

Расчет и конструирование машин



СОРОКИН
Михаил Александрович
инженер
ОАО «Тульский патронный
завод»

Использование IDEF-моделей при анализе процессов контроля и испытаний продукции массового производства

М.А. Сорокин

Разработаны структурно-функциональные IDEF-модели процессов контроля и испытания продукции массового производства. Проанализирована возможность унификации планов выборочного контроля на основе кластерного анализа. Выявлена возможная область эффективной унификации планов контроля — приемочный разрушающий контроль.

Ключевые слова: массовое производство, контроль качества, структурно-функциональное моделирование, унификация планов контроля.

The structural-functional IDEF-models of control and test processes of mass production products have been developed. The possibility of unification of selective control plans on the basis of cluster analysis has been analyzed. A possible area of effective unification of control plans - acceptance destructive testing has been found.

Keywords: mass production, quality control, structural-functional modeling, unification of control plans.

Одним из важнейших факторов роста эффективности производства является повышение качества выпускаемой продукции, которое непосредственно определяет ее конкурентоспособность. Обеспечение качества невозможно без его контроля. Контроль позволяет вовремя выявить ошибки, чтобы оперативно исправлять их с минимальными потерями. При этом выполняется проверка соответствия

характеристик продукции или процесса установленным техническим требованиям, зафиксированным в чертежах, стандартах, технических условиях, договорах на поставку и других документах. Организация контроля качества — система технических и административных мероприятий, направленных на обеспечение производства продукции, полностью соответствующей требованиям нормативных документов. Информация, полученная в результате контроля, должна служить основой для разработки различных корректирующих и предупреждающих действий в целях улучшения параметров процесса, а, следовательно, и повышения качества производимой продукции.

Для решения указанной задачи на ОАО «Тульский патронный завод» используют различные методы контроля, направленные на повышение качества продукции. На этапе конструкторско-технологической подготовки производства осуществляется контроль проектирования. При логистических операциях — входной контроль материалов и комплектующих изделий. Постоянно ведется контроль за состоянием технологического оборудования. В процессе изготовления проводится операционный контроль и активный контроль приборами, встроенными в технологическое оборудование. Наконец на выходе производственного процесса осуществляется приемочный контроль готовой продукции.

На каждом этапе выбирается степень охвата контролируемой продукции, т. е. осуществляется либо выборочный, либо сплошной контроль. В зависимости от возможности дальнейшего использования проконтролированной продукции применяется либо разрушающий контроль, который делает продукцию непригодной к дальнейшему использованию и, как правило, связан со значительными затратами, либо неразрушающий контроль, который осуществляется по косвенным признакам и не изменяет (в отличие от разрушающих методов) качества, параметров и характеристик изделия. В настоящее время наиболее перспективным является неразрушающий контроль, однако

в случае контроля продукции патронно-гильзового производства разрушающий контроль и испытания стрельбой, безусловно, продолжают сохранять актуальность.

На ОАО «Тульский патронный завод» выпускается несколько десятков различных марок патронов. Для каждой из них осуществляется как входной, так и операционный контроль, а также контроль готовой продукции. Контролируются заготовки и готовые элементы патрона. Контроль и испытания гильзы включают: контроль толщины стенки, контроль толщины дна, контроль глубины и направления донной складки, контроль твердости и прочностные испытания. Контроль пуль включает: контроль твердости оболочки, контроль толщины стенки оболочки, контроль твердости сердечника и др. Осуществляется также входной контроль качества пороха и соответствующий подбор массы метательного заряда. Для патрона в целом контролируется сила, при которой возможно извлечение пули из патрона, герметичность, сплошность полимерного или лакового покрытия и др. Приемочные испытания стрельбой включают контроль скорости пули, давления и кучности. Ранее использовались крешерные методы контроля, а в настоящее время переходят на пьезометрические контролирующие устройства. Кроме того, проводятся квартальные и периодические испытания на безотказность работы оружия при предельных значениях диапазона допустимых температур эксплуатации. При этом по существующим стандартам предприятия и техническим условиям для каждой марки патронов существуют свои нормативы по объему продукции, подвергающейся разрушающему контролю. Это в значительной степени затрудняет его реализацию при смене контролируемой продукции. Поэтому возникает задача поиска путей унификации методик контроля и испытания продукции патронно-гильзового производства, а также рассматривается возможность унификации, как операционного контроля, так и контроля готового изделия.

Для анализа операционного контроля была использована методология функционального моделирования IDEF-технология описания системы в целом как множества взаимозависимых действий или функций. Контекстная диаграмма рассматриваемого процесса содержит следующие элементы (рис. 1):

- 1) функциональный блок «Управление операционным контролем»;
- 2) входы процесса:
заготовка,
заявка на контроль;
- 3) выходы процесса:
годная продукция,
разрешение на следующие операции,
неисправимый брак;
- 4) управление:
стандарты предприятия,
технические условия,
нормативная документация;
- 5) механизмы исполнения:
ОТК;
технолог цеха,
наладчик,
главный технолог,
отдел разработчика.

Функция, представленная на контекстной диаграмме как функция верхнего уровня, посредством создания родительской диаграммы декомпозируется на пять основных подфункций (рис. 2): разработать программу операционного контроля; выполнить операционный контроль; выполнить анализ результатов; выдать разрешение на следующие операции; управление несоответствующей продукцией.

Для каждой из перечисленных подфункций также могут быть построены дочерние функциональные диаграммы, некоторые из которых представлены на рис. 3 и 4.

Каждый из этих блоков имеет свои входы и выходы, управления и механизмы исполнения. Связи между блоками описываются отношениями выход-вход, которые возникают при соединении выхода одного блока с входом другого блока. Подобное структурно-функциональное моделирование процесса позволило более наглядно показать структуру процесса, причинно-следственные связи, исполнителей, результаты их работы и их ответственность. Однако в процессе анализа выяснилось, что в подавляющем большинстве случаев операционный контроль представляет собой сплошной

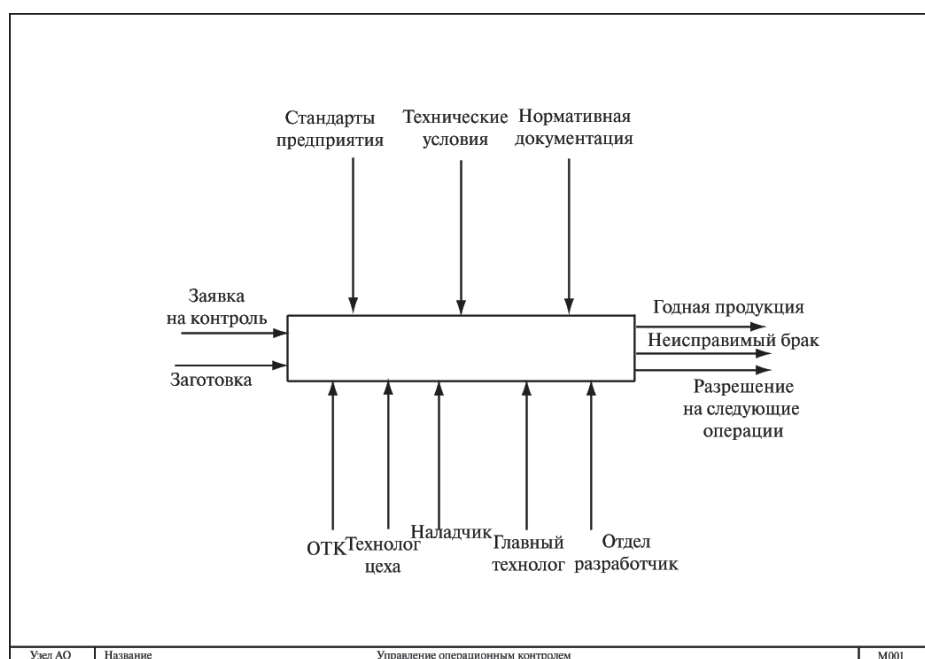


Рис. 1. Контекстная диаграмма верхнего уровня процесса управления операционным контролем в патронно-гильзовом производстве

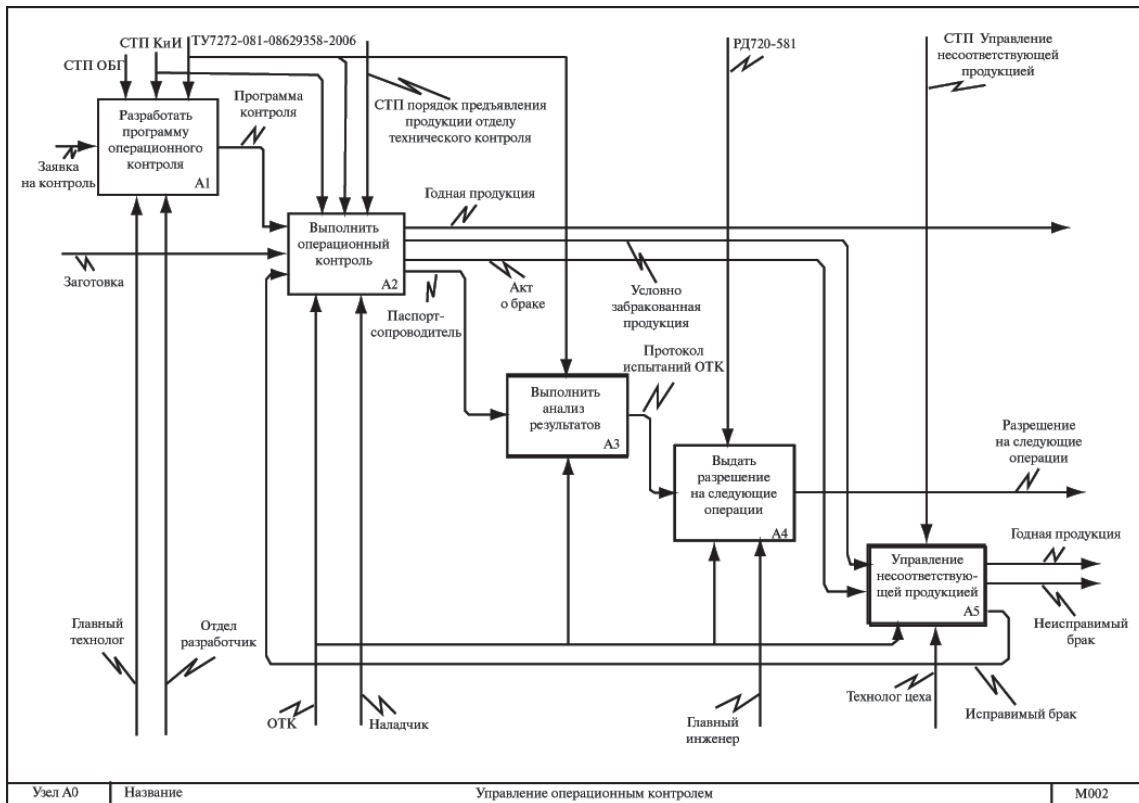


Рис. 2. Родительская диаграмма управления операционным контролем изготовления в патронно-гильзовом производстве

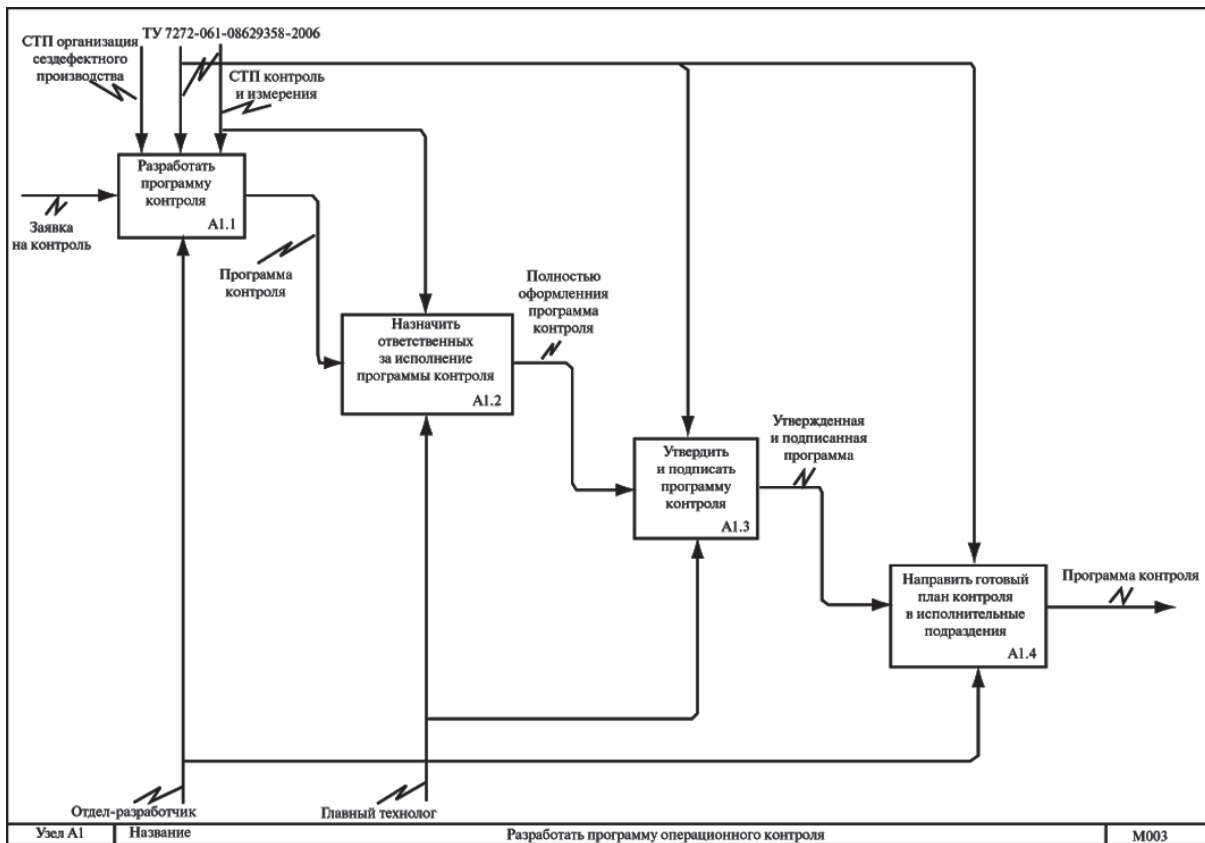


Рис. 3. Дочерняя диаграмма блока A1

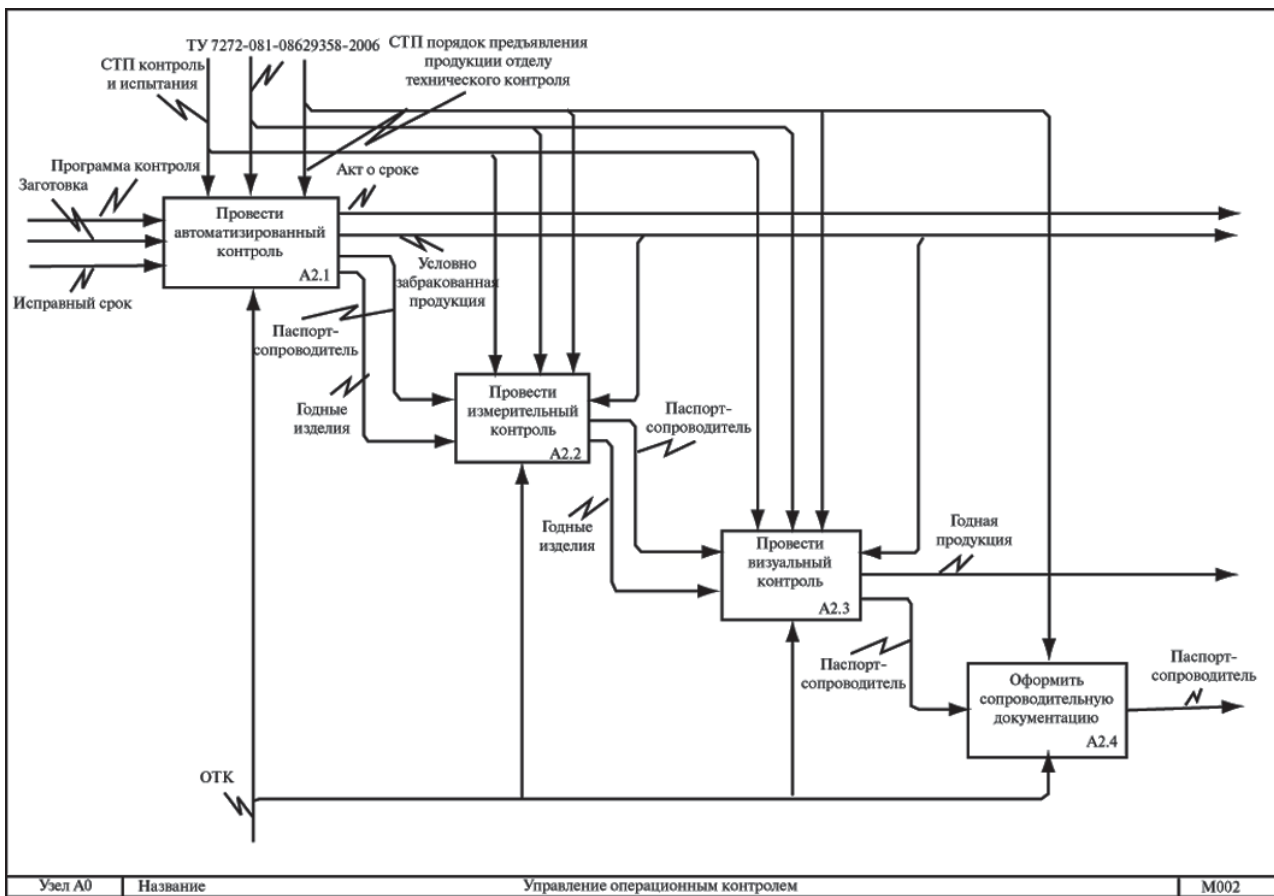


Рис. 4. Дочерняя диаграмма блока А2

контроль и возможности для унификации его методик ограничены.

Аналогичный анализ был осуществлен и для контроля готовых изделий. Здесь широко применяется выборочный контроль, поэтому существуют определенные перспективы для унификации его методик, в первую очередь на уровне планов контроля и объемов выборок.

Очевидно, что для всего множества контролируемых марок патронов может быть сформирован некоторый экономический критерий

$$K = F([N, n, c], \alpha, \beta), \quad (1)$$

где $[N, n, c]$ — параметры плана контроля; N — размер партии; n — размер выборки; c — приемочное число; α — вероятность отправки в брак кондиционной продукции (риск поставщика); β — вероятность пропуска брака при приемке изготовленной продукции (риск потребителя).

Указанный критерий является функцией выбранного унифицированного плана контроля и соответствующих ему рисков поставщика и потребителя. В данном критерии учитывается как стоимость самого контроля (в том числе разрушающего), так и возможные потери в случае реализации рисков ситуаций, соответствующих рискам поставщика и потребителя. Тогда при выборе оптимального унифицированного плана контроля возникают две задачи:

- 1) разработка или выбор алгоритма поиска оптимального плана контроля;
- 2) разработка методики оценки критерия для каждого плана контроля, проверяемого на оптимальность.

Первая задача может быть решена с использованием элементов кластерного анализа [2]. Каждый существующий в настоящее время план контроля для каждой марки патрона, может быть представлен в виде точки в простран-

стве, размерность которого определяется количеством параметров плана. Тогда все эти планы могут быть объединены в один или несколько кластеров. Для каждого кластера определяются координаты его центра, либо как среднеарифметические значения координат всех планов (точек), входящих в кластер, либо по методу наименьших квадратов как точка, для которой сумма квадратов расстояний до всех планов (точек), принадлежащих данному кластеру, будет минимальна. Для определения принадлежности плана (точки) к одному из кластеров в многомерном пространстве вычисляются расстояния от нее до остальных точек, пока не включенных в кластеры, и до центров всех уже сформированных кластеров. При этом, если минимальным окажется расстояние до кластера, то точка считается принадлежащей данному кластеру и уточняется положение его центра. Если же минимальным оказалось расстояние до другой точки, еще не вошедшей в кластер, то формируется новый кластер из этих точек. Подобный процесс продолжается, пока все точки не будут распределены по кластерам [2].

Тогда можно предположить, что множество планов контроля, соответствующих центрам кластеров, содержит планы, достаточно близкие к оптимальным. После этого выполняется оценка значений критерия (1) для этих планов, выбирается план, для которого полученное значение будет минимальным, и дальнейший поиск оптимального плана выполняется методом восхожде-

ния по градиенту, приняв данный центр кластера за исходную точку.

Вторая задача может быть решена методом статистического моделирования, если известна оценка частоты бракованных изделий для различных марок патронов. Однако при этом следует учитывать не только статические распределения годных и бракованных изделий, но и динамические тренды, соответствующие реальному изменению этих распределений, поэтому для выбора оптимального унифицированного плана необходимо собирать статистические данные в течение определенного промежутка времени.

В результате может быть определен унифицированный план контроля продукции патронно-гильзового производства, применимый к заданной группе марок патронов. Однако при изменении номенклатуры производимых изделий оптимальный план будет изменяться, поэтому решение рассмотренной задачи должно осуществляться постоянно на основе накопленной статистики с целью оперативной коррекции плана.

Литература

1. *Строитель В.Н., Яницкий В.Е.* Статистические методы в управлении качеством. М.: Европейский центр по качеству, 2002. 164 с.
2. *Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж. — О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др.; Под ред. И.С. Енюкова. Пер с англ. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.*

Статья поступила в редакцию 12.05.2001 г.