

УДК 656.7.082

**МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ПРОЦЕССАХ СИСТЕМ
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЭРОПОРТА**© 2012 В. А. Барвинок¹, В. П. Самохвалов¹, Г. А. Кулаков¹,
В. В. Рыжаков², Ю. С. Клочков¹¹Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет)²Пензенская государственная технологическая академия

Рассматривается задача управления рисками в развивающихся процессах систем менеджмента качества. Разработана модель FMEA-анализа, основанная на расчёте приоритетного числа рисков для несоответствий, их причин и последствий, учитывающая изменение «частоты возникновения» и «возможности обнаружения» при одновременном возникновении нескольких нежелательных событий.

Аэропорт, FMEA-анализ, приоритетное число риска, процессы системы менеджмента качества.

Безопасность полётов является условием, при котором риск нанесения вреда или ущерба сводится до приемлемого уровня. Опасности, создающие риски, становятся очевидными после явного нарушения правил безопасности полётов и приводят к негативным событиям. Но их можно выявить до возникновения путём применения активных методов стандартизации управления рисками. С помощью оценки риска с применением FMEA-анализа определяется степень серьёзности факторов опасности. Те из них, которые представляют наибольший риск, рассматриваются на предмет принятия мер для устранения или сокращения опасных факторов [1].

По результатам FMEA-анализа деятельности аэропорта Курумоч, а точнее процесса подготовки спецтранспорта и средств перронной механизации для технического и коммерческого обслуживания воздушных судов, было выявлено наиболее критичное несоответствие «нарушение технологического графика обслуживания воздушных судов».

Как выяснилось, такие ситуации возникают, когда происходит отказ спецтехники и средств перронной механизации, что может привести к задержке рейса, соответствующим санкциям и потере имиджа аэропорта. С целью снижения ве-

роятности появления несоответствия, имеющего самое высокое значение приоритетного числа рисков, внедрена информационная система (ИС) «Аэропорт». Она позволяет определить корректирующие действия процесса подготовки воздушного судна с целью обеспечения наиболее качественного выполнения работ, напрямую связанных с безопасностью полётов.

Это нововведение позволило резко снизить вероятность возникновения рассматриваемого потенциального несоответствия, но на практике этого оказалось недостаточно. Вследствие того, что деятельность наземных служб аэропорта осуществляется за счёт реализации нескольких процессов системы менеджмента качества, которые в свою очередь обладают значимым уровнем самоорганизации, необходимо учитывать взаимовлияние данных процессов друг на друга.

Для оценки производительности процесса воспользуемся отношением качества производимого им продукта ко времени, затраченного на его производство (трудоемкость) t_i . Качество продукта представим в денежном эквиваленте, соответствующем стоимости приобретения [2]:

$$\Pi_i = \frac{P(t)}{t_i} = \frac{\sum_{j=1}^n P_j(t) \cdot k_j(t)}{t_i}, \quad (1)$$

где $P(t)$ – уровень качества продукта процесса в стоимостном эквиваленте;

$p_j(t)$ – уровень качества промежуточного продукта процесса;

$k_j(t)$ – коэффициент промежуточного продукта, определяющий его значимость для формирования выпускаемого продукта (выхода).

Величины $p_j(t)$ и $k_j(t)$ являются функциями времени и могут в значительной степени меняться. В формуле (1) можно учесть среднюю продолжительность использования ресурса K , разделив числитель и знаменатель на нее. Для оценки эффективности процесса системы менеджмента качества разделим Π_i на величину $K \cdot S(t)$:

$$e_i = \frac{\Pi_i}{K \cdot S(t)} = \frac{P(t) \cdot K}{K \cdot S(t) \cdot T_i} = \frac{P(t)}{S(t) \cdot T_i}, \quad (2)$$

где $S(t)$ – затраты на использование ресурса; $T_i = K \cdot t_i$ – общие затраты времени, учитывающие производство продукта и использование ресурсов.

Величина $\frac{P(t)}{S(t)}$ характеризует целесообразность выпуска продукции. В том случае, когда данное отношение меньше или равно единице, организация не может рассчитывать на конкурентоустойчивое положение. Только в том случае, когда отношение $\frac{P(t)}{S(t)}$ больше единицы, можно говорить о развитии производства и процессов системы менеджмента качества.

Известно, что процессы системы менеджмента качества постоянно развиваются, так как их основой на любом предприятии является квалифицированный персонал, стремящийся к совершенствованию своей деятельности. Для построения математической модели анализа уровня развития процесса воспользуемся известным алгоритмом моделирования самоорганизованных систем. Общий вид модели представлен следующим образом:

$$X(t) = \varphi(o) \frac{dx}{dt}, \quad (3)$$

где $\frac{dx}{dt}$ – первая производная; $\varphi(o)$ – функция, характеризующая ограничения в ресурсах.

Известно, что в любой конкретной системе менеджмента качества выделяются несколько процессов, и тогда (3) становится n -мерной системой дифференциальных уравнений.

Из этого следует, что развитие процесса зависит от объема выделяемых в рамках системы менеджмента качества ресурсов. Следовательно, модель развития процесса сводится к анализу ограничений. Так как ресурсы системы менеджмента качества ограничены и должны быть распределены между всеми выделенными процессами, то процессы в данном контексте выступают в роли конкурентов, борющихся за необходимые объемы ресурсов. Введём величину потенциала развития процесса, которая может быть представлена за счет усреднения всех e_i (2):

$$E(t) = \sum_{i=1}^n e_i \cdot \varphi_i(o), \quad (4)$$

где $\varphi_i(t)$ – относительная часть ресурсов, выделенная для i -го процесса; e_i – оценка эффективности процесса.

Тогда можно предположить, что разность потенциалов развития характеризует функцию ограничения:

$$\varphi_i(t) = E_i - E(t). \quad (5)$$

Получим систему нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dx_i}{dx_1} = E_i - E(t) = \sum_{j=1}^n (e_i - e_j) \varphi_j, \quad (6)$$

которая имеет первый интеграл (условие конкуренции):

$$\sum_{i=1}^n X_i(t) = 1. \quad (7)$$

Общее аналитическое решение для рассматриваемой системы можно получить следующим образом. Из (6) следует, что разность уровней развития процессов

равна разности эффективности их развития:

$$\frac{X_i}{dx_i} - \frac{X_m}{dx_m} = e_i - e_m. \quad (8)$$

Если ввести условное обозначение

$$Y_{im} = \frac{X_i}{X_m}, \quad (9)$$

то получим следующее дифференциальное уравнение:

$$Y_{im} = Y_{im}(e_i - e_m). \quad (10)$$

В результате можно получить зависимость

$$X_i(t) = \frac{X_i(t_0)}{\sum_{m=1}^n X_m(t_0) \exp[(e_m - e_i) - (t - t_0)]} \quad (11)$$

где t_0 – фиксированный, начальный момент времени;

$X_i(t_0)$ – начальные условия на момент построения системы менеджмента качества.

Выражение (11) отвечает структуре логистической модели и определяет результаты моделирования самоорганизующихся процессов. При анализе (11) можно сделать вывод о том, что со временем разница в уровнях качества процессов играет всё большую роль для обеспечения эффективности системы менеджмента качества, т.е. чем больше разница в уровне качества, тем система менеджмента качества менее эффективна, а следовательно, и рассматриваемая организация неконкурентоспособна.

Полученная модель демонстрирует необходимость учёта взаимовлияния нескольких нежелательных событий (несоответствий) друг на друга (по частоте возникновения и возможности обнаружения), возникающих в различных процессах деятельности аэропорта.

Тогда FMEA-анализ должен стать интерактивной процедурой, которая на протяжении всех производственных циклов накапливает, сохраняет и предоставляет доступ к отработанным технологиям сни-

жения риска [3]. В существующей модели FMEA-анализа не учитывается изменение частоты возникновения и возможности обнаружения зависимых событий (несоответствий, причин или последствий), что является серьёзным недостатком метода. Случаи, когда одно из нежелательных событий повышает частоту возникновения другого нежелательного события или уменьшает возможность его обнаружения, в существующей практике оценки риска не учитываются. Для анализа нежелательных событий во взаимосвязи предложено изменить: процедуру экспертной оценки; метод определения числа риска, при котором необходимы корректирующие и предупреждающие мероприятия.

Кроме того, при проведении FMEA-анализа процесса системы менеджмента качества, в зависимости от выбора экспертов, возможна оценка S (оценка тяжести последствия), O (оценка частоты возникновения) и D (оценка возможности обнаружения) по несоответствиям, причинам или последствиям.

Формулы расчёта приоритетного числа риска (ПЧР) и его граничного значения представлены на рис. 1. Пример оценки изменения частоты возникновения зависимого нежелательного события показан на рис. 2.

Для снижения трудоёмкости предложенной процедуры FMEA-анализа, стандартизации форм обработки и сбора экспертной информации, повышения уровня оперативности разработан программный продукт, который позволяет решить вопросы удалённости и занятости экспертов, анализа их деятельности, хранения и представления данных и др.

Стандартизация FMEA-анализа за счёт разработки соответствующего программного обеспечения решает следующие задачи:

- осуществление командной работы географически удалённых друг от друга экспертов (за счёт организации форума);
- обеспечение сохранности всех экспертных решений;

- обеспечение оценки уровня приоритетного числа риска в случае зависимых несоответствий;
- использование результатов FMEA-анализа подобных процессов;
- оценка интенсивности работы эксперта;

- интеграция результатов оценки в технологические процессы и другую документацию;
- разграничение прав доступа и полномочий.

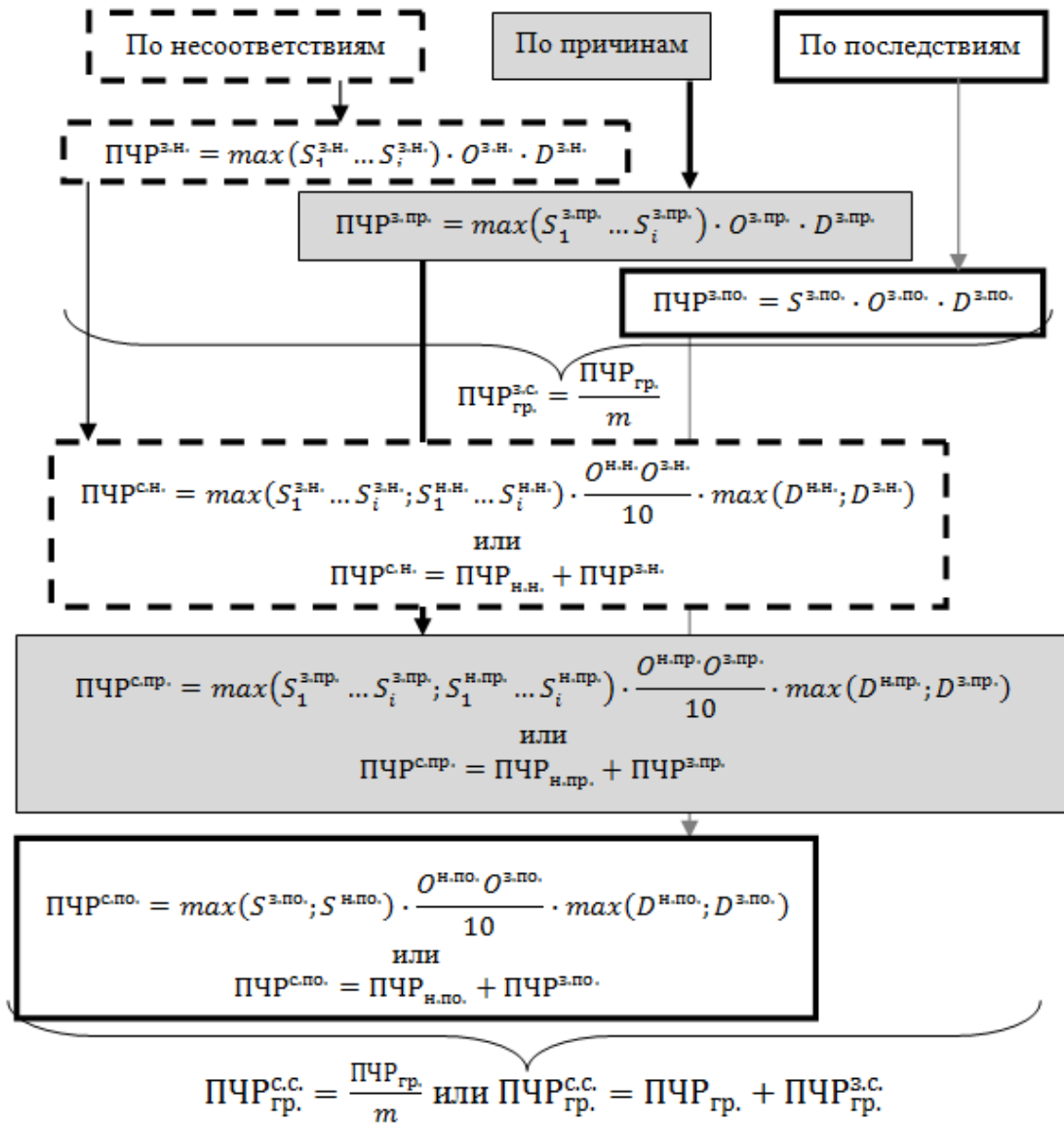


Рис. 1. Расчёт ПЧР:

S – значимость последствия; **O** – оценка частоты возникновения; **D** – оценка возможности обнаружения; з.н.; з.пр.; з.по. – зависимое(ая) несоответствие; причина; следствие; н.н.; н.пр.; н.по. – независимое(ая) несоответствие; причина; следствие; ПЧР – приоритетное число риска; гр. – граничное значение, превышение которого недопустимо; с.н.; с.пр.; с.по. – совместные (два одновременно) несоответствия, причины или последствия; с.с. – совместное событие (одновременно происходят два(е) несоответствия, причины или последствия); з.с. – зависимое событие (несоответствия, причины или последствия); t – коэффициент, учитывающий ограничение ресурсов на устранение двух нежелательных событий (по умолчанию равен 2)

Данное событие произошло			Оценка изменения вероятности возникновения данных событий с учётом произошедших событий						
			Нарушение технологического графика	Нарушения, связанные с буксировкой и установкой ВС на место стоянки				Нарушение центровки, правил размещения и крепления почты и груза в грузовых помещениях ВС	
Вид потенциального несоответствия	№	Потенциальная причина или механизм	Отказы и аварии спецтехники наземного оборудования	Нарушение технологических инструкций	Нехватка знаний/опыта	Отсутствие руководства полёта/отъезда к ВС спецтехники	Неисправность спецтехники	Позднее оформление сопроводительной документации груза/почты	Недостаточная профподготовка
			1.1	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2
Неудовлетворительное состояние поверхностей аэродромных покрытий	5.1	Физический износ аэродромного оборудования, низкий уровень исполнения нормативов	2	4	0	0	1	0	0
Выход из строя спецтранспорта при работе	6.1	Отказы и аварии спецтехники наземного оборудования	0	1	0	0	0	0	0
Использование неисправного инструмента	7.1	Не вовремя проведена поверка и калибровка инструментов	3	2	0	0	2	0	0

Рис. 2. Фрагмент анализа возникновения зависимых событий

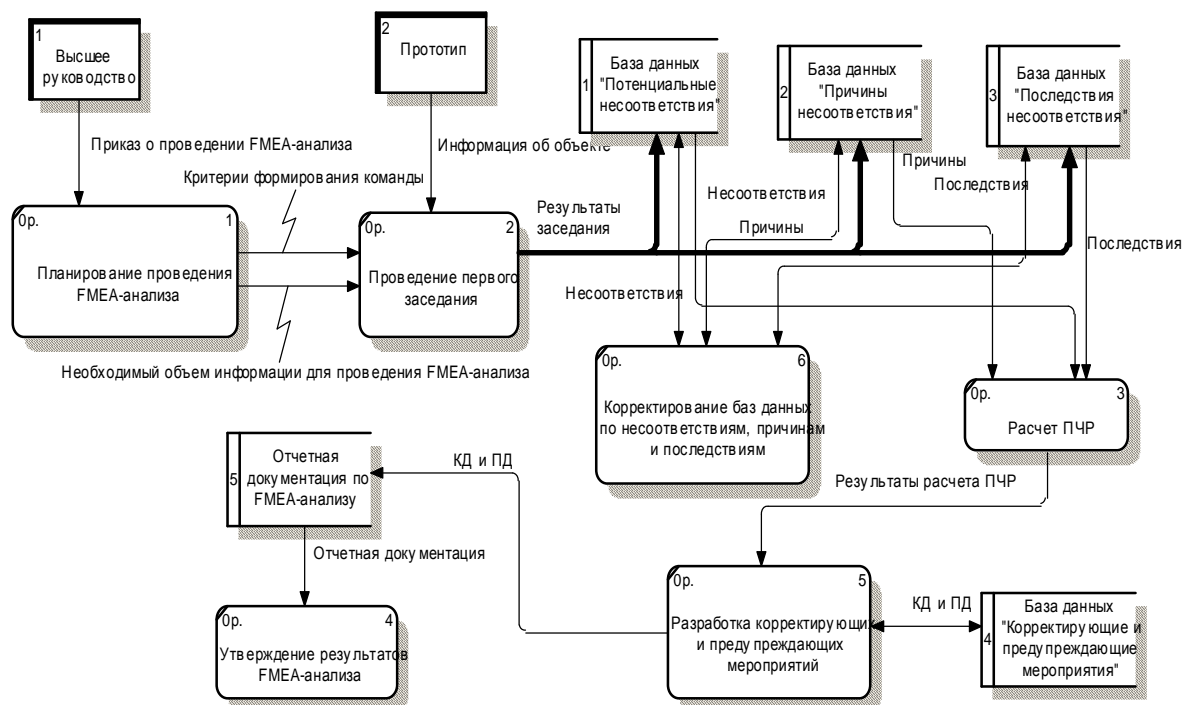


Рис. 3. Модель интеграции процедуры FMEA в информационную систему

Для организации работы экспертов по проведению процедуры FMEA-анализа из числа сотрудников предприятия выбираются соответствующие кандидаты. В дальнейшем только они имеют право на внесение соответствующей информации (рис. 3).

Для реализации процедуры FMEA-анализа процессов системы менеджмента качества разработаны модели оценки приоритетного числа риска, учитывающие изменение частоты возникновения и возможности обнаружения несоответствий, причин и последствий при одновременном появлении нескольких нежелательных событий. Совершенствование модели FMEA-анализа позволило снизить риск возникновения зависимых нежелательных событий для процессов со значимой долей самоорганизации за счёт оценки показателей O^3 и D^3 . Использование разработанного программного продукта по анализу потенциальных несоответствий позволило снизить трудоёмкость процедуры оцени-

вания в 1,6 раза, повысить оперативность оценки в 2,3 раза.

Библиографический список

1. Барвинок, В. А. Совершенствование процедуры анализа рисков процессов системы менеджмента качества [Текст] / В. А. Барвинок, Ю. С. Клочков, А. В. Торгашов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2011. – №4. – С. 367-378.

2. Дилигенский, Н. В. Системный анализ и модели информационного взаимодействия механизмов эволюционного развития [Текст] / Н. В. Дилигенский, А. П. Ефимов // Проблемы моделирования и управления в сложных системах. – Самара: СНЦ РАН, 2004. – № 1. – С. 84-95.

3. Клочков, Ю. С. Анализ процессов систем менеджмента качества со значимой долей самоорганизации [Текст] / Ю. С. Клочков // Стандарты и качество. – М.: Изд-во ООО "РИА Стандарты и качество", 2011. – №5. – С. 56-59.

METHODS OF RISK MANAGEMENT IN QUALITY MANAGEMENT SYSTEM PROCESSES AT AN AIRPORT (CASE STUDY)

© 2012 V. A. Barvinok¹, V. P. Samokhvalov¹, G. A. Kulakov¹,
V. V. Ryzhakov², Y. S. Klochkov¹

¹Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov
(National Research University)

²Penza State Technological Academy

The paper deals with the problem of risk management in developing quality management system processes. A model of FMEA-analysis based on the calculation of the priority number of risks for inconsistencies, their causes and consequences taking into account changes in the "incidence" and "capability of detection" with the simultaneous occurrence of several adverse events.

Airport, FMEA-analysis, priority number of risk, quality management system processes.

Информация об авторах

Барвинок Виталий Алексеевич, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: barvinok@ssau.ru. Область научных интересов: самолёто- и ракетостроение, управление качеством.

Самохвалов Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: barvinok@ssau.ru. Область научных интересов: самолёто- и ракетостроение, управление качеством.

Кулаков Геннадий Алексеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: barvinok@ssau.ru. Область научных интересов: самолёто- и ракетостроение, управление качеством.

Рыжаков Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технического управления качеством, Пензенская государственная технологическая академия. E-mail: rvv@pgta.ru. Область научных интересов: квалиметрия, управление качеством.

Клочков Юрий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: barvinok@ssau.ru. Область научных интересов: управление качеством, квалиметрия.

Barvinok Vitaly Alekseyevich, head of the department of aircraft manufacturing and quality management in mechanical engineering, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, doctor of technical science, professor, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: barvinok@ssau.ru. Area of research: aircraft construction, rocket production, quality management.

Samokhvalov Vladimir Petrovich, professor, the department of aircraft manufacturing and quality management in mechanical engineering, doctor of technical science, professor, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: barvinok@ssau.ru. Area of research: aircraft construction, rocket production, quality management.

Kulakov Gennady Alekseyevitch, the department of aircraft manufacturing and quality management in mechanical engineering, doctor of technical science, professor, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: barvinok@ssau.ru. Area of research: aircraft construction, rocket production, quality management.

Ryzhakov Victor Vasilevich, head of the department of technical quality management, Penza State Technological Academy. E-mail: rvv@pgta.ru. Area of research: qualimetry, quality management.

Klochkov Yury Sergeyeovich, the department of aircraft manufacturing and quality management in mechanical engineering, associate professor, candidate of technical science, Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolyov (National Research University). E-mail: barvinok@ssau.ru. Area of research: quality management, qualimetry.