

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

На правах рукописи

Обухов Андрей Игоревич

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ
ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ
ПРОЦЕССАМИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА**

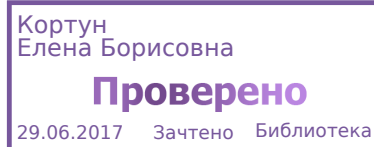
Направление 27.04.01 - «Стандартизация и метрология»

Направленность (профиль) – «Метрологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Автореферат магистерской диссертации

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Еренков Олег Юрьевич

Комсомольск - на-Амуре
2017



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Доминирующая ответственность за качество выпускаемой продукции, особенно в сложившихся условиях глобализации, подготовки России к вступлению в ВТО, кризисной ситуации в экономике, непрерывного возрастания личных, производственных и общественных потребностей, возлагается на систему менеджмента, предназначенную для общего и оперативного руководства качеством с целью обеспечения требуемого качества продукции, удовлетворяющих всех участников ее производства и потребления.

Основой системы менеджмента качества (СМК) организации является управление всеми процессами организации. Улучшение деятельности любой организации осуществляется путем улучшения происходящих в ней процессов. В настоящее время важнейшим, интегрирующим подходом к управлению деятельностью организации становится системный подход. Поэтому совместно с понятием процесса, основным понятием, при управлении СМК как системой процессов, стало взаимодействие процессов. Управление системой взаимодействующих процессов организации требует понимания значимости отдельных процессов для достижения запланированных результатов деятельности, а также количественной оценки степени взаимодействия.

Для обеспечения заданного качества и количества выпускаемой продукции надо управлять технологическими процессами (ТП), которые не всегда являются хорошо изученными в отношении понимания зависимостей между их различными параметрами. Также на практике при управлении ТП часто наблюдаются ситуации поступления информации о состоянии ТП с опозданием, что не позволяет своевременно выполнять корректирующие и предупреждающие действия.

В этой связи, исследования, направленные на разработку методик, позволяющих определить влияние процессов и их взаимодействия на результативность ключевых процессов СМК и зависимость показателей качества ТП от входных параметров с целью управления качеством этих процессов, являются актуальными.

Целью данной работы является совершенствование системы менеджмента качества организации путем выявления и повышения результативности ключевых процессов и управляемости технологических процессов.

Для достижения поставленной цели сформулированы и решены следующие **задачи исследований:**

1. На основе анализа данных литературных источников установить влияние различных процессов системы менеджмента качества, а также их взаимодействия на результативность системы.

2. Разработать методику оценки влияния процессов и их взаимодействия на результативность ключевых процессов системы менеджмента качества.

3. Провести промышленную апробацию разработанной методики для управления технологическими процессами на основе определения взаимосвязи между входными параметрами и показателями качества технологического процесса нанесения гальванического покрытия.

Объектом исследования являются процессы системы менеджмента качества организации.

Предметом исследования являются системы менеджмента качества

Научная новизна.

1. Разработана методика определения взаимосвязи между входными параметрами и показателями качества технологических процессов, позволяющая определить зависимость изменения значений этих показателей от изменения значений входных параметров с целью управления качеством этих процессов и обоснованного назначения допусков на входные параметры.

2. Проведены экспериментальные следования по влиянию основных технологических параметров процесса хромирования на качественные показатели готовой продукции.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций по управлению качеством технологических процессов, путем обоснованного назначения допусков на входные параметры технологических процессов на основе установленных зависимостей между показателями качества и входными параметрами этих процессов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, основных выводов по работе, списка литературы из 36 источников. Основное содержание работы изложено на 87 страницах машинописного текста, 14 рисунках, 4 таблицах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, сформулированы основные положения, составляющие научную новизну и практическую значимость.

Первая глава посвящена анализу современного состояния проблем повышения и обеспечения качества выпускаемой продукции путем управления процессами системы менеджмента качества организации.

Анализ работ отечественных и зарубежных ученых в области управления качеством показал, что основой для повышения и обеспечения качества выпускаемой продукции является разработка, внедрение и последующее непрерывное совершенствование СМК, разработанных на основе требований и рекомендаций стандартов ГОСТ Р ИСО серии 9000, а основой СМК является управление всеми процессами.

Основой, при управлении СМК как системой процессов, становится их взаимодействие. Анализ рассмотренных методологий описания процессов и форм представления СМК показал ограниченные возможности количественной оценки взаимодействия между процессами организации, что необходимо для их управления и совершенствования СМК.

Результат воздействия одного из процессов СМК на другой распределен во времени. Изменение в одном процессе в наибольшей степени сказывается на результате другого (других) в определенные моменты времени, знание которых необходимо для выработки управленческих решений по совершенствованию СМК и обеспечению качества выпускаемой продукции.

Управление технологическими процессами (ТП) обеспечивает заданное качество выпускаемой продукции. При управлении современными ТП возникают проблемы выбора, как самих управляющих параметров, так и направления воздействия. Многие из методов управления качеством продукции не находят должного применения на отечественных предприятиях, а также характеризуются проблемой, когда поступающая информация о состоянии ТП и качестве выпускаемой продукции поступает с опозданием и не отражает истинной ситуации.

На основе проведенных в первой главе исследований отечественного и зарубежного опыта в области управления качеством были сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе было установлено, что для управления процессами как системой, необходимо установить и создать математическую модель сети процессов и их взаимодействий.

Установлено, что критерии результативности сети процессов организации являются функционально взаимосвязанными, а результативность СМК организации определяется взаимодействием процессов и в меньшей степени зависит от результативности отдельных процессов.

Наибольший выигрыш для предприятия достигается при улучшении основных процессов, а из них приоритетной задачей является улучшение ключевых процессов, к которым можно отнести технологические процессы.

Построена математическая модель (рис. 1), позволяющая определить степень влияния одного процесса СМК на другой: $R(x_i \rightarrow y_j) = [H(x_i) + H(y_j) - H(x_i, y_j)] / H(y_j)$, $R(u_l \rightarrow y_j) = [H(u_l) + H(y_j) - H(u_l, y_j)] / H(y_j)$, $R(r_s \rightarrow y_j) = [H(r_s) + H(y_j) - H(r_s, y_j)] / H(y_j)$, где $R(x_i \rightarrow y_j)$, $R(u_l \rightarrow y_j)$, $R(r_s \rightarrow y_j)$ – коэффициенты

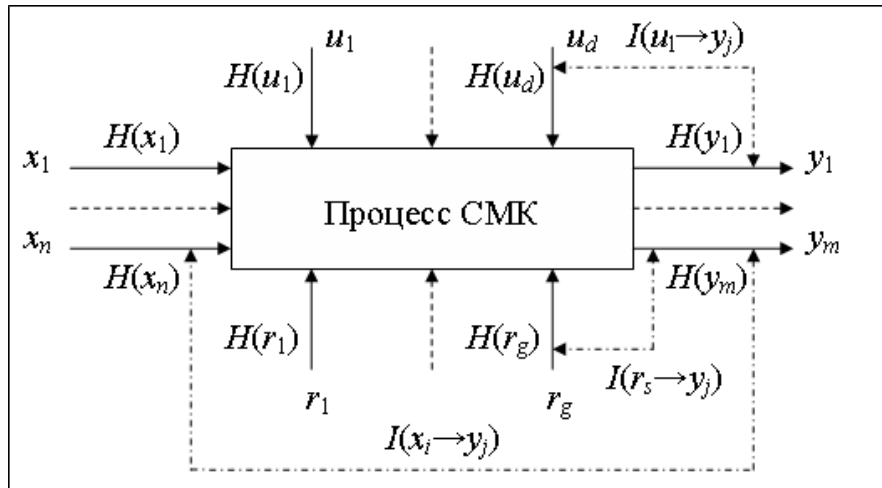


Рис. 1 Информационная модель процесса СМК

информационной связи. Для оценки совокупного влияния совокупности процессов СМК на процесс использована относительная информационная мера идентичности.

$$R_j = \frac{H(\{x_i\}, \{u_l\}, \{r_s\}) + H(y_j) - H(\{x_i\}, \{u_l\}, \{r_s\}, y_j)}{H(y_j)}, \quad (1)$$

где $H(x_i)$ – энтропия i -ого входа процесса; $H(u_l)$ – энтропия l -ого управляющего воздействия процесса; $H(r_s)$ – энтропия s -ого ресурса процесса; $H(y_j)$ – энтропия j -ого выхода процесса; $I(x_i \rightarrow y_j)$ – количество информации об i -ом входе процесса, содержащееся в j -ом выходе процесса; $I(u_l \rightarrow y_j)$ – количество информации об l -ом управляющем воздействии процесса, содержащееся в j -ом выходе процесса; $I(r_s \rightarrow y_j)$ – количество информации об s -ом ресурсе процесса, содержащееся в j -ом выходе процесса; $H(\{x_i\}, \{u_l\}, \{r_s\})$ – безусловная энтропия системы, объединяющей все входные параметры процесса СМК, $H(\{x_i\}, \{u_l\}, \{r_s\}, y_j)$ – безусловная энтропия системы, объединяющей входные и выходные параметры процесса СМК.

На основании информационной модели взаимосвязи между различными процессами СМК организации создана методика (рис.2) определения влияния процессов и их взаимодействия на результативность ключевых процессов системы менеджмента качества, основанная на количественной оценке степени взаимодействия между процессами СМК.

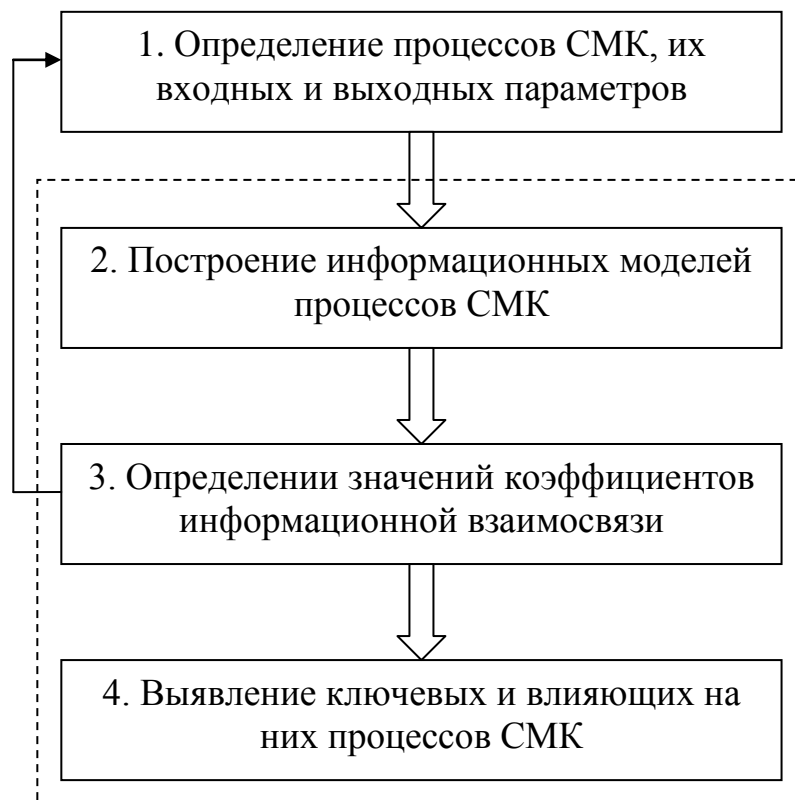


Рис. 2. Методика определения влияния процессов и их взаимодействия на результативность ключевых процессов системы менеджмента качества

Блок 1 включает: определение совокупности процессов СМК действующих в организации; выявление их входных и выходных параметров описание и анализ взаимодействия между процессами СМК; сбор данных о результативности процессов СМК.

Блок 2 включает составление информационной модели процессов СМК (рис. 1).

Блок 3 включает определение значения R , что позволяет сделать заключение о полноте и правильности идентификации входных параметров, количественно оценить совокупное влияние процессов на процесс. $R = 1$ - детерминированный процесс СМК, все входные параметры процесса СМК определены полностью.

Если $R < 1$, то информация о выходном параметре процесса СМК не полностью определяется совокупностью входных параметров процесса, сказывается влияние неучтенных входных параметров процесса. В этом случае необходимо повторно выполнить действия, описанные в блоках 1 – 3 с учетом установленных причин отсутствия взаимодействия (использование недостоверных данных, недостаток данных).

Блок 4 включает в себя выполнение следующих действий:

1. Выявление ключевых процессов СМК.
2. Определение процессов, оказывающих наибольшее влияние на ключевые процессы.

На основании определения коэффициентов информационной взаимосвязи $R(x_i \rightarrow y_j)$, $R(u_l \rightarrow y_j)$, $R(r_s \rightarrow y_j)$, являющихся частным случаем относительной информационной меры идентичности, определяются процессы СМК, оказывающие влияние на результативность ключевых процессов, а значит на результативность всей системы менеджмента качества.

При $R(x_i \rightarrow y_j)(R(u_l \rightarrow y_j), R(r_s \rightarrow y_j)) \in [0; 0,1]$ между процессами СМК существует слабая информационная взаимосвязь, при $R(x_i \rightarrow y_j)(R(u_l \rightarrow y_j), R(r_s \rightarrow y_j)) \in [0,1; 0,5]$ – средняя информационная взаимосвязь, при $R(x_i \rightarrow y_j)(R(u_l \rightarrow y_j), R(r_s \rightarrow y_j)) \in [0,5; 1]$ – сильная информационная взаимосвязь.

Третья глава посвящена практической реализации разработанных методик и зависимостей.

Для процесса жизненного цикла «Планирование выпуска и обеспечение оперативного управления выпуском продукции», реализованного в ОАО «Дальэнергомаш», непосредственно связанного с выпуском продукции, являющегося ключевым процессом СМК, построена информационная модель (рис. 3).

В результате анализа количественной оценки взаимодействия между критериями результативности процессов установлено, что на критерий результативности «Выполнение плана производства по объему товарной продукции» ($R5_1$) процесса «Планирование выпуска и обеспечение оперативного управления выпуском продукции» наибольшее влияние оказывают критерии результативности: «Соблюдение сроков выполнения этапов разработки продукции, определенных тематическим планом НИОКР по разработке новых технических средств» ($R1$) и «Соответствие сроков изготовления оснастки и инструмента запланированным срокам» ($R9_1$), для которых $R(R1 \rightarrow R5_1) = 0,52 > 0,5$; $R(R9_1 \rightarrow R5_1) = 0,5$ – сильные информационные взаимосвязи. Критерий результативности «Количество обнаруженной несоответствующей продукции в цехе-потребителе по вине контролера ОТК» ($R4$) оказывает среднее влияние, так как $0,1 < R(R4 \rightarrow R5_1) = 0,29 < 0,5$. Причиной равенства значений коэффициентов информационной взаимосвязи $R(R8_1 \rightarrow R5_1)$ и $R(R9_2 \rightarrow R5_1)$ нулю (отсутствие взаимодействия) является использование недостоверных данных, полученных в результате неправильного определения значений критериев результативности «Отсутствие дефектов в производстве по

вине СИ, не соответствующих нормативно-технической документации» ($R8_1$) и «Прохождение испытаний изготовленной оснастки с первого предъявления» ($R9_2$).



Рис. 3 Информационная модель процесса «Планирование выпуска и обеспечение оперативного управления выпуском продукции»

Значение относительной информационной меры идентичности $R(R1, R4, R9_1 \rightarrow R5_1) = 0,85$ показывает, совокупное влияние критериев результативности ($R1, R4, R9_1$) процессов «Проектирование и разработка новых видов и совершенствование выпускаемой продукции»; «Порядок контроля и испытаний продукции в процессе производства»; «Порядок и организация изготовления технологической оснастки и инструмента, обеспечение ими производства» на результативность процесса «Планирование выпуска и обеспечение оперативного управления выпуском продукции».

Технологические процессы нанесения гальванических покрытий являются сложными объектами с множеством входных и выходных параметров. Входными параметрами являются характеристики хода технологического процесса, свойства сырья и заготовок, параметры

используемого оборудования и т.д. Выходами технологического процесса – показатели качества полученной детали.

Одними из основных показателей качества гальванических покрытий является толщина покрытия. В результате анализа литературных источников, а также опроса специалистов ОАО «Дальэнергомаш» было установлено, что толщина покрытия зависит от многих входных параметров, в том числе от состава электролита, кислотности, температуры процесса электролиза, плотности тока, площади поверхности покрываемых деталей, времени протекания процесса электролиза, расстояния между электродами и т.д.

Значения толщины гальванических покрытий должны находиться в пределах установленного допуска (двухсторонний допуск), либо быть не менее установленного значения (односторонний допуск). В первом случае получают так называемую «размерную деталь», требования к точности изготовления которой являются более жесткими, так как от полученного размера зависит способность, как самой детали, так и всего изделия выполнять свое служебное назначение. Во втором случае получением заданной толщины стремятся обеспечить защитные свойства, поверхностную твердость, износостойкость детали и т.д.

Так как процесс нанесения гальванических покрытий связан с расходом дорогостоящих (цинк, кадмий, хром и т.д.), а также драгоценных металлов (серебро, золото), то стремятся получить покрытия, значение толщины которых находилось в пределах допуска, но как можно ближе к нижней границе допуска, что соответствует минимальным потерям качества по Тагути при несимметричном допуске. В этом случае номинал будет совпадать с нижней границей поля допуска.

Для получения заданной толщины покрытия за определенный промежуток времени, необходимо определить, какие параметры, и в какой степени влияют на скорость осаждения покрытия и соответственно на толщину полученного слоя.

Исследование процесса электролитического хромирования позволило установить, что показателем качества является толщина полученного слоя (δ_{cp} , мкм). На основании экспериментальных данных была получена зависимость величины отклонения толщины хромового покрытия $\Delta\delta_{cp}$ от изменения величины входных параметров.

$$\Delta\delta_{cp} = -0,022\Delta C_{CrO_3} + 1,069\Delta C_{H_2SO_4} - 0,145\Delta t + 1,082\Delta D_k + 0,206\Delta\tau, \quad (5)$$

Из полученного выражения следует, что увеличение толщины хромового покрытия связано: с повышением концентрации серной кислоты (H_2SO_4 , г/л) и катодной плотности тока (D_k , А/дм²); с понижением температуры (t , °С) и

концентрации хромового ангидрида (CrO_3 , г/л); с увеличением продолжительности процесса хромирования (τ , мин).

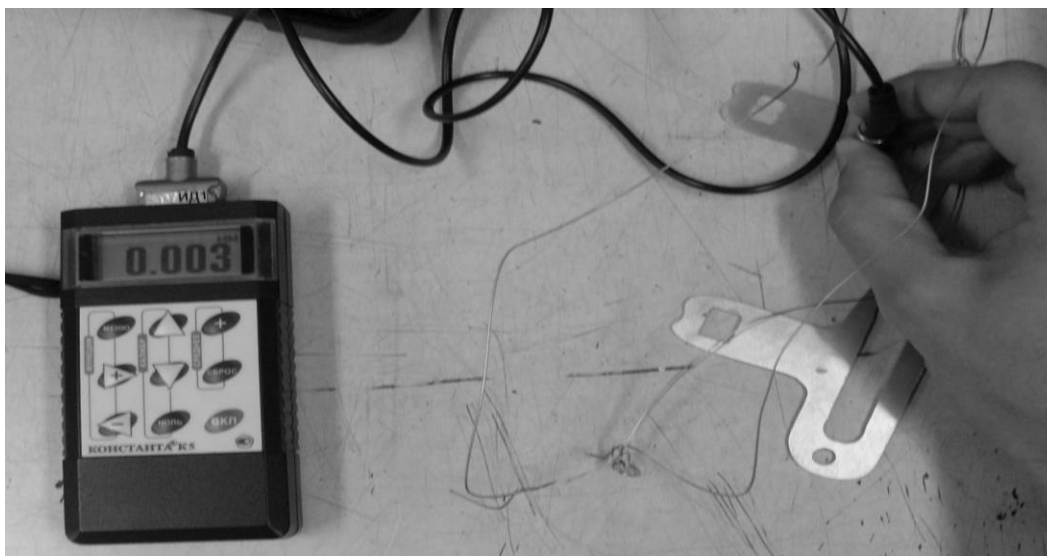


Рис. 4 Измерение толщины хромового покрытия

Полученная математическая модель (5) позволила выявить наиболее значимые параметры: концентрация серной кислоты, катодная плотность тока, которые предложено выбрать в качестве управляющих параметров технологического процесса электролитического хромирования.

Таблица 1

Результаты измерений толщины покрытия и входных параметров при хромировании

№ измерения	CrO_3 , г/л	H_2SO_4 , г/л	t , °C	D_k , А/дм ²	τ , мин	$\delta_{\text{ср}}$, мкм
1	194,8	2,0	50	19,8	40	7,2
2	194,8	2,0	45	20,2	30	6,3
3	194,8	2,0	51	24,0	40	11,6
4	238,1	2,0	50	19,2	40	5,6
5	238,1	2,5	45	20,4	30	6,1
6	238,1	2,5	55	22,2	30	6,6
7	238,1	2,5	50	21,8	40	8,7
8	194,8	2,5	48	21,0	40	9,8

В результате проведенных исследований на входные параметры процесса электролитического хромирования были рекомендованы следующие допуски:

концентрация хромового ангидрида 210 – 250 г/л, концентрация серной кислоты 2,1 – 2,5 г/л, температура 45 – 55°C, катодная плотность тока 15 – 30 А/дм².

Управление входными параметрами в пределах рекомендованных допусков показало возможности снижения потерь качества, для оценки которых использовано выражение (8). Так увеличение концентрации хромового ангидрида от 194,8 г/л до 238,1 г/л, концентрации серной кислоты от 2,0 г/л до 2,5 г/л, снижение плотности тока от 24,0 А/дм² до 20,4 А/дм² и температуры с 51°C до 45°C, сокращение времени протекания процесса с 40 мин до 30 мин привело к уменьшению толщины хромового покрытия от 11,6 мкм до 6,1 мкм, что соответствует сокращению потерь качества более чем в 30 раз, а затрат, связанных с расходом хромового ангидрида на 47%.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ:

1. Анализ литературных источников в области менеджмента качества показал, что результативность системы определяется выходными параметрами отдельных процессов и их взаимодействием. Одними из наиболее важных процессов, определяющих результативность системы менеджмента качества, а соответственно и всей организации, являются процессы жизненного цикла продукции, среди которых существенное значение имеют технологические процессы изготовления изделий.

2. Построена математическая модель взаимосвязи между различными процессами системы менеджмента качества, использующая данные об их результативности и установленные связи между входными и выходными параметрами этих процессов. На основе данной модели разработана методика определения влияния процессов и их взаимодействия на результативность ключевых процессов системы менеджмента качества.

3. Разработана методика определения взаимосвязи между входными параметрами и показателями качества технологических процессов входы и/или выходы которых не являются параметрами размерных связей, позволяющая определить зависимость изменения значений этих показателей от изменения значений входных параметров. Применение данной методики позволило выявить входные параметры технологического процесса электролитического хромирования (концентрация серной кислоты, катодная плотность тока), в наибольшей степени влияющие на изменение толщины покрытия, а также влияние направления изменения входных параметров на толщину. Управление значениями входных параметров технологического процесса электролитического хромирования в ходе его выполнения

обеспечило выпуск продукции требуемого качества (толщина покрытия ≥ 6 мкм), при сокращении затрат, связанных с расходом хромового ангидрида на 47%.

4. Промышленная апробация разработанных методик на ОАО «Дальэнергомаш» позволила установить, что результативность ключевого процесса «Планирование выпуска и обеспечение оперативного управления выпуском продукции» в большей степени зависит от результативности процессов «Проектирование и разработка новых видов и совершенствование выпускаемой продукции» (на 51,9%) и «Порядок и организация изготовления технологической оснастки и инструмента, обеспечение ими производства» (на 50,2%), а также выполнить оценку полноты и правильности идентификации входных параметров процесса «Планирование выпуска и обеспечение оперативного управления выпуском продукции».