств. Виды теплопередачи. Критериальные уравнения теплопередачи. Тепловые модели блоков, общий случай теплопередачи. Методы термостабилизации.
7. Конструирование электромеханических узлов. Конструкция магнитных цепей. Конструкции обмоток.
8. Конструкция фотоэлектрических преобразователей.
9. Конструкция мехатронных изделий.
10. Защита конструкций приборов от дестабилизирующих воздействий. Виды климатических воздействий и методы защиты от них. Защита конструкций приборов от механических воздействий. Электромагнитные связи в конструкциях приборов. Экранирование электрических, магнитных и электромагнитных полей.

11. Конструкция тонкопленочных микроэлектронных приборов.
12. Конструирование толстопленочных микроэлектронных приборов.
13. Конструирование полупроводниковых микроэлектронных приборов (ПТГЭП). Структура кристалла. Основные конструктивные элементы.
14. Сборка и герметизация микроэлектронных приборов. Типы корпусов, установка кристаллов, электромагнитные соединения. Термокомпрессионная и ультразвуковая сварки, герметизация.
15. Техническая и технологическая подготовка производства. Общие принципы и положения проектирования технологических процессов. Исходные данные. Последовательность проектирования технологических процессов изготовления деталей приборов.
16. Материалы, используемые для изготовления типовых деталей приборов. Металлы и сплавы, полимерные и композиционные материалы. Материалы с особыми физическими свойствами.
17. Выбор исходной заготовки. Требования, предъявляемые к заготовкам. Факторы, влияющие на выбор метода получения заготовки.
18. Технология изготовления типовых элементов приборов: корпусов, валов, втулок, рычагов, экранов, зубчатых колес, винтовых соединений, пружин и т.д.
19. Покрытия. Виды покрытий, назначение и используемые материалы покрытий: металлы и сплавы, неорганические соединения, полимеры, резины и т.п. Методы нанесения покрытий.
20. Технология обработки магнитных материалов из электротехнической стали, железоникелевых сплавов, пермаллоев, альсиферов, ферритов, аморфных лент и прочих электротехнических материалов. Методы изготовления магнитопроводов, механическая и термическая обработка.
21. Методы изготовления трансформаторов, дросселей, катушек индуктивности. Заливка, пропитка, герметизация.
22. Монтаж электронных элементов. Объёмный, печатный, поверхностный монтаж. Технология изготовления односторонних, двусторонних и гибких печатных плат химическим, электрохимическим и комбинированными методами. Способы пайки электронных элементов. Особенности проектирования технологии поверхностного монтажа.
23. Сборка изделий. Технология сборочных процессов. Последовательность и содержание сборочных операций. Схемы сборки. Сборочное оборудование и оснастка.
24. Герметизация элементов приборов. Используемые материалы и их назначение. Технология герметизации.
25. Настройка и испытание приборов. Виды испытаний. Оборудование и стенды. Оформление протоколов испытаний.

Приложение 2. Пример оформления практического задания

Задание: Разработать и исследовать модель технологического процесса изготовления термореле и провести его оптимизацию по временному, стоимостному критериям и комплексному коэффициенту технологичности.

Исходные данные: краткое описание и комплект элементов входящих в состав устройства в виде набора.

Ниже приведены основные исходные данные для разработки модели технологического процесса изготовления термореле.

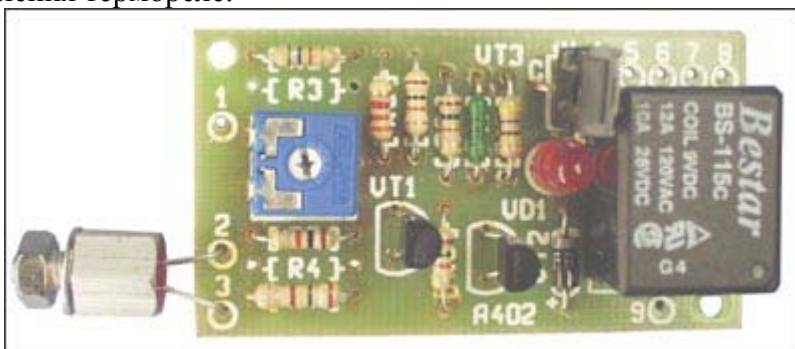


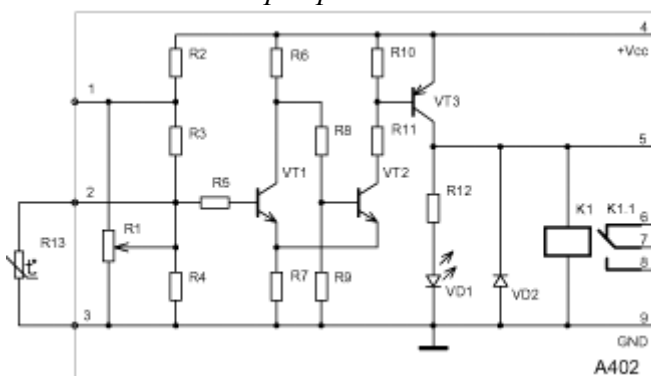
Рис. 1. Общий вид изделия

Термореле предназначено для контроля и поддержания температуры. Наличие регулировки порога срабатывания позволяет использовать устройство в качестве терморегулятора для поддержания заданной температуры. Электромагнитное реле дает возможность автоматически коммутировать сильнотоочные нагревательные приборы.

Технические характеристики:

- Диапазон предварительной установки температуры: $0 \dots 150^{\circ}\text{C}$.
- Максимально допустимый ток нагрузки, не менее: 10 A .
- Напряжение питания устройства: $9 \dots 12\text{ B}$.
- Ток потребления, не более: 120 mA .
- Размеры печатной платы: $45 \times 22\text{ мм}$.

Электрическая принципиальная схема термореле



Принцип работы термореле

Термореле выполнено на основе триггера Шмидта (VT1, VT2), что позволяет исключить ложные срабатывания. В качестве датчика используется терморезистор R13. С помощью резистора R1 устанавливается порог срабатывания триггера. Выходной каскад термореле выполнен на ключевом транзисторе VT3, нагрузкой которого служит электромагнитное реле K1. Светодиод VD1 используется для индикации срабатывания реле и облегчает настройку устройства.

Перечень вопросов, подлежащих разработке

1. Структурно-функциональная декомпозиция процесса сборки изделия, выполненная с использованием методик IDEF; 2. Разработка схемы сборки, 3. Описание процесса сборки изделия, выполненное в нотациях IDEF0, IDEF3; 4. Диаграмма дерева узлов с полной иерархией; 5. Оптимизация модели по временному критерию; 6. Оптимизация модели по UDP-критерию – комплексному коэффициенту технологичности; 7. Выводы по модели;

ВВЕДЕНИЕ

Работа посвящена исследованию и проектированию технологического процесса (информационному аудиту) изготовления термореле и технологии движения конструкторско-технологической документации по этапам ТП.

Объектом исследования является бизнес-логика конструкторско-технологического документооборота в рамках технологического процесса изготовления типового радиоэлектронного изделия, на примере термореле.

Целью работы является создание автоматизированной информационной системы (АИС) электронного документооборота (ЭД) типового предприятия, занимающегося производством радиоэлектронной аппаратуры.

Общее описание. Современный порядок ведения дел на предприятиях и в организациях требует большого объема работы с документами. Поиск, утверждение и согласование становятся довольно сложными и обременительными процедурами, исключить которые, не представляется возможным.

Постановка задачи: для решения вышеперечисленных проблем в работе разрабатывается АИС, развертываемая на платформе Oracle, средние затраты на информационное обеспечение жизненного цикла которой не должны превышать 3% себестоимости изготовления изделия и 5% времени изготовления изделия.

Для достижения заявленных целей в работе предусматривается **решение следующего комплекса задач:**

- Разработка контекстной диаграммы и декомпозиции ТП изготовления изделия, выполненных в нотации IDEF0
- Разработка декомпозиций основных этапов ТП изготовления изделия, выполненных в нотации IDEF3
- Разработка диаграммы дерева узлов с полной иерархией
- Проведение оптимизация модели по временному критерию
- Проведение оптимизации модели по UDP-критерию – комплексному коэффициенту технологичности
- Заключение о соответствии модели реальному ТП и выработка рекомендаций по оптимизации ТП
- Разработка информационной модели ТП
- Проведение оценки стоимостных затрат на информационное обеспечение жизненного цикла, которые не должны превышать 3% себестоимости изделия
- Проведение оценки временных затрат на информационное обеспечение жизненного цикла, которые не должны превышать 5% времени изготовления изделия

Методы, используемые для решения поставленной задачи:

- Методология IDEF (IDEF0, IDEF3, UDP)
- Элементы теории систем функционального моделирования, инструментальных средств САПР, технологии производства ЭВА

Точка зрения на модель – точка зрения главного технолога радиотехнического предприятия.

1. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРМОРЕЛЕ

1.1 Разработка контекстной модели ТП

В данном разделе представлена структурно-функциональная декомпозиция бизнес-процесса деятельности предприятия, занимающегося изготовлением типовых радиоэлектронных изделий, на примере термореле. Объем выпускаемых изделий составляет 1250 шт/мес.

На верхнем уровне декомпозиции (рис. 1.1.1) в виде контекстной диаграммы представлено взаимодействие данного бизнес-процесса (БП) с внешней средой.

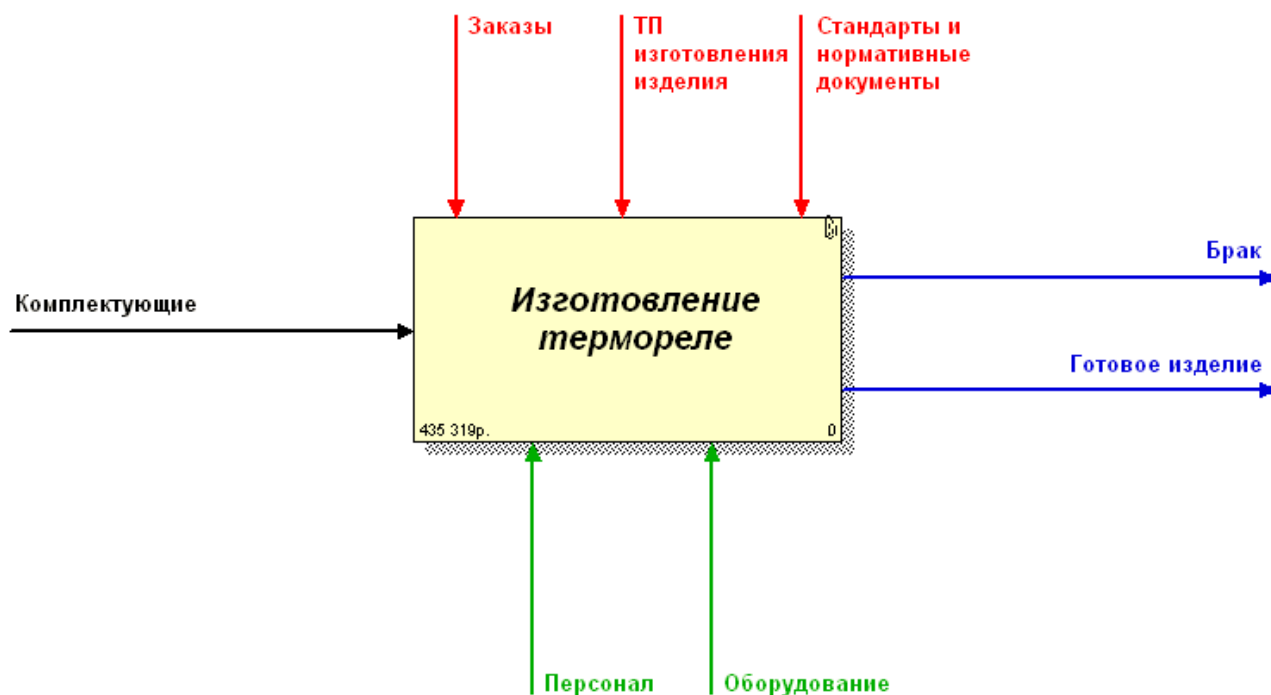


Рис. 1.1.1. Контекстная диаграмма

На вход работы поступают комплектующие, которые в данной работе при использовании механизмов (персонала и оборудования предприятия) и под управлением заказов, ТП, стандартов и нормативных документов преобразуются на выходе в брак и готовые изделия.

На основе проведенной временной оптимизации для изготовления партии из 1250 изделий требуется 1 612 815 сек. (≈ 28 рабочих дней), что соответствует заданному объему выпуска в 1 месяц. Общая количественная оценка данной работы по стоимостному критерию составляет 435 319 руб. Анализ модели по UDP-критерию (в качестве которого выбран комплексный коэффициент технологичности) показывает, что самыми технологичными операциями являются групповая пайка и разделение групповой заготовки (благодаря

высокой степени автоматизации). Доработка ПП и изделий вручную паяльником, а также проведение визуального контроля являются наименее технологичными операциями.

В случае повышения объема выпуска или задания более жестких требований по качеству выпускаемой продукции потребуется увеличение общей технологичности производства. Этого можно добиться автоматизацией ряда длительных и трудоемких операций, таких как ручная формовка и установка элементов, а также минимизация необходимости проведения доработки изделия вручную.

На первом уровне декомпозиции (рис. 1.1.2) данная работа, выполненная в нотации IDEF0, представлена в виде четырех взаимосвязанных работ: «Подготовка комплектующих»; «Сборка ПП изделия»; «Корпусирование изделия»; «Функциональный контроль».

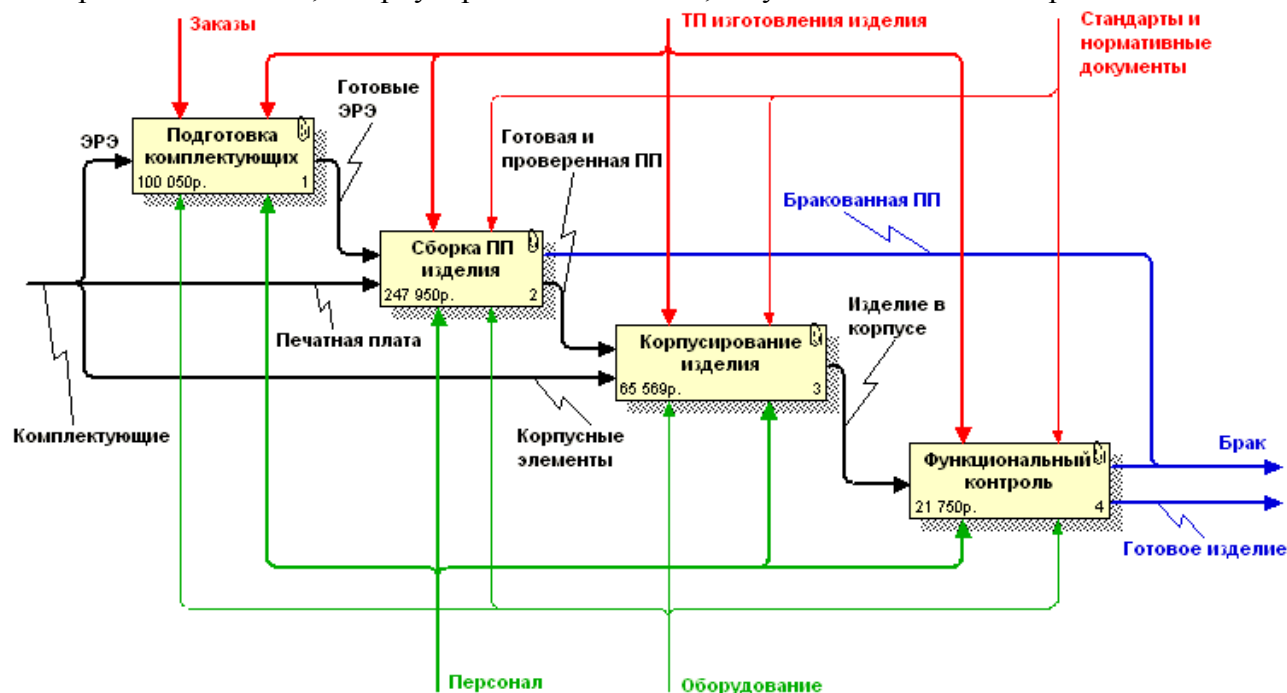


Рис. 1.1.2. Первый уровень декомпозиции

Все работы выполняются под управлением ТП изготовления изделия на оборудовании персоналом предприятия. Работы «Сборка ПП изделия»; «Корпусирование изделия»; «Функциональный контроль» выполняются также под управлением стандартов и нормативных документов.

Работа «Подготовка комплектующих» под управлением заказов преобразует поступающие на вход ЭРЭ в готовые ЭРЭ, необходимые для изготовления изделия. Далее готовые ЭРЭ, а также комплектующие в виде печатной платы, поступают на вход работы «Сборка ПП изделия», на выходе которой получается или готовая и проверенная ПП или бракованная ПП, которая представляет собой брак. Затем готовая и проверенная ПП, а также комплектующие в виде корпусных элементов, поступают на вход работы «Корпусирование изделия», в которой преобразуются в изделие в корпусе. После этого изделие в корпусе поступает на вход работы «Функциональный контроль», на выходе которой получается или готовое изделие, или брак.

1.2 Разработка модели «Подготовка комплектующих»

Работа «Подготовка комплектующих» на втором уровне декомпозиции (рис. 1.2.1), выполненная в нотации IDEF0, представлена в виде двух взаимосвязанных работ: «Комплектование ЭРЭ» и «Подготовка ЭРЭ».

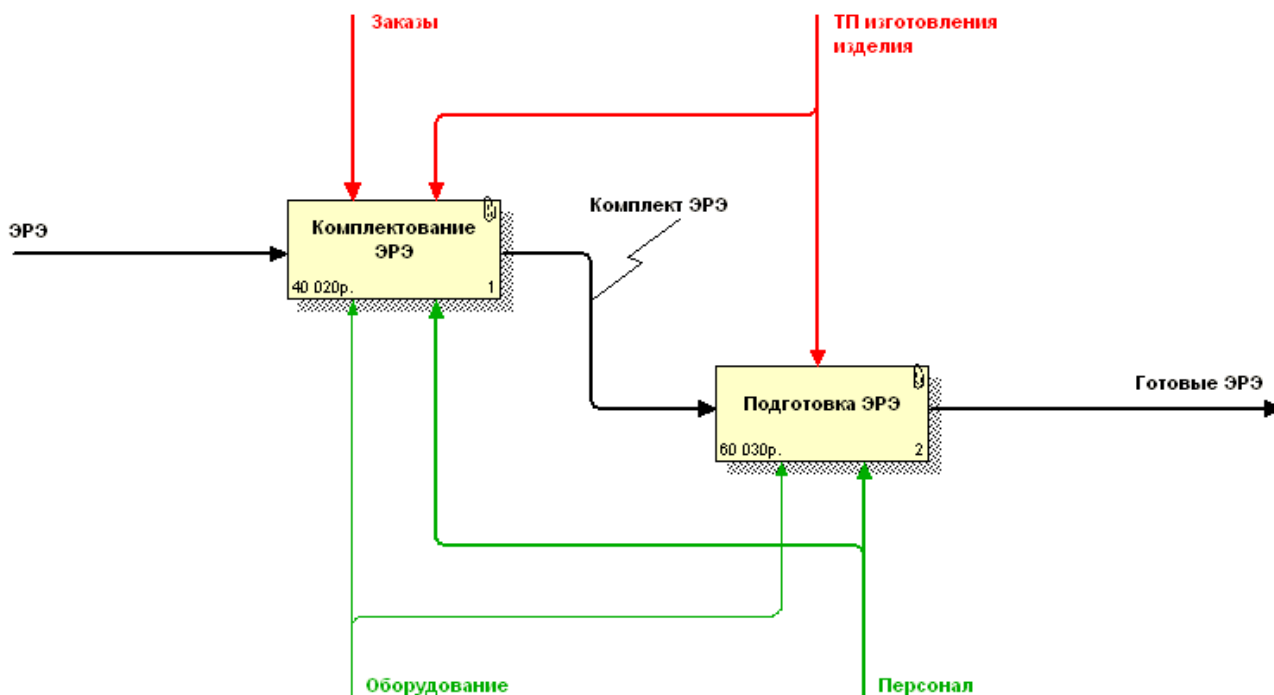


Рис. 1.2.1. Работа «Подготовка комплектующих» на втором уровне декомпозиции

Все работы выполняются под управлением ТП изготовления изделия.

Работа «Комплектующие ЭРЭ» согласно заказам преобразует поступающие на вход ЭРЭ в комплект ЭРЭ, которые затем поступают на вход работы «Подготовка ЭРЭ». На выходе работы «Подготовка ЭРЭ» получают готовые ЭРЭ.

1.2.1 Разработка модели «Комплектующие ЭРЭ»

Работа «Комплектующие ЭРЭ» на третьем уровне декомпозиции (рис. 1.2.1.1), выполненная в нотации IDEF0, представлена в виде трех взаимосвязанных работ: «Поиск и набор ЭРЭ требуемого количества и типоминнала»; «Упаковка в тару»; «Маркировка тары». Все работы выполняются на оборудовании персоналом предприятия.

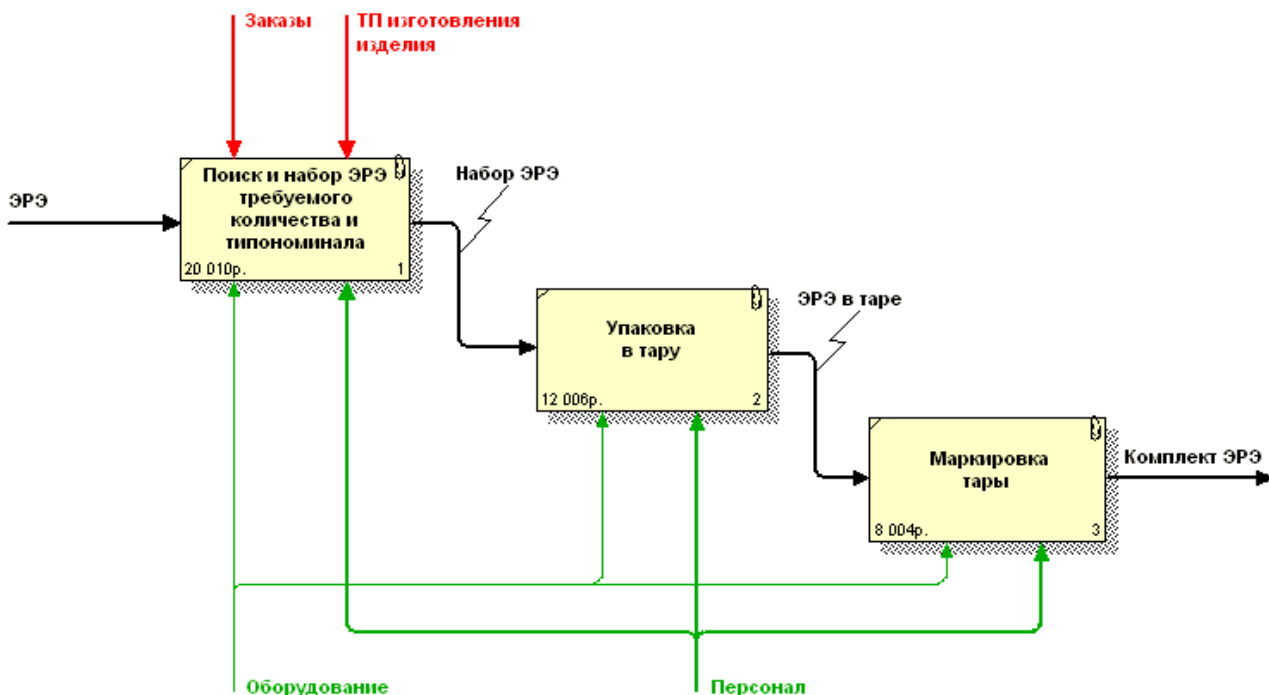


Рис. 1.2.1.1. Работа «Комплектующие ЭРЭ» на третьем уровне декомпозиции

Работа «Поиск и набор ЭРЭ требуемого количества и типономинала» согласно заказам и под управлением ТП изготовления изделия преобразует поступающие на вход ЭРЭ в набор ЭРЭ, требуемый для изготовления изделия. Далее набор ЭРЭ поступает на вход работы «Упаковка в тару», в которой преобразуется в ЭРЭ в таре. Затем ЭРЭ в таре поступают на вход работы «Маркировка тары», на выходе которой получается комплект ЭРЭ.

1.2.2 Разработка модели «Подготовка ЭРЭ»

Работа «Подготовка ЭРЭ» на третьем уровне декомпозиции (рис. 1.2.1.2), выполненная в нотации IDEF3, представлена в виде шести взаимосвязанных работ: «Извлечение диодов из тары»; «Формовка диодов»; «Извлечение транзисторов из тары»; «Формовка транзисторов»; «Извлечение резисторов из тары»; «Формовка резисторов».

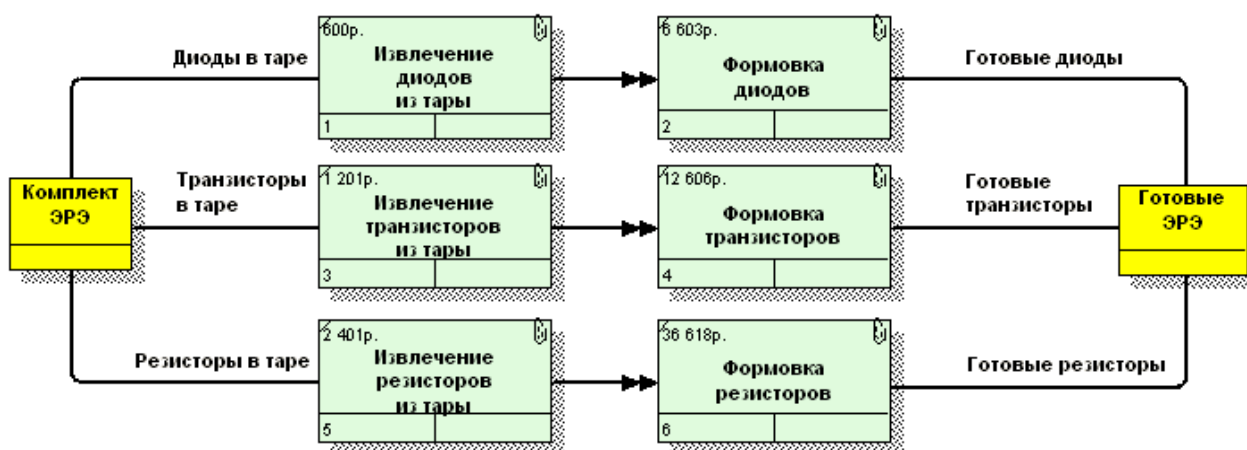


Рис. 1.2.1.2. Работа «Подготовка ЭРЭ» на третьем уровне декомпозиции

Диоды, транзисторы, резисторы в таре, представляющие собой комплект ЭРЭ, поступают на входы работ «Извлечение диодов из тары»; «Извлечение транзисторов из тары»; «Извлечение резисторов из тары» соответственно, а затем после преобразования – соответственно на входы работ «Формовка диодов»; «Формовка транзисторов»; «Формовка резисторов». На выходе этих работ получают соответственно готовые диоды, транзисторы, резисторы, которые представляют собой готовые ЭРЭ.

1.3 Разработка модели «Сборка ПП изделия»

Работа «Сборка ПП изделия» на втором уровне декомпозиции (рис. 1.3.1), выполненная в нотации IDEF0, представлена в виде четырех взаимосвязанных работ: «Установка ЭРЭ»; «Групповая пайка»; «Разделение групповой заготовки»; «Эл. контроль и доработка».

Все работы выполняются под управлением ТП изготовления изделия, стандартов и нормативных документов на оборудовании персоналом предприятия.

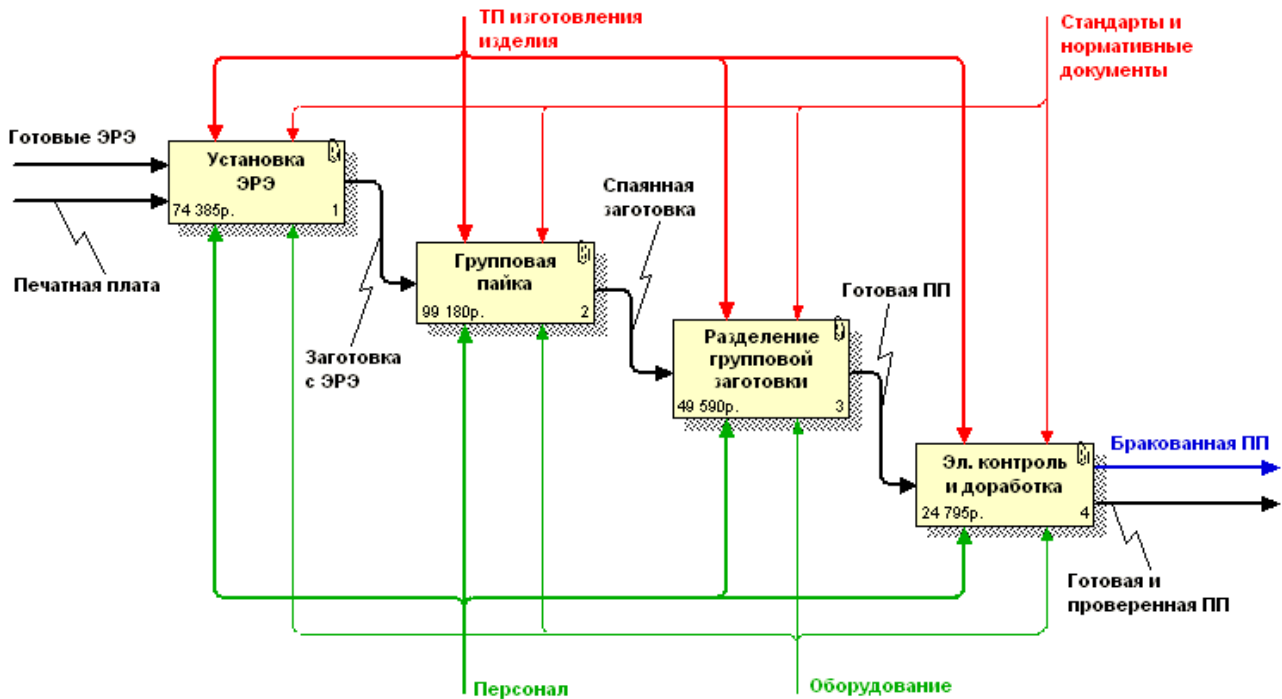


Рис. 1.3.1. Работа «Сборка ПП изделия» на втором уровне декомпозиции

На вход работы «Установка ЭРЭ» поступают готовые ЭРЭ и печатная плата, которые преобразуются в заготовку с ЭРЭ. Далее заготовка с ЭРЭ поступает на вход работы «Групповая пайка», в которой преобразуется в спаянную заготовку. Спаянная заготовка, поступая на вход работы «Разделение групповой заготовки» преобразуется в готовую ПП и затем поступает на вход работы «Эл. контроль и доработка». После преобразования готовой ПП, на выходе работы «Эл. контроль и доработка» получается или готовая и проверенная ПП, или бракованная ПП.

1.3.1 Разработка модели «Установка ЭРЭ»

Работа «Установка ЭРЭ» на третьем уровне декомпозиции (рис. 1.3.1.1), выполненная в нотации IDEF3, представлена в виде шести взаимосвязанных работ: «Подготовка к установке ЭРЭ»; «Поиск места и установка резисторов»; «Поиск места и установка диодов»; «Поиск места и установка транзисторов»; «Поиск места и установка остальных ЭРЭ»; «Визуальный контроль».

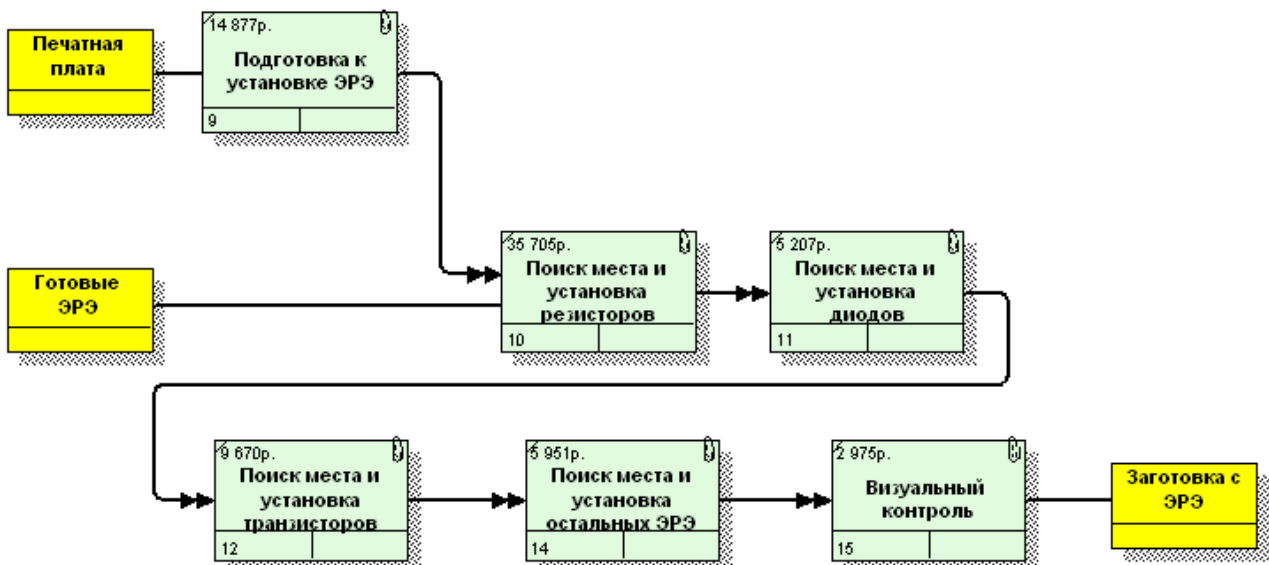


Рис. 1.3.1.1. Работа «Установка ЭРЭ» на третьем уровне декомпозиции

На вход работы «Подготовка к установке ЭРЭ» поступает печатная плата, которая после преобразования вместе с готовыми ЭРЭ поступает на вход работы «Поиск места и установка резисторов». После преобразования в работах «Поиск места и установка резисторов», «Поиск места и установка диодов», «Поиск места и установка транзисторов» и «Поиск места и установка остальных ЭРЭ» печатная плата с готовыми ЭРЭ поступает на вход работы «Визуальный контроль» и преобразуется в заготовку с ЭРЭ.

1.3.2 Разработка модели «Групповая пайка»

Работа «Групповая пайка» на третьем уровне декомпозиции (рис. 1.3.2.1), выполненная в нотации IDEF3, представлена в виде шести взаимосвязанных работ: «Загрузка в кассету»; «Пайка волной»; «Извлечение из кассеты»; «Контроль качества пайки»; «Доработка паяльником»; «Передача на след. операцию».

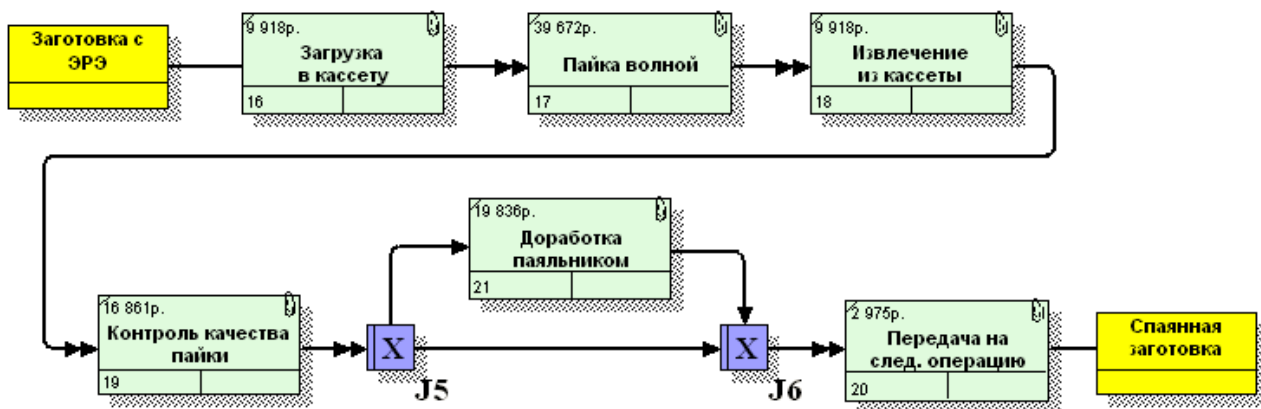


Рис. 1.3.2.1. Работа «Групповая пайка» на третьем уровне декомпозиции

На вход работы «Загрузка в кассету» поступает заготовка с ЭРЭ, которая после преобразования поступает на вход работы «Пайка волной». После последовательного преобразования в работах «Пайка волной», «Извлечение из кассеты» заготовка поступает на вход работы «Контроль качества пайки», после которой она может поступить или сразу на вход работы «Передача на след. операцию», или только после преобразования в работе «Доработка паяльником». На выходе работы «Передача на след. операцию» получается спаянная заготовка.

1.3.3 Разработка модели «Разделение групповой заготовки»

Работа «Разделение групповой заготовки» на третьем уровне декомпозиции (рис. 1.3.3.1), выполненная в нотации IDEF3, представлена в виде трех взаимосвязанных работ: «Установка в приспособление»; «Скрайбирование»; «Разделение разломом».

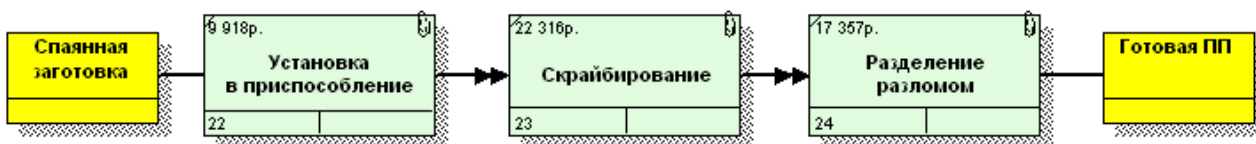


Рис. 1.3.3.1. Работа «Разделение групповой заготовки» на третьем уровне декомпозиции

Спаянная заготовка сначала поступает на вход работы «Установка в приспособление», далее после преобразования на вход работы «Скрайбирование», а затем после – на вход работы «Разделение разломом». После преобразования на выходе работы «Разделение разломом» получается готовая ПП.

1.3.4 Разработка модели «Эл. контроль и доработка»

Работа «Эл. контроль и доработка» на третьем уровне декомпозиции (рис. 1.3.4.1), выполненная в нотации IDEF3, представлена в виде семи взаимосвязанных работ: «Размещение в установке контроля»; «Подключение контактов»; «Проведение испытаний ПП»; «Доработка ПП»; «Окончательный контроль ПП»; «Отметка о бракованной ПП»; «Отметка о годности ПП».

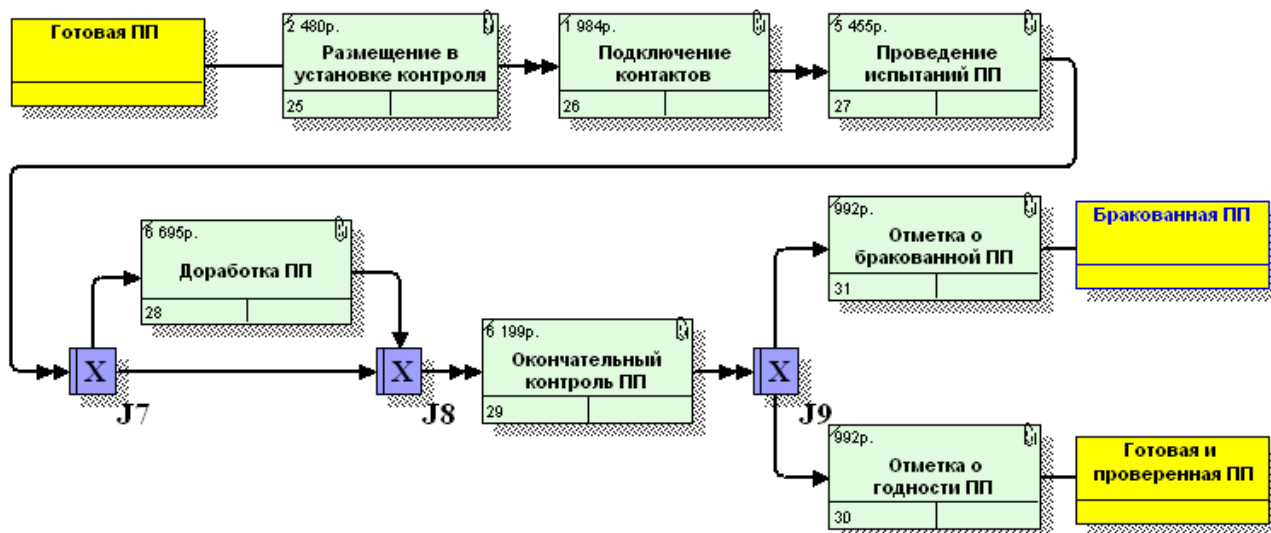


Рис. 1.3.4.1. Работа «Эл. контроль и доработка» на третьем уровне декомпозиции

Готовая ПП поступает на вход работы «Размещение в установке контроля». Далее после последовательного преобразования в работах «Размещение в установке контроля», «Подключение контактов» и «Проведение испытаний ПП» готовая ПП может поступить или сразу на вход работы «Окончательный контроль ПП», или только после преобразования в работе «Доработка ПП». После преобразования в работе «Окончательный контроль ПП» готовая печатная плата поступает или на вход работы «Отметка о бракованной ПП» (на выходе которой получается бракованная ПП), или на вход работы «Отметка о годности ПП» (на выходе которой получается готовая и проверенная ПП).

1.4 Разработка модели «Корпусирование изделия»

Работа «Корпусирование изделия» на втором уровне декомпозиции (рис. 1.4.1), выполненная в нотации IDEF3, представлена в виде трех взаимосвязанных работ: «Установка ПП в корпус»; «Закрепление ПП»; «Закрепление корпуса».

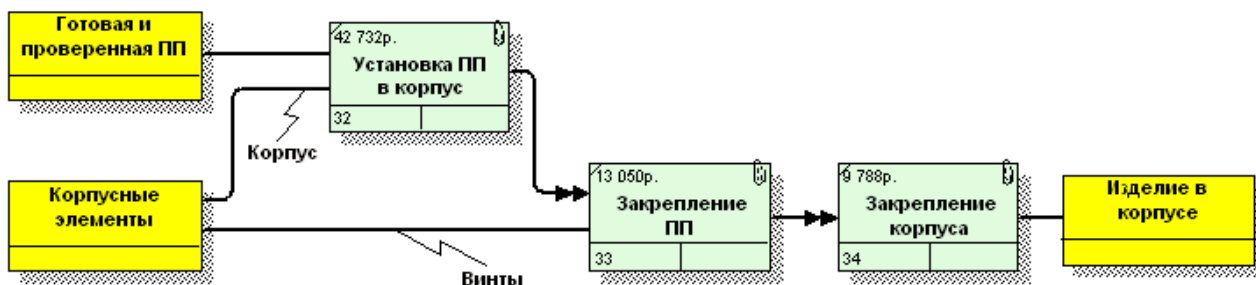


Рис. 1.4.1. Работа «Корпусирование изделия» на втором уровне декомпозиции

На вход работы «Установка ПП в корпус» поступает готовая и проверенная ПП, а также корпус, который является корпусным элементом. На выходе работы «Установка ПП в корпус» получается установленная в корпус ПП, которая вместе с винтами (которые являются корпусными элементами) поступает на вход работы «Закрепление ПП» и после последовательного преобразования в работах «Закрепление ПП» и «Закрепление корпуса» представляет собой изделие в корпусе.

1.5 Разработка модели «Функциональный контроль»

Работа «Функциональный контроль» на втором уровне декомпозиции (рис. 1.5.1), выполненная в нотации IDEF3, представлена в виде пяти взаимосвязанных работ: «Подготовка изделия»; «Регулировка изделия»; «Проведение функц. контроля»; «Отметка о бракованном изделии»; «Отметка о годности изделия».

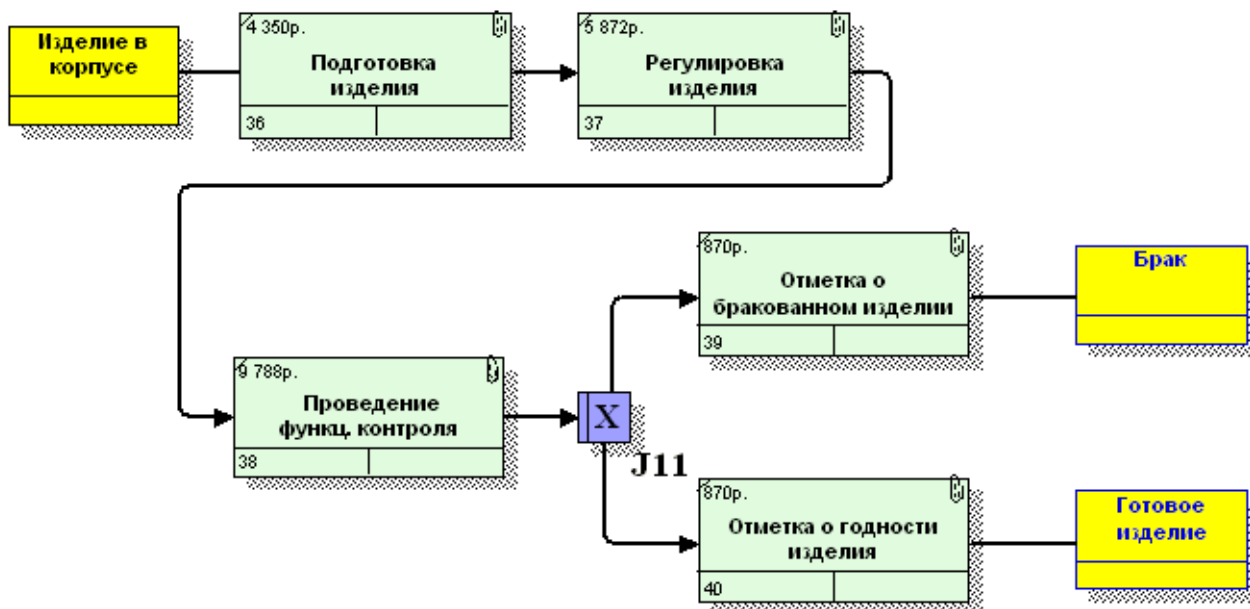


Рис. 1.5.1. Работа «Функциональный контроль» на втором уровне декомпозиции

Изделие в корпусе поступает на вход работы «Подготовка изделия». Далее после последовательного преобразования в работах «Регулировка изделия» и «Проведение функц. контроля» изделие поступает или на вход работы «Отметка о бракованном изделии» (на выходе которой получается брак), или на вход работы «Отметка о годности изделия» (на выходе которой получается готовое изделие).

1.6 Разработка иерархической диаграммы (взвешенного графа) ТП

Иерархическая диаграмма дерева узлов, изображенная на рис. 1.6.1-1.6.2, показывает иерархию работ в модели и позволяет рассмотреть всю модель целиком, но не показывает взаимосвязи между работами.

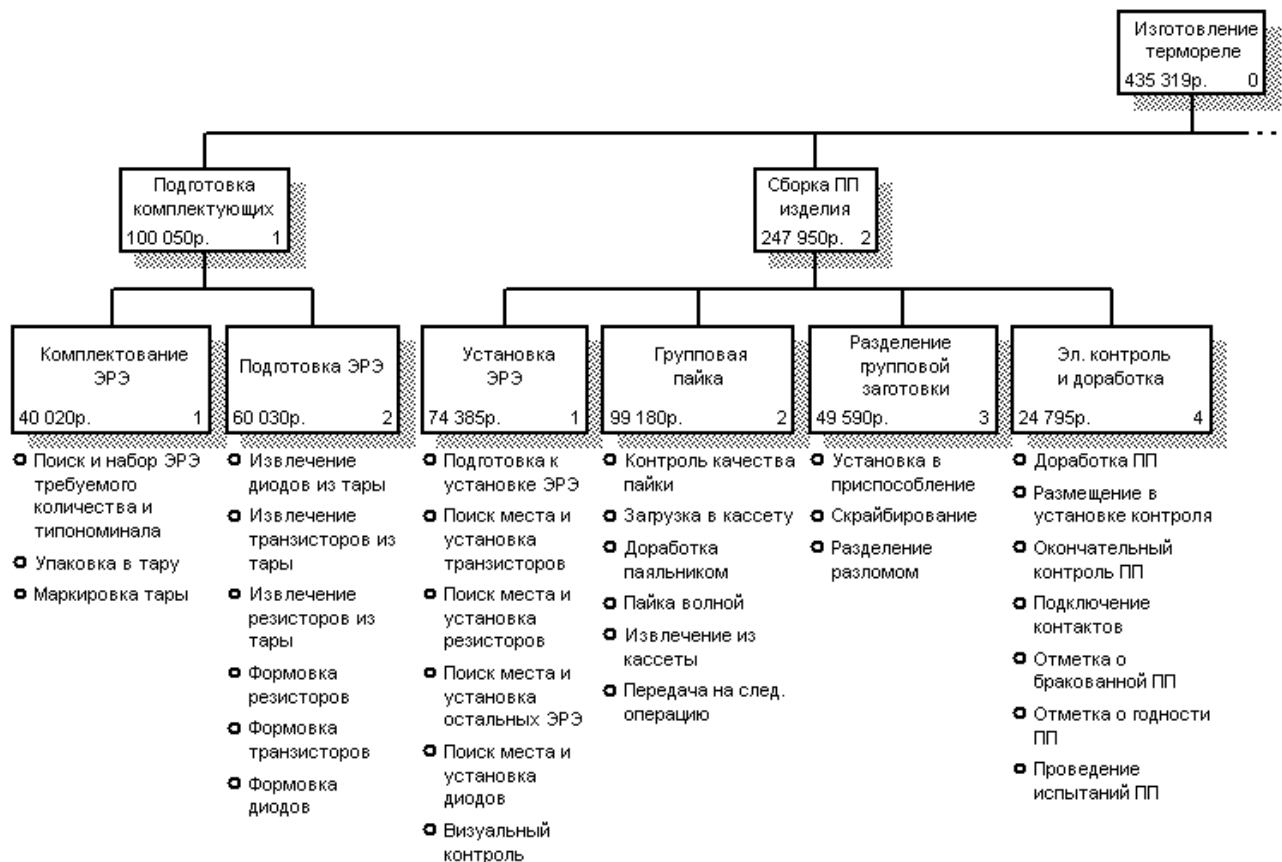


Рис. 1.6.1. Иерархическая диаграмма дерева узлов (левая часть)

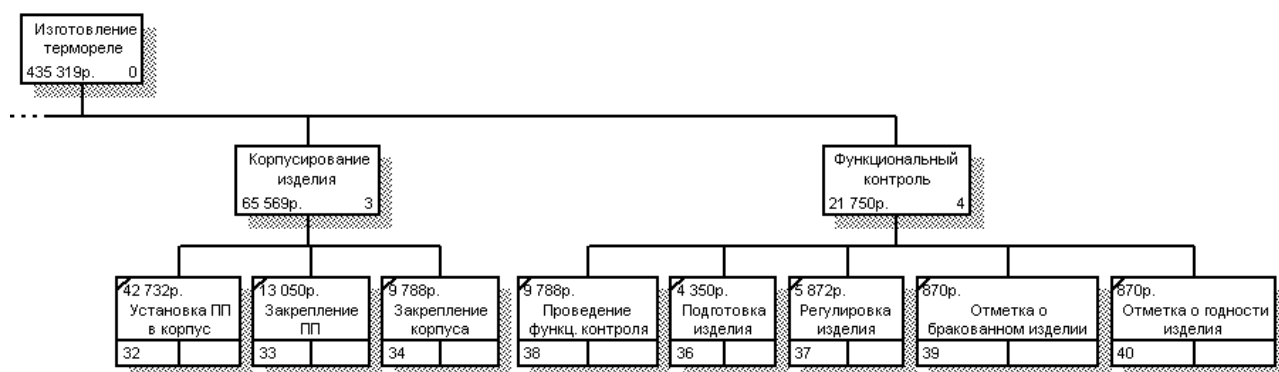


Рис. 1.6.2. Иерархическая диаграмма дерева узлов (правая часть)

На рис. 1.6.3 изображена схема сборки с базовой деталью, которая дает представление о последовательности выполнения операций при сборке изделия.

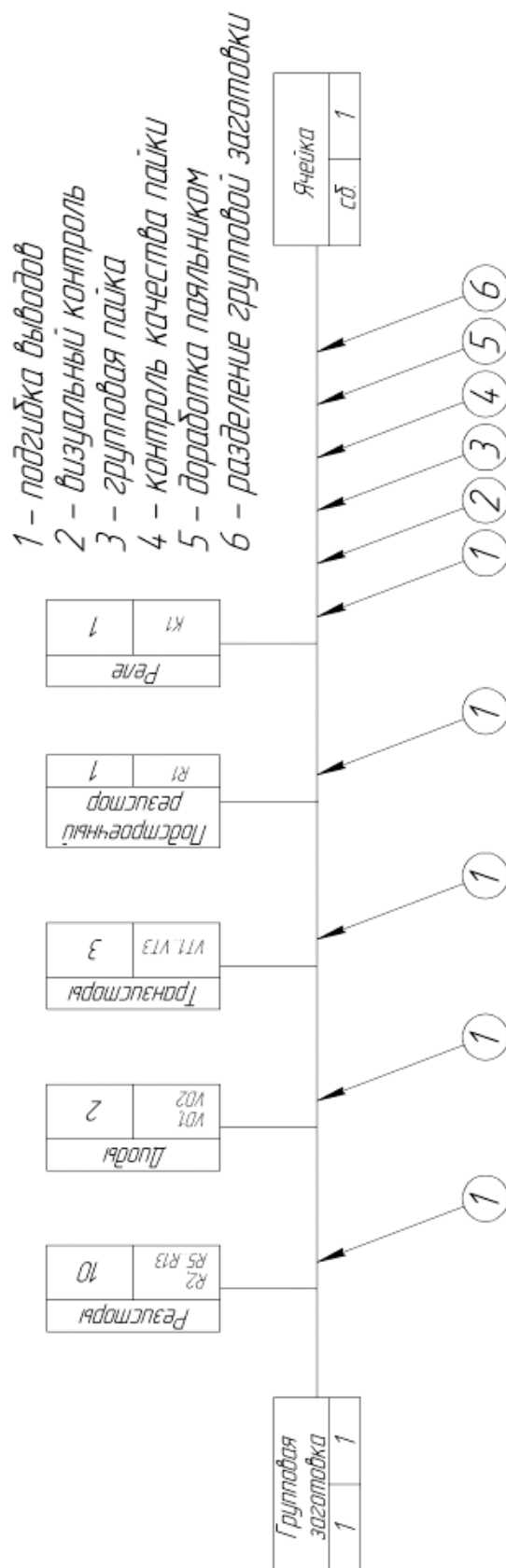


Рис. 1.6.3. Схема сборки с базовой деталью

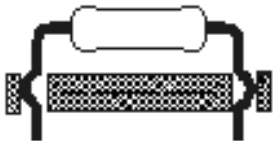
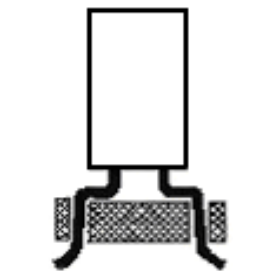
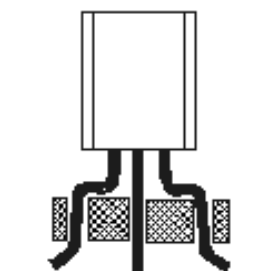
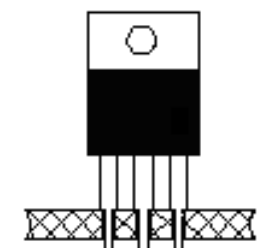
В	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код.	наименование операции						
Г	Обозначение документа											
Д	Код, наименование оборудования											
Е	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
Н	Наименование детали, сборочной единицы или материала											
П	Обозначение (код)					АП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.		
01	Комплектование элементов											
02	Подготовка элементов											
03	Установка элементов											
04	Групповая пайка											
05	Разделение групповой заготовки											
06	Электрический контроль											
07	Корпусирование изделия											
08	Функциональный контроль											
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
						Разраб.	Денисов А.А.					
						Пров.	Гриднев В.Н.					
						Н. контр.						
МК		МАРШРУТНАЯ КАРТА										

Рис.1.6.4. Типовая маршрутная карта ТП изготовления термореле

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА										Всего листов	Лист		
Разработал	Денисов			ИУ4-73	Обозн. констр. докум.	Код технол. призн.	Обозн. технол. док.		1				
Проверил	Гриднев												
	Фамилия	Подпись	Дата	Группа	Наименование детали	Годовой объем выпуска деталей							
					Номер и наименование операции			Материал					
					1.1 Формовка резисторов								
					Масса загот.	Масса детали	Профиль, разм. загот.	Кол. одн. из г. д.					
					Оборудование				Приспособление				
									Приспособление формовки				
					To	Tв	Tпз	T шт.	Охлаждаемая жидкость				
			10										
				ПИ	В или D	L	t	i	S	n	V	Tв	To
01	Поиск элемента в таре												
02	Установка элемента в приспособление												
03	Формовка												
04	Извлечение элемента из приспособления												
05	Размещение элемента в таре												

Рис.1.6.5. Типовая операционная карта «Установка резисторов»

Примеры оформления эскизов

	Установка резисторов
	Установка конденсаторов
	Установка транзисторов
	Установка транзистора VT3

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТП ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕРМОРЕЛЕ НА IDEF МОДЕЛЯХ

2.1 Проведение стоимостного анализа

Проведенная общая количественная оценка ТП изготовления термореле (с объемом выпуска 1250 шт/мес) по стоимостному критерию составляет 435 319 руб. Таким образом, на изготовление одного изделия затрачивается около 348,25 руб.

Как и следовало ожидать, наиболее дорогостоящим этапом производства изделия является этап сборки ПП. В него входят такие дорогостоящие процессы, как пайка волной (99180 руб.), что объясняется дороговизной оборудования и сложностью его обслуживания, а также установка ЭРЭ (74385 руб.), что объясняется большим количеством операций, выполняемых вручную (формовка, установка ЭРЭ).

Влияние стоимостного фактора приведенных выше процессов можно ослабить, увеличивая такт выпуска изделий (при условии наличия заказов на них). В этом случае станет возможна более полная нагрузка такого автоматизированного оборудования (при сохранении текущих затрат), как установки пайки волной или скрайбирования и разламывания групповых заготовок.

2.2 Проведение временной оптимизации разработанного ТП

На основе проведенной временной оптимизации разработанного ТП для изготовления партии из 1250 изделий требуется 1 612 815 сек. (≈ 28 рабочих дней), что соответствует заданному объему выпуска в 1 месяц.

Временной анализ показывает, что наиболее длительным этапом производства изделия также является этап сборки ПП (919 303 сек. ≈ 10 рабочих дней в месяц). Установка ЭРЭ требует больше всего времени – 413 685 сек. (≈ 5 рабочих дней в месяц). Тем не менее, возможна оптимизация ТП (без внесения кардинальных изменений) и уменьшение суммарного времени установки ЭРЭ. Для этого необходимо ввести дополнительное количество рабочих мест, что приведет к параллельной сборке нескольких изделий одновременно.

2.3 Проведение оптимизации по UDP-критерию – комплексному коэффициенту технологичности

Анализ модели по UDP-критерию (в качестве которого выбран комплексный коэффициент технологичности) показывает, что самыми технологичными операциями являются групповая пайка (комплексный коэффициент технологичности равен 0,93) и разделение групповой заготовки (благодаря высокой степени автоматизации). Доработка ПП и изделий вручную паяльником, а также проведение визуального контроля являются наименее технологичными операциями (комплексный коэффициент технологичности операции «Доработка паяльником» равен 0,16).

В качестве основных критериев оценки технологичности операций выбраны следующие: сложность операции (что сильно сказывается на требованиях к персоналу), общая степень автоматизации (сюда входят коэффициенты использования автоматических установок для монтажа и подготовке к нему, контроля, использование микросхем), а также степень повторяемости операций.

Таким образом, в случае повышения объема выпуска или задания более жестких требований по качеству выпускаемой продукции потребуются увеличение общей технологичности производства. Этого можно добиться автоматизацией ряда длительных и трудоемких операций, таких как ручная формовка и установка элементов, а также минимизация необходимости проведения доработки изделия вручную.

Выводы

В данном разделе рассматривается бизнес-логика конструкторско-технологического документооборота в рамках технологического процесса изготовления типового радиоэлектронного изделия, на примере термореле.

Кратко проанализированы следующие этапы технологического процесса изготовления изделия: комплектование ЭРЭ; сборка, корпусирование изделия; функциональный контроль.

Результатом проведения исследования является разработка структурно-функциональной модели технологического процесса изготовления изделия с точки зрения главного технолога, выполненная с использованием методик IDEF (IDEF0, IDEF3); проведение оптимизации технологического процесса по временному критерию; проведение оптимизации технологического процесса по UDP-критерию – комплексному коэффициенту технологичности.

Проведенная общая количественная оценка ТП изготовления термореле (с объемом выпуска 1250 шт/мес) по стоимостному критерию составляет 435 319 руб.

На основе проведенной временной оптимизации разработанного ТП для изготовления партии из 1250 изделий требуется 1 612 815 сек. (≈ 28 рабочих дней).

Разработанный технологический процесс удовлетворяет заданным временным и стоимостным требованиям. Данный ТП позволяет изготавливать не менее 1250 изделий в месяц (с запасом), стоимость которых не будет превышать 400 руб.

Тем не менее, для повышения качества выпускаемых изделий и снижения общей стоимости производства рекомендуется перейти на использование технологии поверхностно монтируемых компонентов (SMD) (с приобретением соответствующего оборудования для автоматической установки элементов и конвекционных или инфракрасных печей); закупить автоматическое оборудование для проведения контроля электрических параметров паяных соединений, оптического контроля, функционального контроля.

Данные рекомендации должны быть учтены при разработке модели «ТО-ВЕ» по оптимизации технологического процесса.