

1 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ «ИНДИКАТОР ПОЛОЖЕНИЯ ИП261Б4»

1.1 Анализ исходных данных проектирования ТП устройства «Индикатор положения ИП261Б4»

Индикатор положения, это устройство предназначено для применения в системах автоматического регулирования и выполняет функции определения положения рабочего органа исполнительного механизма. Устройство должно быть выполнено с учетом технических требований:

- температура окружающего воздуха в диапазоне от 0 С до +40 С,
- относительная влажность не более 60% при температуре не выше +20С,
- отсутствие причин для конденсации влаги на поверхностях,
- отсутствие в окружающем воздухе взрывоопасных и химически активных воздействий,
- масса изделия должна быть не более 0.4кг,
- диапазон напряжений: 24(+0,6/-0,6) В.

Внешний вид устройства представлен на рисунке 1.1.1.

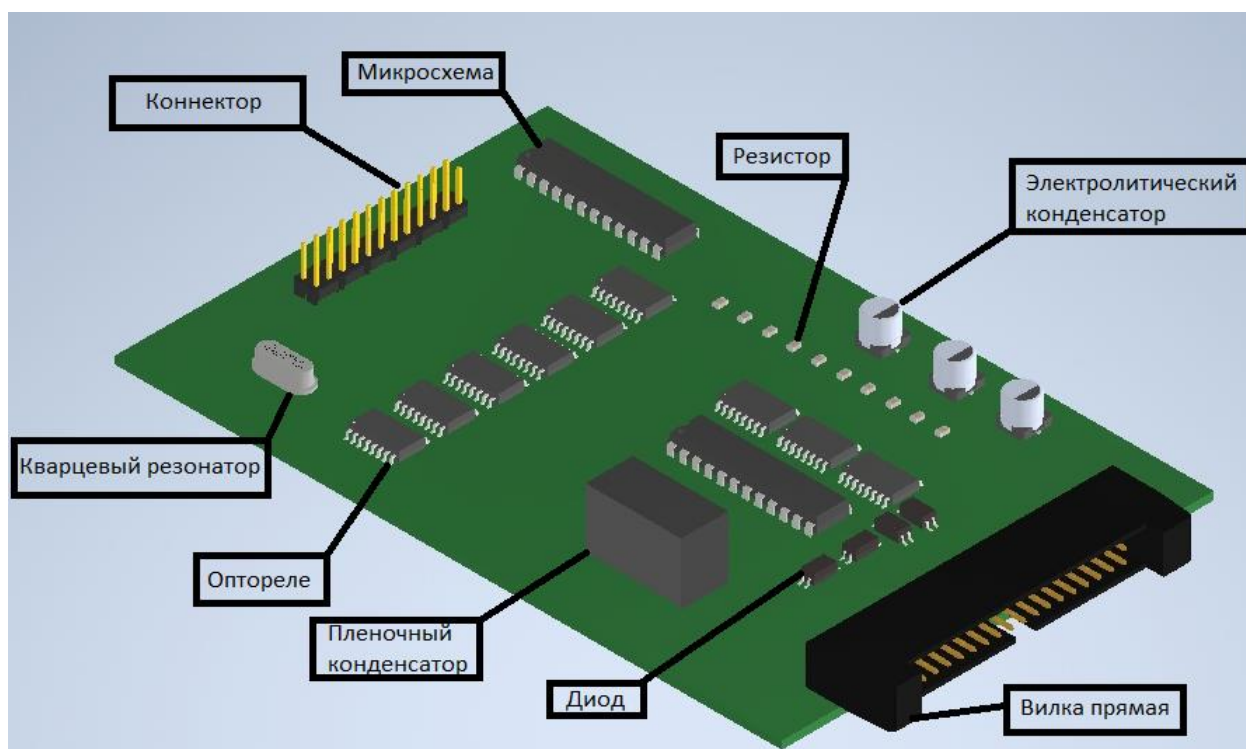


Рисунок 1.1.1 - Внешний вид «Индикатор положения ИП261Б4»

Индикатора положения ИП261Б4 (далее по тексту - «Ячейка ИП») представляет собой конструкцию с габаритными размерами 135х97х16мм.

Составными частями изделия являются ячейка электронная и корпус. Ячейка электронная устанавливается в корпус и крепится винтами.

Корпус состоит из основания, передней панели и задней платы.

Устройство «Ячейка ИП» включает в себя **электронную ячейку**, на которую установлены ЭРЭ различных типов. Плата выполнена по третьему классу точности. Все отверстия в платах металлизированные. На плате имеются монтажные отверстия для установки в корпус.

ЭРЭ можно разделить на группы:


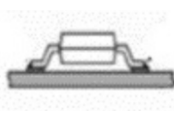


1. КМП (компоненты, монтируемые на поверхность).
2. КМО (компоненты, монтируемые в отверстия).

Компоненты без выводов устанавливаются на поверхность платы.

Монтаж элементов на плате двухсторонний. При единичном и мелкосерийном производстве возможно осуществлять ручную пайку ЭРЭ; при крупносерийном и массовом производстве рекомендуется осуществлять пайку групповой заготовки в печи с последующей пайкой волной выводных элементов.

Варианты установки компонентов на ИП для заданного объема выпуска представлены таблице 1.1.1

Таблица 1.1.1 – Анализ сборочного состава «Индикатор положения ИП261Б4»

| № | Наименование и обозначение компонента | Внешний вид компонента | Эскиз варианта установки компонента | Операция | Код операции |
|---|---|---|---|---|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Диоды VD1-VD3 |  |  | Монтаж диодов VD1-VD3 | 8858.02 |
| 2 | Конденсаторы C1-C32 Резисторы R1-R32 |  |  | Монтаж конденсаторов C1-C32 резисторов R1-R32 | 8858.01 |


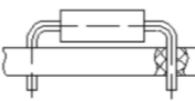

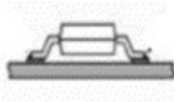

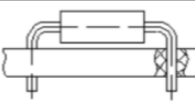



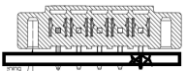

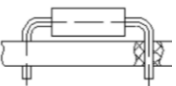


| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---------|
| 3 | Пленочный Конденсатор C33 |  |  | Монтаж пленочного конденсатора C33 | 8858.03 |
| 4 | Электро- литические конденсаторы C34-C36 |  |  | Монтаж электролитических конденсаторов C34-C36 | 8858.02 |
| 5 | Кварцевый резонатор DD1 |  |  | Монтаж кварцевого резонатора DD1 | 8858.03 |
| 6 | Оптореле D1-D10 |  |  | Монтаж оптореле D1-D10 | 8858.02 |
| 7 | Соединитель X1, Вилка прямая |  |  | Монтаж вилки X1 | 8858.03 |
| 8 | Микросхемы D11-D12 |  |  | Монтаж микросхем D10-D11 | 8858.03 |
| 9 | Соединитель X2, X3 |  |  | Монтаж коннекторов X2, X3 | 8858.03 |

Схема сборки устройства «Индикатор положения ИП261Б4» представлена на рисунке 1.1.3

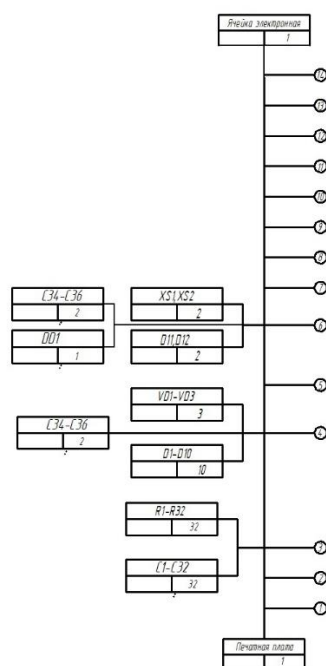


Рисунок 1.1.3 – Схема сборки электронной ячейки «Индикатор положения ИП261Б4»

Для сборки устройства используются следующие операции согласно классификатору технологических операций [1]:

1. Распаковывание (0805)
2. Флюсование (7139)
3. Монтаж резисторов R1-R32, конденсаторов C1-C32 (8858.01)
4. Монтаж оптореле D1-D10, диодов VD1-VD3, электролитических конденсаторов C34-C36 (8858.02)
5. Пайка в печи (8014)
6. Монтаж выводов X1-X3, пленочного конденсатора C33, кварцевого резонатора DD1, микросхем D11-D12 (8858.03)
7. Пайка паяльником (8011)
8. Промывка (0125)
9. Сушка (0170)
10. Контроль величин электромагнитных излучений (0340)
11. Контроль периодических величин (0355)
12. Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)
13. Контроль электрических и магнитных величин (0320)
14. Контроль линейных размеров (0220)

1.2 Анализ маршрута сборки ячейки электронной «Индикатор положения ИП261Б4» в серийном производстве

На основе схемы сборки разрабатывается маршрутно-технологический процесс для серийного производства устройства. Последовательность операций сборки и монтажа устройства в серийном производстве представлена в таблице 1.2.1.

Таблица 1.2.1 – Маршрут сборки и монтажа «Индикатор положения ИП261Б4» в серийном производстве

| № операции | Код операции | Наименование операции | Оборудование | Время $T_{шт}$, сек |
|------------------------------|--------------|---|--------------------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 01 | 0850 | Распаковывание | Стол монтажный | 180 |
| 02 | 7139 | Флюсование | Стол монтажный | 240 |
| 03 | 8858.01 | Монтаж резисторов R1-R32, конденсаторов C1-C32 | Стол монтажный | 400 |
| 04 | 8858.02 | Монтаж оптореле D1-D10, диодов VD1-VD3, электролитических конденсаторов C34-C36 | Стол монтажный | 210 |
| 05 | 8014 | Пайка в печи | Печь | 360 |
| 06 | 8858.03 | Монтаж выводов X1-X3, пленочного конденсатора C33, кварцевого резонатора DD1, микросхем D11-D12 | Стол монтажный | 80 |
| 07 | 8011 | Пайка паяльником | Паяльник, стол монтажный | 180 |
| 08 | 0125 | Очистка ультразвуковая | Установка промывки | 120 |
| 09 | 0170 | Сушка | Установка сушки | 150 |
| 10 | 0340 | Контроль величин электромагнитных излучений | Стенд контроля | 60 |
| 11 | 0355 | Контроль периодических величин | Стенд контроля | 60 |
| 12 | 0387 | Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм | Стенд контроля | 60 |
| 13 | 0320 | Контроль электрических и магнитных величин | Стенд контроля | 120 |
| 14 | 0220 | Контроль линейный размеров | Стенд контроля | 60 |
| Штучное время сборки изделия | | | | 2280 |

Суммарное штучное время $T_{шт} = 2280$ сек. Полученное значение штучного времени сборки и монтажа обеспечивает сборку изделия в серийном производстве.

1.3 Разработка концептуально-абстрактной модели технологического процесса изготовления устройства «Индикатор положения ИП261Б4»

На основе схемы сборки устройства, представленной выше, представим технологический процесс изготовления «Индикатор положения ИП261Б4» в виде концептуально-абстрактной модели на рисунке 1.3.1







Рисунок 1.3.1 – Концептуально-абстрактная модель ТП изготовления «Индикатор положения ИП261Б4»




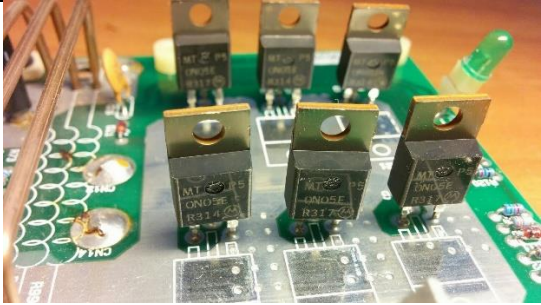
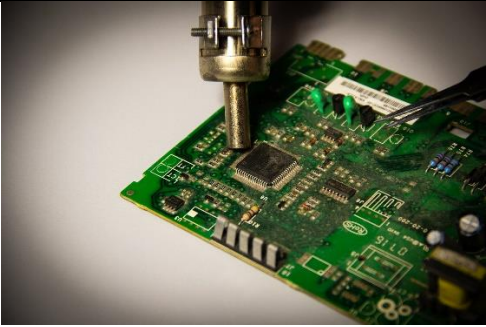
Для создания данной модели использовалась методика «лучистого мышления» в виде ментальной карты.

В ходе анализа было выделено 8 направлений: Консервация и упаковывание (08), Получение покрытий (71), Сборка (88), Пайка (80), Операции общего назначения (01), Технический контроль (02), Технический контроль (03). У каждого блока было выделено от 1 до 3 подпроцесса.

Спецификация концептуально-абстрактной модели ТП устройства «Индикатор положения ИП261Б4» представлен в таблице 1.3.1.

Таблица 1.3.1 – Спецификация концептуально-абстрактной модели

| Ключевое слово (понятие) | Графический образ понятия | Описание свойств понятия |
|---------------------------------------|--|--|
| Консервация и упаковывание (08) |  | Процесс подготовки материалов и приборов к работе |
| Распаковка (0850) |  | Процесс удаления упаковки с элементов, подготовка их к работе |
| Получение покрытий (71) |  | Процесс нанесения на объект специальных плёнок или прочих покрытий |
| Флюсование (7139) |  | Нанесение паяльной пасты на необходимые контактные площадки. Необходимо для дальнейшего монтажа ЭРЭ |

| | | |
|---|--|--|
| Сборка (88) |  | Процесс из последовательных операций необходимых для создания изделия из несвязных деталей |
| Монтаж КМП малого типоразмера (8858.01) |  | Установка компонентов, устанавливаемых на поверхность |
| Монтаж КМП большого типоразмера (8858.02) |  | Установка компонентов, устанавливаемых на поверхность |
| Монтаж КМО (8858.03) |  | Установка компонентов, устанавливаемых в отверстия |
| Пайка (80) |  | Технологическая операция, применяемая для получения неразъёмного соединения деталей из различных материалов путём введения между |

| | | |
|---------------------------------|--|--|
| | | этиmi деталями расплавленного металла |
| Пайка паяльником (8011) |  | Пайка компонентов горячим жалом устройства, подготовительные операции выполняются в момент пайки |
| Пайка в печи (8014) |  | Пайка компонентов в печи, подготовительные операции выполняются в момент пайки |
| Операции общего назначения (01) |  | Операции, выполняемые после сборки, необходимые для удаления остаточных материалов |
| Очистка ультразвуковая (0135) |  | Процесс удаления флюса и прочих остаточных материалов после сборки при помощи ультразвуковой ванны |

| | | |
|--|--|--|
| Сушка (0170) |  | Процесс удаления раствора после промывки платы |
| Технический контроль (03) |  | Поиск недочётов и ошибок в работе изделия, выявление брака и годного изделия |
| Контроль внешнего вида изделий, наличия клеем (0387) |  | Визуальный осмотр мест пайки, качества очистки, правильности установки |
| Контроль электрических и магнитных величин (0320) |  | Поиск ошибок в установке компонентов, неисправностей в работе устройства |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Контроль периодических величин (0355)</p> |  | <p>Поиск ошибок в времени работы устройства, неисправностей в работе устройства</p> |
| <p>Контроль величин электромагнитных излучений (0340)</p> |  | <p>Анализ световых и электромагнитных величин, с целью оценки работоспособности устройства</p> |
| <p>Контроль линейных размеров (0220)</p> |  | <p>Поиск ошибок в линейных размерах</p> |

Проведем структурно-функциональную декомпозицию исследуемого технологического процесса с использованием методик IDEF с целью определения последовательности операций, входных воздействий, воздействий управления, механизмов и выходных воздействий.

1.4 Разработка контекстной диаграммы ТП изготовления устройства «Индикатор положения ИП261Б4»

Структурная декомпозиция модели ТП производства устройства, представлена на рисунке 1.4.1 в вид контекстной диаграммы в нотации IDEF0.

На верхнем уровне декомпозиции модель ТП производства устройства «Индикатор положения ИП261Б4» представлена в виде контекстной диаграммы в нотации IDEF0, которая отображает взаимодействие исследуемого процесса с внешней средой.

Спецификация контекстной диаграммы «Индикатор положения ИП261Б4» приведена в таблице 1.4.1.

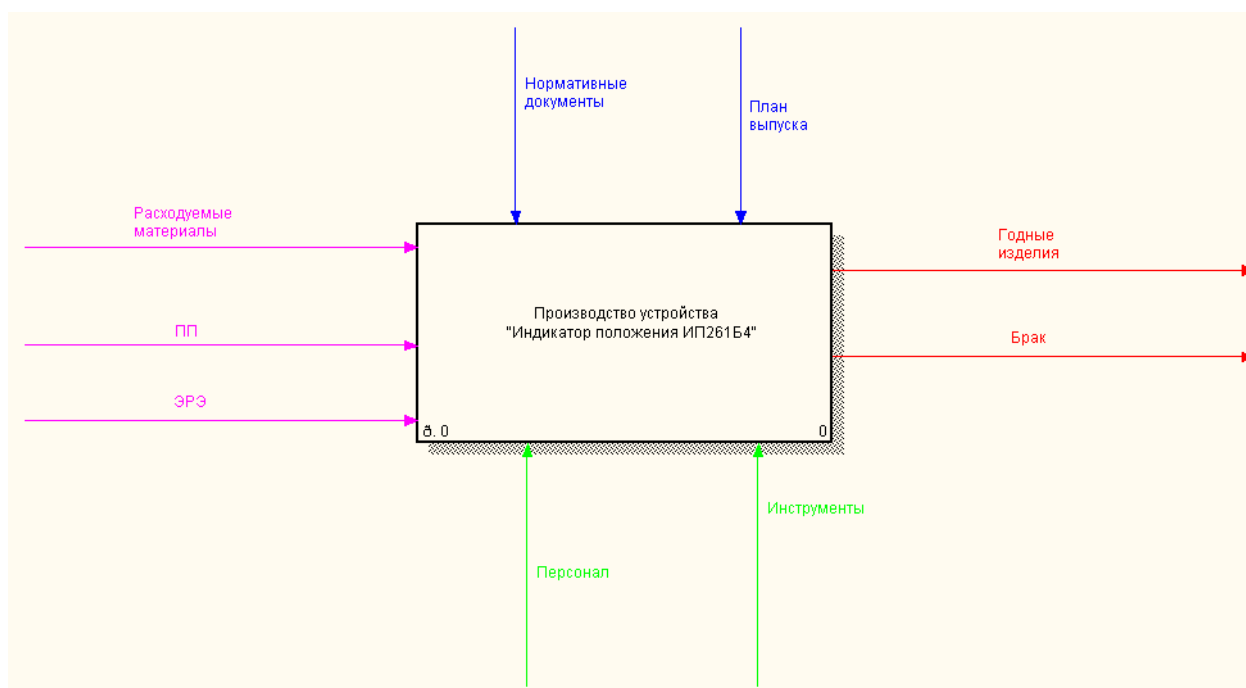


Рисунок 1.4.1 – Контекстная диаграмма ТП изготовления «Индикатор положения ИП261Б4» в нотации IDEF0

В таблице 1.4.1 на основе анализа концептуально-абстрактной модели ТП изготовления устройства «Индикатор положения ИП261Б4» приведена спецификация контекстной диаграммы.

Таблица 1.4.1 – Спецификация контекстной диаграммы «Индикатор положения ИП261Б4»

| Input Arrow "Производство устройства "Индикатор положения ИП261Б4" Activity | |
|---|---|
| Расходуемые материалы | Материалы, используемые в процессе производства |
| ПП | Печатная плата устройства в упаковке |

| | |
|--|---|
| ЭРЭ | Элементы, необходимые для функционирования схемы |
| Output Arrow "Производство устройства " Индикатор положения ИП261Б4" Activity | |
| Годные изделия | Полностью работоспособные изделия, готовые к передаче заказчику |
| Брак | Изделия, не отвечающие заданным техническим характеристикам |
| Control Arrow "Производство устройства " Индикатор положения ИП261Б4" Activity | |
| Нормативные документы | ГОСТы, ОСТы и пр. |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённый период |
| Mechanism Arrow "Производство устройства "Индикатор положения ИП261Б4" Activity | |
| Персонал | Сотрудники предприятия |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |

В результате выполнения процесса на основе преобразования входных воздействий, которыми являются печатная плата, электрорадиоэлементы, расходные материалы формируются результаты, представляющие собой годное изделие, брак. Данный процесс осуществляется под управлением нормативных документов и плана выпуска. Работа производится с использованием необходимых инструментов с привлечением персонала.

1.5 Первый уровень декомпозиции «Производство устройства «Индикатор положения ИП261Б4»

На первом уровне декомпозиции рисунок 1.5.1 модель представляет собой 8 взаимосвязанных работ, представленные в нотации IDEF0: «Консервация и упаковывание (08)», «Получение покрытий (71)», «Сборка (88)», «Пайка (80)», «Операции общего назначения (01)», «Технический контроль (03)», «Технический контроль (02)». Все эти работы выполняются с помощью персонала (монтажников, работников ОТК) с использованием инструментов (стол монтажный, паяльная станция, контрольно-измерительное оборудование и пр.) под управлением нормативных документов и плана выпуска.

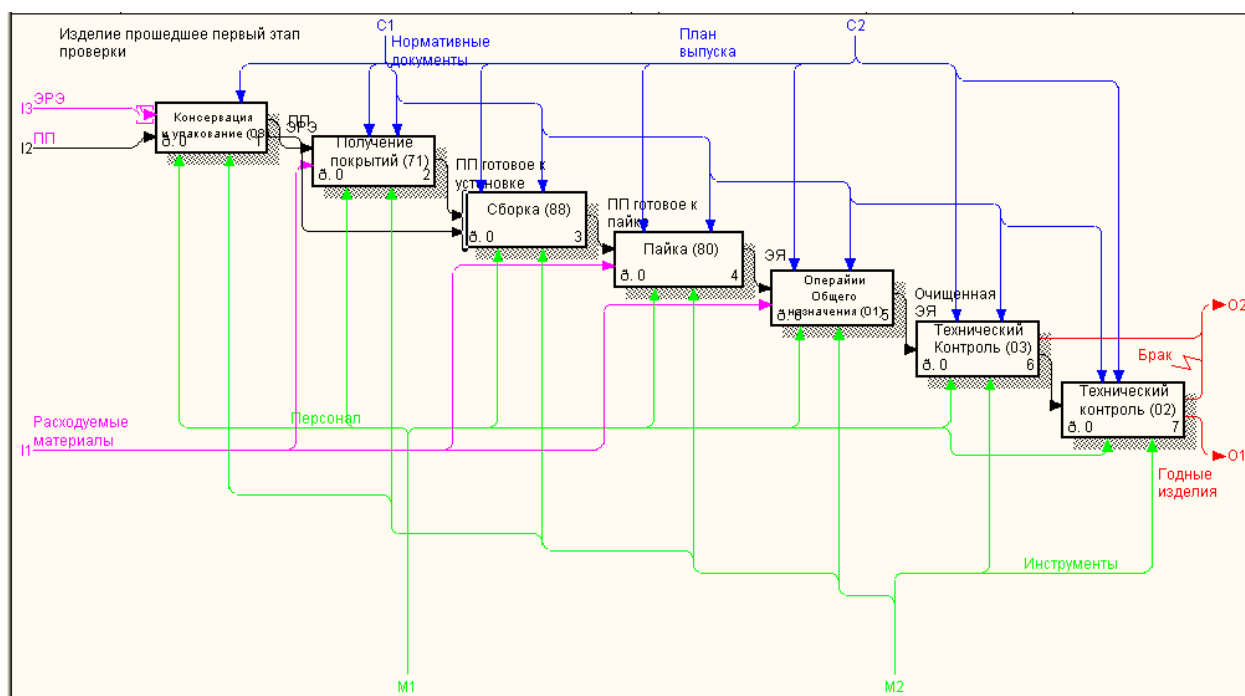


Рисунок 1.5.1 – Первый уровень декомпозиции «Производство устройства «Индикатор положения ИП261Б4»

Спецификация диаграммы первого уровня декомпозиции приведена на таблицах 1.5.1 – 1.5.7.

Таблица 1.5.1 – Спецификация работы «Консервация и упаковывание (08)»

| Input Arrow "Консервация и упаковывание (08)" Activity | |
|---|---|
| Печатная плата | Печатная плата устройства в упаковке |
| Электрорадиоэлементы | Элементы необходимые для функционирования схемы |
| Output Arrow "Консервация и упаковывание (08)" Activity | |

| | |
|---|---|
| ПП | ПП без упаковки, готовая к следующему этапу |
| ЭРЭ | ЭРЭ без упаковки, разложенные по паллетам для удобства использования |
| Control Arrow "Консервация и упаковывание (08)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Mechanism Arrow "Консервация и упаковывание (08)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.5.2 – Спецификация работы «Получение покрытий (71)»

| | |
|---|---|
| Input Arrow "Получение покрытий (71)" Activity | |
| ПП | Лужённая ПП, готовая к следующему этапу |
| Расходуемые материалы | Материалы, используемые в процессе производства |
| Output Arrow "Получение покрытий (71)" Activity | |
| ПП готовое к установке | ПП, контактные площадки которой покрыты паяльной пастой |
| Control Arrow "Получение покрытий (71)" Activity | |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Mechanism Arrow "Получение покрытий (71)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.5.3 – Спецификация работы «Сборка (88)»

| | |
|---|--|
| Input Arrow "Сборка (88)" Activity | |
| ПП готовое к установке | ПП, контактные площадки которой покрыты паяльной пастой |
| ЭРЭ | ЭРЭ без упаковки, разложенные по паллетам для удобства использования |
| Output Arrow "Сборка (88)" Activity | |
| ПП готовое к пайке | Печатная плата с установленными на неё электрорадиоэлементами |
| Control Arrow "Сборка (88)" Activity | |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |

| | |
|---|---|
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Mechanism Arrow "Сборка (88)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.5.4 – Спецификация работы «Пайка (80)»

| | |
|--|---|
| Input Arrow "Пайка (80)" Activity | |
| ППП готовое к пайке | Печатная плата с установленными на неё электрорадиоэлементами |
| Расходуемые материалы | Материалы, используемые в процессе производства |
| Output Arrow "Пайка (80)" Activity | |
| ЭЯ | Собранная электронная ячейка |
| Control Arrow "Пайка (80)" Activity | |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Mechanism Arrow "Пайка (80)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.5.5 – Спецификация работы «Операции общего назначения (01)»

| | |
|---|---|
| Input Arrow "Операции общего назначения (01)" Activity | |
| Расходуемые материалы | Материалы, используемые в процессе производства |
| ЭЯ | Собранная электронная ячейка |
| Output Arrow "Операции общего назначения (01)" Activity | |
| Очищенная ЭЯ | Ячейка, прошедшая стадии очистки, готова к работе и проверке |
| Control Arrow "Операции общего назначения (01)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Mechanism Arrow "Операции общего назначения (01)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.5.6 – Спецификация работы «Технический контроль (03)»

| Input Arrow " Технический контроль (03)" Activity | |
|--|---|
| Очищенная ЭЯ | Ячейка, прошедшая стадии очистки, готова к работе и проверке |
| Output Arrow " Технический контроль (03)" Activity | |
| Изделие прошедшее первый этап проверки | Прошедшее первый этап проверок изделие, готовое к следующему этапу |
| Брак | Устройство, не прошедшее проверку |
| Control Arrow " Технический контроль (03)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow " Технический контроль (03)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.5.7 – Спецификация работы «Технический контроль (02)»

| Input Arrow " Технический контроль (02)" Activity | |
|--|---|
| Изделие прошедшее первый этап проверки | Прошедшее первый этап проверок изделие, готовое к следующему этапу |
| Output Arrow " Технический контроль (02)" Activity | |
| Годные изделия | Полностью работающее изделие готовое на продажу |
| Брак | Устройство, не прошедшее проверку |
| Control Arrow " Технический контроль (02)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow " Технический контроль (02)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

На входе мы получаем все необходимые компоненты и поэтапно собираем плату. В конце проверяем ее на соответствие требованиям, если не проходит любой из этапов проверки, то отправляем в отдел брака. Если же устройство проходит все этапы проверки, то мы получаем готовое устройство.

1.6 Второй уровень декомпозиции «Консервация и упаковывание (08)»

Работа «Консервация и упаковывание (08)» на втором уровне декомпозиции рисунок 1.6.1 представляет из себя работы «Распаковывание печатной платы (0850)», «Распаковывание электрорадиоэлементов (0850)».

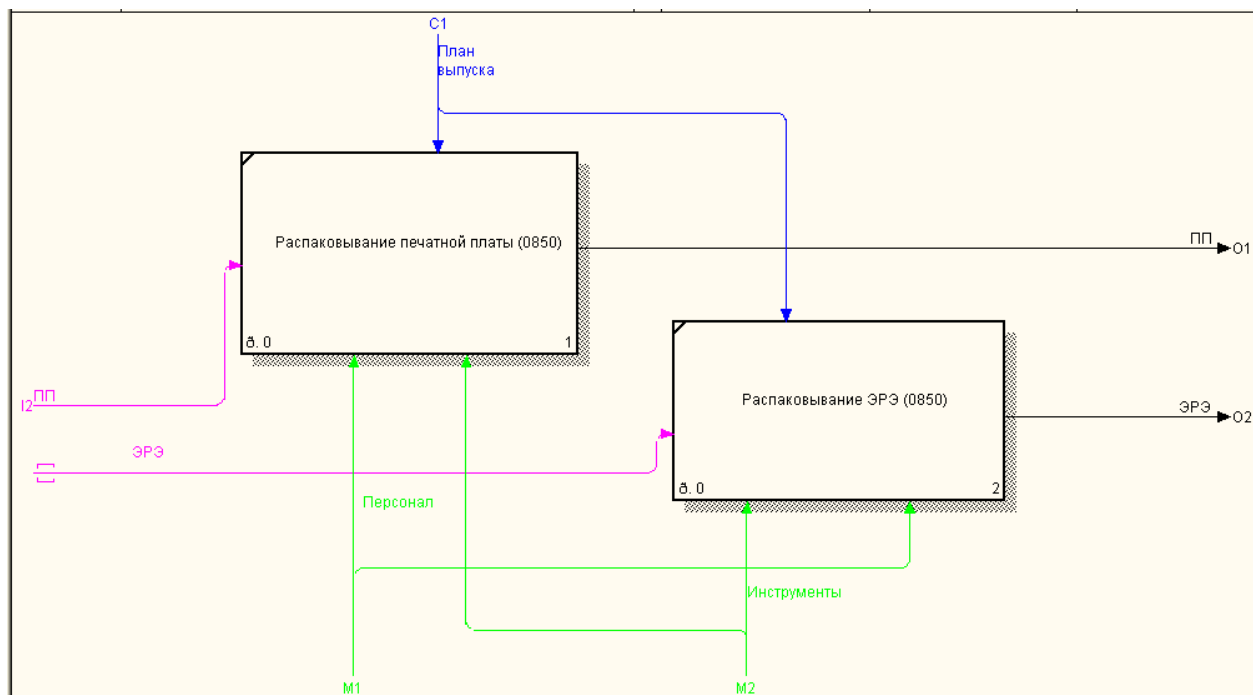


Рисунок 1.6.1 – Второй уровень декомпозиции – работа «Консервация и упаковывание (08)» в нотации IDEF0

Спецификация работ «Консервация и упаковывание (08)» представлены в таблицах 1.6.1-1.6.2.

Таблица 1.6.1 – Спецификация работы «Распаковывание печатной платы (0850)»

| Input Arrow "Распаковывание печатной платы (0850)" Activity | |
|---|---|
| ПП | Печатная плата устройства в упаковке |
| Output Arrow "Распаковывание печатной платы (0850)" Activity | |
| ПП | ПП без упаковки, готовая к следующему этапу |
| Control Arrow "Распаковывание печатной платы (0850)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Mechanism Arrow "Распаковывание печатной платы (0850)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.6.2 – Спецификация работы «Распаковывание электрорадиоэлементов (0850)»

| | |
|---|---|
| Input Arrow "Распаковывание электрорадиоэлементов (0850)" Activity | |
| ЭРЭ | Элементы необходимые для функционирования схемы |
| Output Arrow "Распаковывание электрорадиоэлементов (0850)" Activity | |
| ЭРЭ | ЭРЭ без упаковки, разложенные по паллетам для удобства использования |
| Control Arrow "Распаковывание электрорадиоэлементов (0850)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| | |
| Mechanism Arrow "Распаковывание электрорадиоэлементов (0850)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Работа «Распаковывание печатной платы (0850)» преобразует входные воздействия в виде печатной платы, в ПП. Работа «Распаковывание электрорадиоэлементов (0850)» преобразует входные воздействия в виде электрорадиоэлементов, в ЭРЭ. Данные работы осуществляются под управлением плана выпуска, при участии персонала и при использовании инструментов.

1.7 Второй уровень декомпозиции «Получение покрытий (71)»

Работа «Получение покрытий (71)» на втором уровне декомпозиции рисунок 1.7.1 представляет из себя работу «Флюсование (7139)».

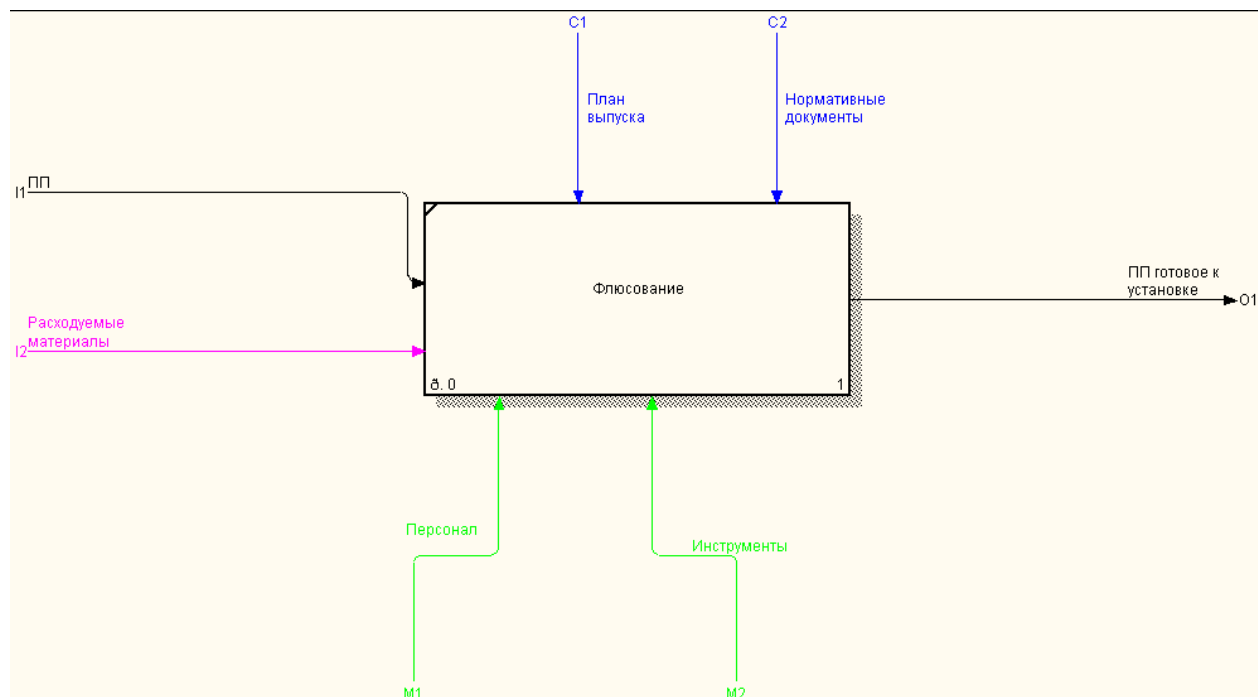


Рисунок 1.7.1 – Второй уровень декомпозиции – работа «Получение покрытий (71)» в нотации IDEF0

Спецификация работ «Получение покрытий (71)» представлена в таблице 1.7.1.

Таблица 1.7.1 – Спецификация работы «Флюсование (7139)»

| Input Arrow "Флюсование (7139)" Activity | |
|--|---|
| ПП | ПП, готовая к следующему этапу |
| Расходные материалы | Материалы, используемые в процессе производства |
| Output Arrow "Флюсование (7139)" Activity | |
| ПП готовое к установке | ПП, контактные площадки которой покрыты паяльной пастой |
| Control Arrow "Флюсование (7139)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Флюсование (7139)" Activity | |

| | |
|-------------|---|
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Работа «Флюсование (7139)» преобразует входные воздействия в виде лужённой ПП, расходуемых материалов в ПП покрытую пастой. Данная работа осуществляется под управлением плана выпуска, нормативных документов, при участии персонала и при использовании инструментов.

1.8 Второй уровень декомпозиции «Сборка (88)»

Работа «Сборка (88)» на втором уровне декомпозиции рисунок 1.9.1 представляет из себя работы «Монтаж КМП малого типоразмера (8858.01)», «Монтаж КМП большого типоразмера (8858.02)», «Монтаж КМО (8858.03)».

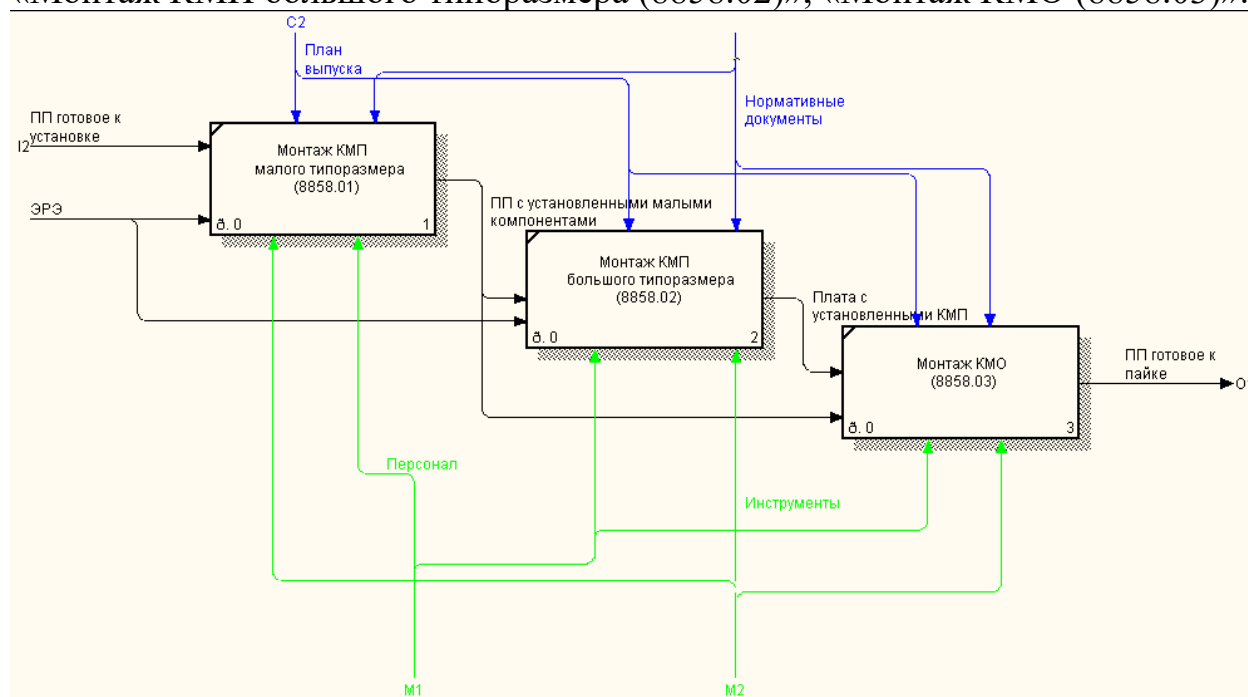


Рисунок 1.8.1 – Второй уровень декомпозиции – работа «Сборка (88)» в нотации IDEF0

Спецификация работ «Сборка (88)» представлены в таблицах 1.8.1-1.8.3.

Таблица 1.8.1 – Спецификация работы «Монтаж КМП малого типоразмера (8858.01)»

| Input Arrow "Монтаж КМП малого типоразмера (8858.01)" Activity | |
|--|---|
| ПП готовое к установке | ПП, контактные площадки которой покрыты паяльной пастой |
| ЭРЭ | ЭРЭ без упаковки, разложенные по паллетам для удобства использования |
| Output Arrow "Монтаж КМП малого типоразмера (8858.01)" Activity | |
| Плата с установленными малыми компонентами | ПП с установленными в пасту КМП |
| Control Arrow "Монтаж КМП малого типоразмера (8858.01)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённый период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |

| Mechanism Arrow "Монтаж КМП малого типоразмера (8858.01)" Activity | |
|---|---|
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.8.2 – Спецификация работы «Монтаж КМП большого типоразмера (8858.02)»

| Input Arrow "Монтаж КМП большого типоразмера (8858.02)" Activity | |
|---|---|
| ПП с установленными малыми компонентами | ПП с установленными в пасту КМП большого типоразмера |
| ЭРЭ | ЭРЭ без упаковки, разложенные по паллетам для удобства использования |
| Output Arrow "Монтаж КМП большого типоразмера (8858.02)" Activity | |
| Плата с установленными КМП | ПП с установленными КМП |
| Control Arrow "Монтаж КМП большого типоразмера (8858.02)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Монтаж КМП большого типоразмера (8858.02)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.8.3 – Спецификация работы «Монтаж КМО (8858.03)»

| Input Arrow "Монтаж КМО (8858.03)" Activity | |
|--|---|
| ПП с установленными КМП | ПП с установленными КМП |
| ЭРЭ | ЭРЭ без упаковки, разложенные по паллетам для удобства использования |
| Output Arrow "Монтаж КМО (8858.03)" Activity | |
| ПП готовая к пайке | Печатная плата с установленными на неё электрорадиоэлементами |
| Control Arrow "Монтаж КМО (8858.03)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |

| Mechanism Arrow "Монтаж КМО (8858.03)" Activity | |
|--|---|
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Работа «Монтаж КМП малого типоразмера (8858.01)» преобразует входные воздействия в виде ПП покрытой пастой, ЭРЭ в ПП с установленными малыми компонентами. Результат работы поступает на вход следующей работы «Монтаж КМП большого типоразмера (8858.02)», для которой выполняется преобразование ПП с установленными малыми компонентами, ЭРЭ в ПП с установленными КМП. Результат работы поступает на вход следующей работы «Монтаж КМО (8858.03)», для которой выполняется преобразование ПП с установленными КМП, ЭРЭ в ПП с установленными ЭРЭ. Данные работы осуществляются под управлением плана выпуска, нормативных документов, при участии персонала и при использовании инструментов.

1.9 Второй уровень декомпозиции «Пайка (80)»

Работа «Пайка (80)» на втором уровне декомпозиции рисунок 1.9.1 представляет из себя работу «Пайка паяльником (8011)».

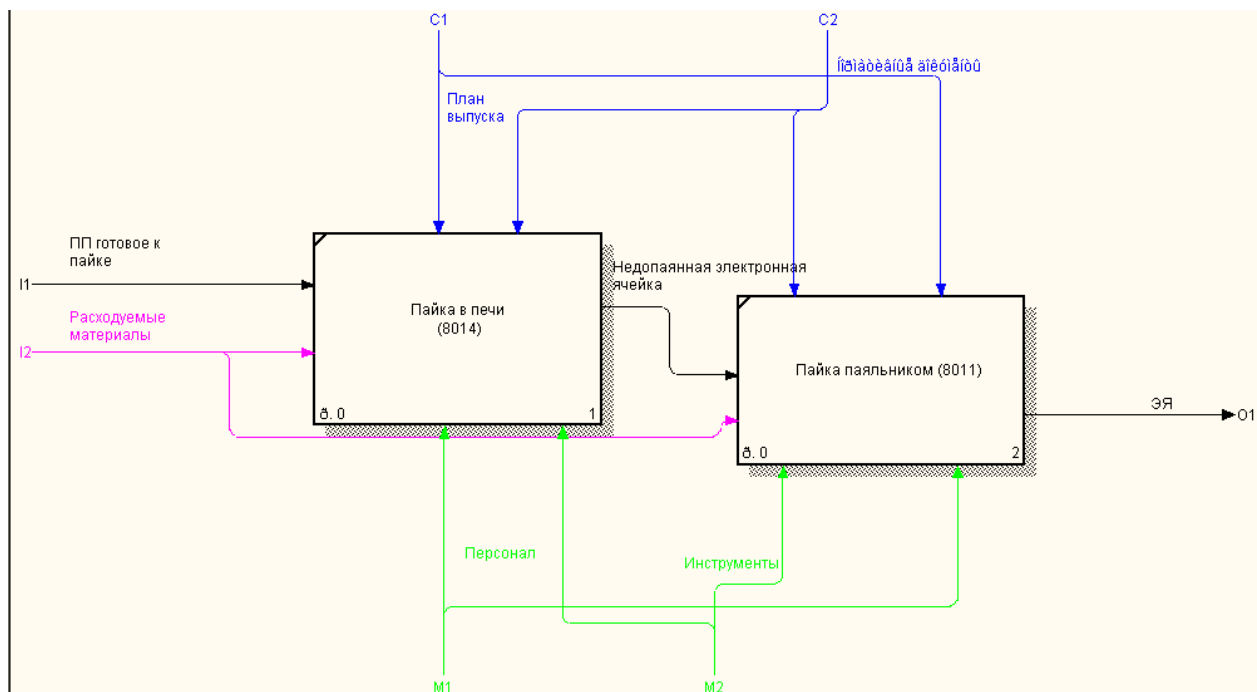


Рисунок 1.9.1 – Второй уровень декомпозиции – работа «Пайка (80)» в нотации IDEF0

Спецификация работ «Пайка (80)» представлена в таблице 1.9.1

Таблица 1.9.1 – Спецификация работы «Пайка в печи (8014)»

| Input Arrow "Пайка в печи (8014)" Activity | |
|--|---|
| ПП готовая к пайке | Печатная плата с установленными на неё электрорадиоэлементами |
| Расходные материалы | Материалы, используемые в процессе производства |
| Output Arrow "Пайка в печи (8014)" Activity | |
| Не допаянная электронная ячейка | Ячейка с некоторым количеством припаянных элементов |
| Control Arrow "Пайка в печи (8014)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Пайка в печи (8014)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |

| | |
|----------|------------------------|
| Персонал | Сотрудники предприятия |
|----------|------------------------|

Таблица 1.9.2 – Спецификация работы «Пайка паяльником (8011)»

| | |
|---|---|
| Input Arrow "Пайка паяльником (8011)" Activity | |
| Не допаянная электронная ячейка | Ячейка с некоторым количеством припаянных элементов |
| Расходные материалы | Материалы, используемые в процессе производства |
| Output Arrow "Пайка паяльником (8011)" Activity | |
| ЭЯ | Собранная электронная ячейка |
| Control Arrow "Пайка паяльником (8011)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Пайка паяльником (8011)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Работа «Пайка в печи (8014)» преобразует входные воздействия в виде ПП с установленными ЭРЭ и расходующие материалы в не допаянную электронную ячейку. Результат работы поступает на вход следующей работы «Пайка паяльником (8011)», для которой выполняется преобразование не допаянной электронной ячейки в электронную ячейку. Данные работы осуществляется под управлением нормативных документов и плана выпуска, при участии персонала и при использовании инструментов.

1.10 Второй уровень декомпозиции «Операции общего назначения (01)»

Работа «Операции общего назначения (01)» на втором уровне декомпозиции рисунок 1.10.1 представляет из себя работы «Очистка ультразвуковая (0135)», «Сушка (0170)».

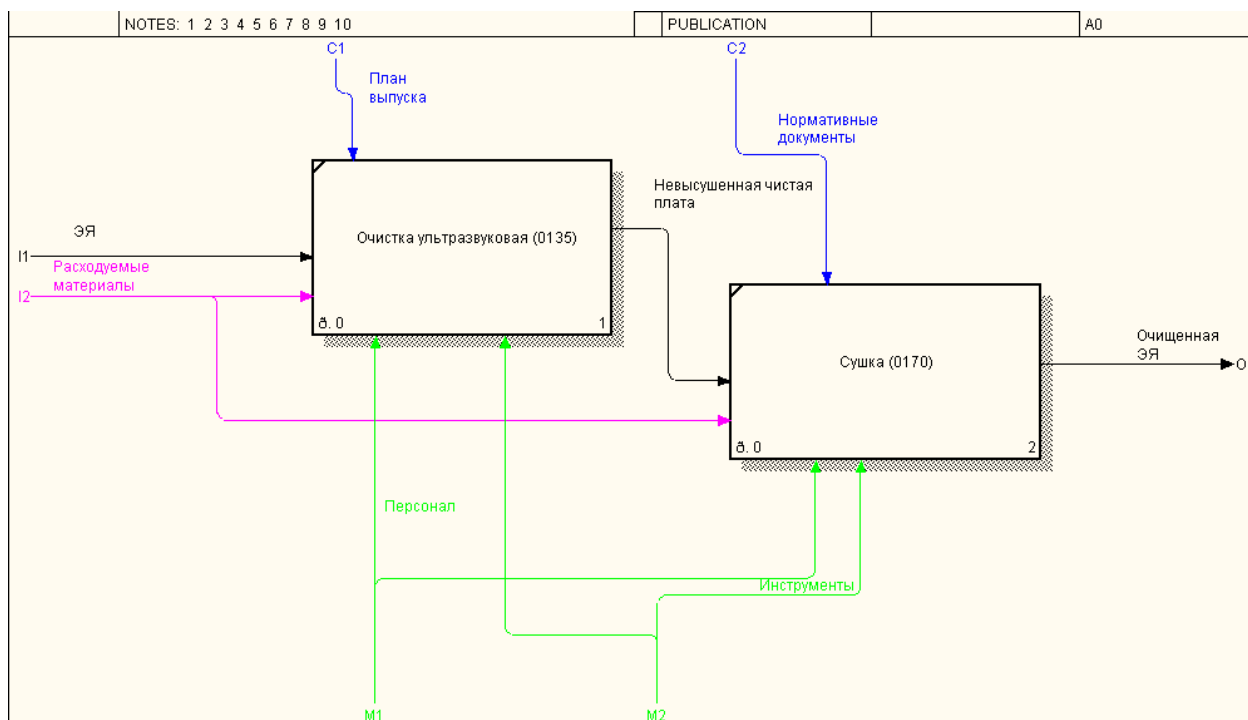


Рисунок 1.10.1 – Второй уровень декомпозиции «Операции общего назначения (01)» в нотации IDEF0

Спецификация работ «Операции общего назначения (01)» представлены таблицами 1.10.1–1.10.2.

Таблица 1.10.1 – Спецификация работы «Очистка ультразвуковая (0135)»

| Input Arrow "Очистка ультразвуковая (0135)" Activity | |
|--|---|
| Расходные материалы | Материалы, используемые в процессе производства |
| ЭЯ | Собранная электронная ячейка |
| Output Arrow "Очистка ультразвуковая (0135)" Activity | |
| Невысушенная чистая электронная ячейка | Мокрая ячейка, требующая просушивания после очистки |
| Control Arrow "Очистка ультразвуковая (0135)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённый период |

| | |
|---|---|
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Очистка ультразвуковая (0135)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.10.2 – Спецификация работы «Сушка (0170)»

| | |
|--|---|
| Input Arrow "Сушка (0170)" Activity | |
| Невысушенная чистая электронная ячейка | Мокрая ячейка, требующая просушивания после очистки |
| Output Arrow "Сушка (0170)" Activity | |
| Очищенная ЭЯ | Ячейка, прошедшая стадии очистки, готова к работе и проверке |
| Control Arrow "Сушка (0170)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Сушка (0170)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Работа «Очистка ультразвуковая (0135)» преобразует входные воздействия расходуемые материалы, электронная ячейка в мокрую ЭЯ. Результат работы поступает на вход следующей работы «Сушка (0170)» и преобразует в чистую ЭЯ. Данные работы осуществляются под управлением плана выпуска, при участии персонала и при использовании инструментов.

1.11 Второй уровень декомпозиции «Технический контроль (03)»

Работа «Технический контроль (03)» на втором уровне декомпозиции рисунок 1.11.1 представляет из себя работы «Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)», «Контроль электрических и магнитных величин (0320)», «Контроль периодических величин (0335)», «Контроль величин электромагнитных излучений (0340)».

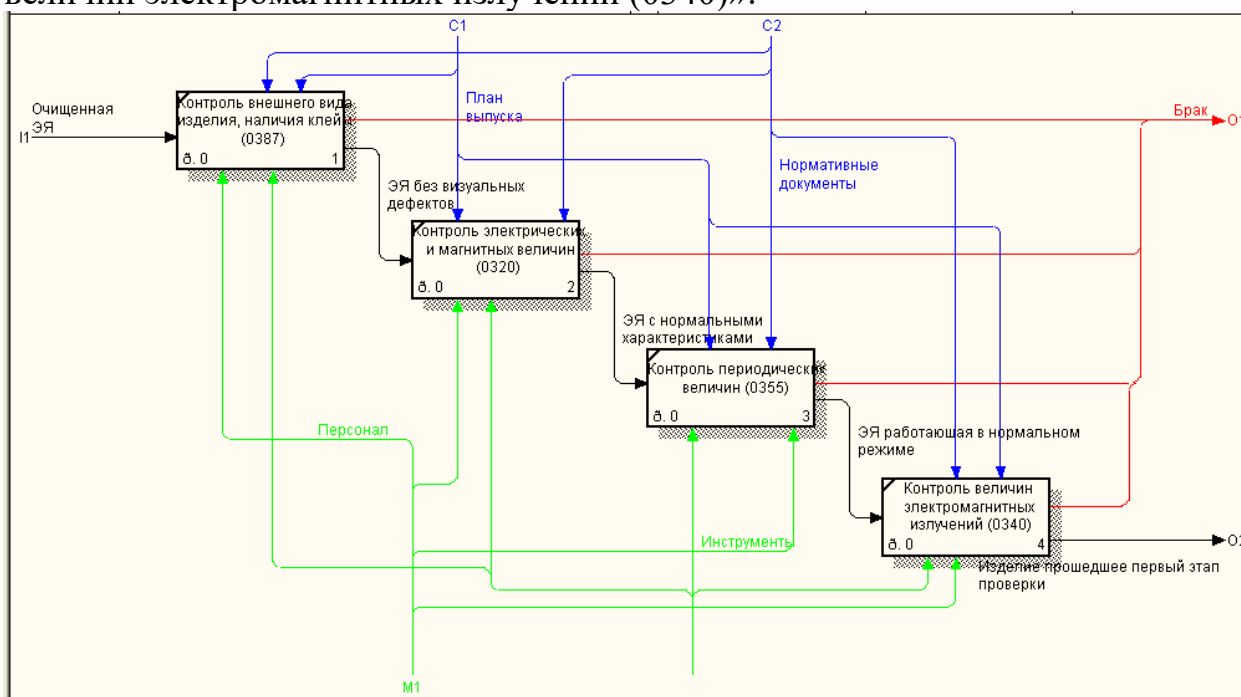


Рисунок 1.11.1 – Второй уровень декомпозиции – работа «Технологический контроль (03)» в нотации IDEF0

Спецификация работ «Технологический контроль (03)» представлены в таблицах 1.11.1–1.11.4

Таблица 1.11.1 – Спецификация работы «Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)»

| Input Arrow "Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)" Activity | |
|---|--|
| Очищенная ЭЯ | Ячейка, прошедшая стадии очистки, готова к работе и проверке |
| Output Arrow "Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)" Activity | |
| Брак | Изделие, не прошедшее проверку |
| ЭЯ без визуальных дефектов | ЭЯ без явных дефектов внешнего вида |
| Control Arrow "Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)" Activity | |

| | |
|--|---|
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.11.2 – Спецификация работы «Контроль электрических и магнитных величин (0320)»

| | |
|---|---|
| Input Arrow "Контроль электрических и магнитных величин (0320)" Activity | |
| ЭЯ без визуальных дефектов | ЭЯ без явных дефектов внешнего вида |
| Output Arrow "Контроль электрических и магнитных величин (0320)" Activity | |
| Брак | Изделие, не прошедшее проверку |
| ЭЯ с нормальными характеристиками | В ходе измерений электрических и магнитных характеристики отклонений не выявлено |
| Control Arrow "Контроль электрических и магнитных величин (0320)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Контроль электрических и магнитных величин (0320)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.11.3 – Спецификация работы «Контроль периодических величин (0335)»

| | |
|---|--|
| Input Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| ЭЯ с нормальными характеристиками | В ходе измерений электрических и магнитных характеристики отклонений не выявлено |
| Output Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| Брак | Изделие, не прошедшее проверку |
| ЭЯ, работающая в нормальном режиме | В ходе измерений отклонений, связанных со временем работы устройства не выявлено |
| Control Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |

| | |
|---|---|
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Таблица 1.11.4 – Спецификация работы «Контроль величин электромагнитных излучений (0340)»

| | |
|---|---|
| Input Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| ЭЯ, работающая в нормальном режиме | В ходе измерений отклонений, связанных со временем работы устройства не выявлено |
| Output Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| Брак | Изделие, не прошедшее проверку |
| Изделие прошедшее первый этап проверки | Прошедшее первый этап проверок изделие, готовое к следующему этапу |
| Control Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённые период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Работа «Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)» преобразует входные воздействия в виде чистой электронной ячейки в ЭЯ без визуальных дефектов или брак. Результат работы поступает на вход следующей работы «Контроль электрических и магнитных величин (0320)» и преобразуется в ЭЯ с нормальными характеристиками или брак. Результат работы поступает на вход следующей работы «Контроль периодических величин» и преобразуется в ЭЯ, работающую в нормальном режиме или брак. Результат работы поступает на вход работы «Контроль величин электромагнитных излучений (0340)» и преобразуется в изделие прошедшее первый этап проверки или брак. Данные работы осуществляются под управлением плана выпуска и нормативных документов, при участии персонала и при использовании инструментов.

1.12 Второй уровень декомпозиции «Технологический контроль (02)»

Работа «Технологический контроль (02)» на втором уровне декомпозиции рисунок 1.12.1 представляет из себя работу «Контроль линейных размеров (0220)».

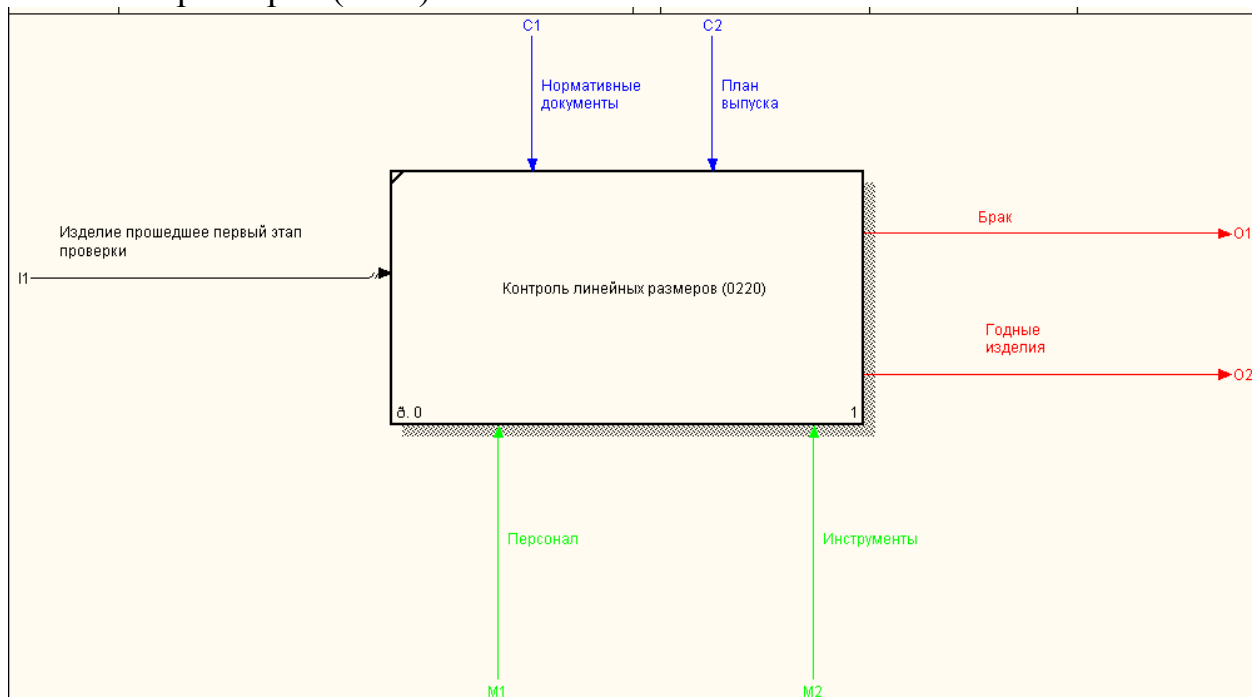


Рисунок 1.12.1 – Второй уровень декомпозиции – работа «Технолгоический контроль (02)»

Спецификация работ «Технологический контроль (02)» представлена в таблице 1.12.1.

Таблица 1.12.1 – Спецификация работы «Контроль линейных размеров (0220)»

| Input Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
|--|---|
| Издeлие прошедшее первый этап проверки | Прошедшее первый этап проверок изделие, готовое к следующему этапу |
| Output Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| Брак | Изделие, не прошедшее проверку |
| Годное изделие | Полностью работающее изделие готовое на продажу |
| Control Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |
| План выпуска | Документ, указывающий, сколько изделий необходимо произвести за определённый период |
| Нормативные документы | Государственные нормативные стандарты, ОСТы и пр. |
| Mechanism Arrow "Контроль периодических величин (0335)" Activity | |

| | |
|-------------|---|
| Инструменты | Приборы необходимые для производства и контроля изделия |
| Персонал | Сотрудники предприятия |

Работа «Контроль линейных размеров (0220)» преобразует входное воздействие в виде изделия прошедшего первый этап проверки в годное изделие либо брак. Данная работа осуществляется под управлением плана выпуска и нормативных документов, при участии персонала и при использовании инструментов.

1.13 Третий уровень декомпозиции «Контроль внешнего вида, наличия клейм (0387)»

Работа «Контроль внешнего вида, наличия клейм (0387)» на третьем уровне декомпозиции рисунок 1.13.1 исполнена в нотации DFD. Предоставляет собой процессы «Сопоставление электронной модели и реального изделия», «Составление акта о соответствии», сущности «Электронная модель», «Реальное изделие», «Паспорт изделия», хранилища данных «Нормативные документы».

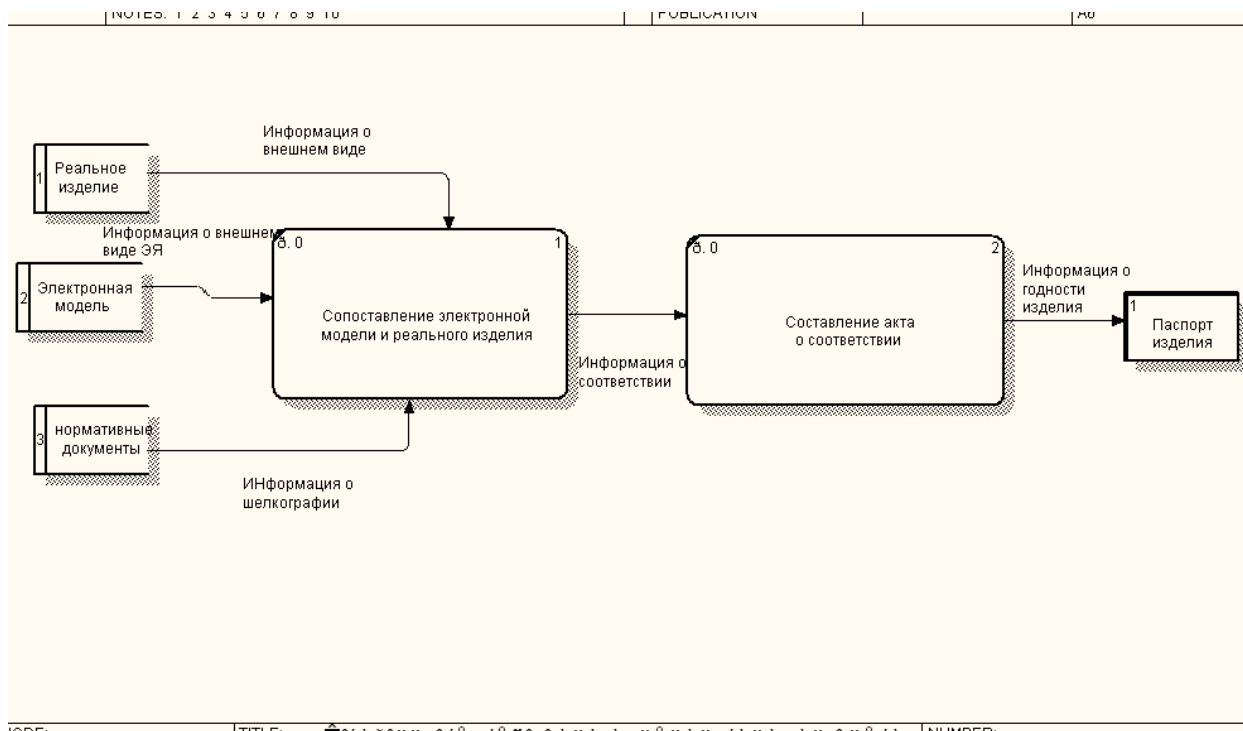


Рисунок 1.13.1 – Третий уровень декомпазиции – работа «Контроль внешнего вида, наличия клейм (0387)» в нтоации DFD

Спецификация работ «Контроль внешнего вида, наличия клейм (0387)» представлена в таблице 1.13.1-1.13.2.

Таблица 1.13.1 – Спецификация работы «Сопоставление электронной модели и реального изделия»

| Input Arrow "Сопоставление электронной модели и реального изделия" Activity | |
|--|---|
| Информация о внешнем виде | Информация о внешнем виде реального изделия |
| Информация об внешнем виде ЭЯ | Информация о внешнем виде электронной модели устройства |
| Информация о шелкографии | Информация о шелкографии изготавливаемого устройства |
| Output Arrow "Сопоставление электронной модели и реального изделия" Activity | |

| | |
|-----------------------------------|--|
| Информация о соответствии изделия | Информация о соответствии внешнего вида изделия, наличия клейм |
|-----------------------------------|--|

Таблица 1.13.2 – Спецификация работы «Составление акта о соответствии»

| | |
|--|--|
| Input Arrow "Составление акта о соответствии" Activity | |
| Информация о соответствии | Информация о соответствии внешнего вида изделия, наличия клейм |
| Output Arrow "Составление акта о соответствии" Activity | |
| Информация о годности | Информация о годности устройства, заносимая в паспорт изделия |

Работа «Контроль внешнего вида изделия, наличия клейм (0387)» заключается в получении информации о внешнем виде устройства и наличии клейм на основе этого осуществляется составление акта о соответствии. В результате получается информация о годности изделия.

1.14 Третий уровень декомпозиции «Контроль линейных размеров (0220)»

Работа «Контроль линейных размеров (0220)» на третьем уровне декомпозиции представлена на рисунке 1.14.1 в нотации IDEF3. Представляет из себя процессы «Измерить линейные размеры», «Отгрузить в брак», «Отгрузить к годным изделиям», а также референты «Изделие прошедшее первый этап проверки», «Брак», «Годное изделие».

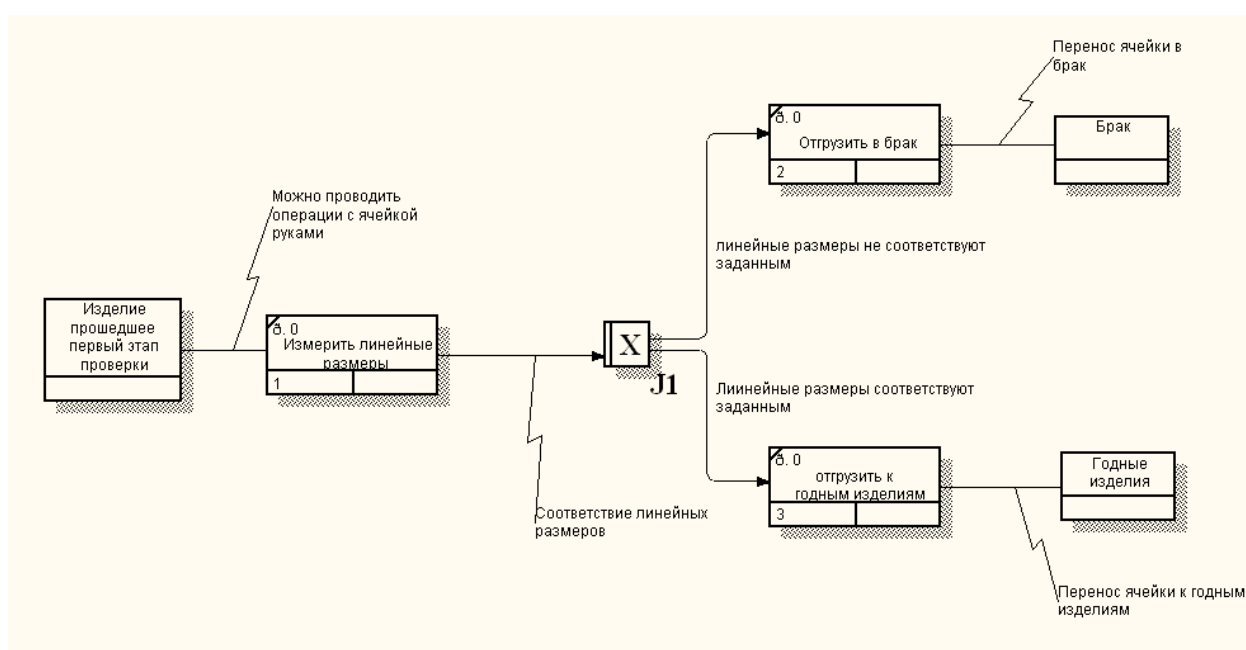


Рисунок 1.14.1 – Третий уровень декомпозиции – работа «Контроль линейных размеров (0220)»

Спецификация «Контроль линейных размеров (0220)» представлена в таблицах 1.14.1 – 1.14.3.

Таблица 1.14.1 – Спецификация работы «Измерить линейные размеры»

| Input Arrow "Измерить линейные размеры" Activity | |
|---|--|
| Можно проводить операции с ячейкой руками | Электронная ячейка прошла первый этап проверки |
| Output Arrow "Измерить линейные размеры" Activity | |
| Соответствие линейных размеров | Информация о соответствии линейных размеров |

Таблица 1.14.2 – Спецификация работы «Отгрузить в брак»

| Input Arrow "Отгрузить в брак" Activity | |
|---|---|
| Линейные размеры не соответствуют заданным | Линейные размеры ЭЯ не соответствуют заданным |
| Output Arrow "Отгрузить в брак" Activity | |
| Перенос ячейки в брак | Информация о том, что устройство не соответствует требованиям |

Таблица 1.14.3 – Спецификация работа «Отгрузить к годным изделиям»

| Input Arrow "Отгрузить к годным изделиям" Activity | |
|--|---|
| Линейные размеры не соответствуют заданным | Линейные размеры ЭЯ не соответствуют заданным |
| Output Arrow "Отгрузить к годным изделиям" Activity | |
| Перенос ячейки в брак | Информация о том, что устройство не соответствует требованиям |

Работа «Контроль линейных размеров (0220)» заключается в проверке линейных размеров электронной ячейки на соответствие заданным и принятии решения об отправке изделия к годным или в брак.

1.15 Разработка иерархической диаграммы ТП производства устройства «Индикатор положения ИП261Б4»

Иерархическая диаграмма рисунок 1.15.1 представляет собой дерево узлов, являющееся моделью декомпозированного технологического процесса.

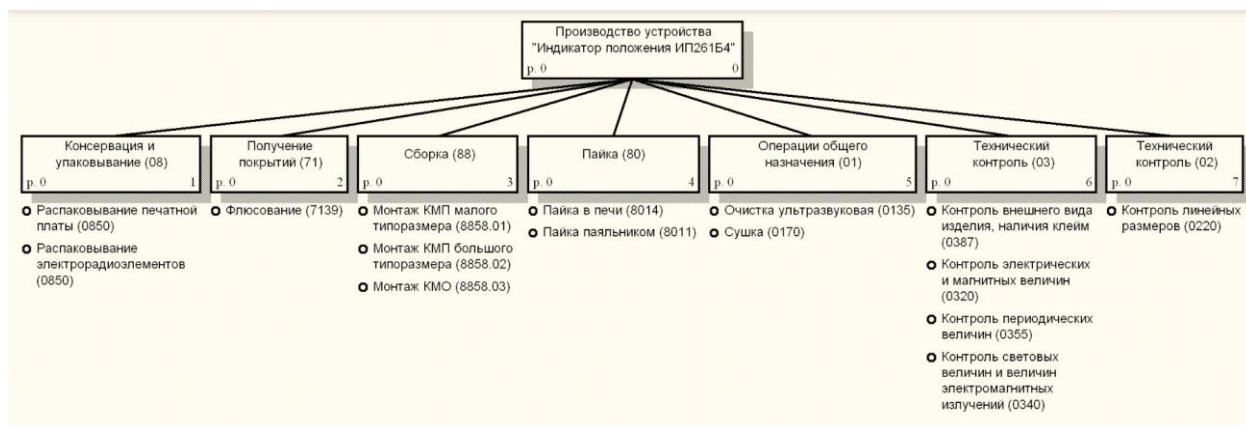


Рисунок 1.15.1 – Диаграмма дерева узлов ТП производства устройства «Индикатор положения ИП261Б4»

Диаграмма дерева узлов представляет собой полную декомпозицию ТП и даёт возможность детально проследить все операции и переходы технологического цикла сборки. Сравнивая представление ТП в виде схемы сборки с базовой деталью и ТП в виде диаграммы дерева узлов можно сделать вывод, что все технологические операции исходного ТП описаны в структурно-функциональной модели и полностью соответствуют исследуемому ТП.

Выводы

Разработанные структурно-функциональные модели на различных уровнях декомпозиции отражают суть технологического процесса изготовления устройства «Индикатор положения ИП261Б4».

Изначально весь технологический цикл был представлен в виде схемы сборки, на ней были описаны операции и какие элементы необходимо устанавливать. Но глобально, от начала до конца, не было представления технологического процесса.

Далее схема сборки была преобразована в модель чёрного ящика. Далее проводилась иерархическая декомпозиция до разных уровней, включая атомарных. Результаты разбиения были отражены в рисунках и спецификациях.

Таким образом, на первом уровне декомпозиции была представлена уточненная модель верхнего уровня в виде совокупности 8 работ («Консервация и упаковывание (08)», «Получение покрытий (71)», «Сборка (88)», «Пайка (80)», «Операции общего назначения (01)», «Технический контроль (03)», «Технический контроль (02)»), описанных согласно нотации IDEF0. Далее эти работы разбиваются на 2 уровень декомпозиции также в нотации IDEF0. Далее работы «Контроль внешнего вида, наличия клейм (0378)» и «Контроль линейных размеров (0220)» разбиваются на 3 уровень декомпозиции в нотации DFD и IDEF3 соответственно.

Итоговая иерархическая диаграмма дерева узлов представляет полную декомпозицию технологического процесса и дает возможность детально проследить все операции и переходы технологического цикла сборки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Классификатор технологических операций машиностроения и приборостроения; 1 85 151. М.: Издательство стандартов, 1987