

## П.16 Модели комплекса «Управление качеством»



### П.16.1 Модель «Анализ эффективности работы службы качества»

Анализ эффективности работы службы качества обеспечивается на основе информации о характеристиках работ и продукции, отслеживаемых службой качества, характеристиках возможностей службы качества и временных ограничениях для оценки.

Модель основана на модифицированном применении модели П.5 «Модель процессов анализа объектов (информации, образцов, событий и др.)» с точностью до смыслового переопределения исходных данных. В качестве исходных данных используются:

для характеристики работ и продукции, отслеживаемых службой качества

условное количество (шт.); изначальная доля брака;

для характеристики возможностей службы качества

производительность (шт. в ед. времени); частота ошибок службы качества; частота пропуска брака; продолжительность рабочей смены;

для характеристики временных ограничений для оценки деятельности службы качества

срок деятельности.

В результате расчетов оцениваются вероятность выявления брака службой качества и недопущения собственных ошибок ( $P$ ), доля невыявленного брака ( $F$ ). Расчеты проводятся с использованием модели П.5 «Модель процессов анализа объектов (информации, образцов, событий и др.)». Моделируемые случаи соотношений между временами, характеризующими изначальной долей брака в объеме продукции, отслеживаемой службой качества, продолжительностью рабочей смены, частотой ошибок (1-го рода – ошибок службы качества, 2-го рода – пропуска брака) и производительностью, отражены на рисунке П.16.1. Случай 1 характеризует пропуск брака, случаи 2, 3 характеризуют выявление допущенного брака, но при этом – внесение собственных ошибок со стороны службы качества, и лишь случаи 4, 5 – обеспечение выявления брака службой качества и недопущения собственных ошибок.

Используемый для моделирования срок деятельности задается аналитиком для оценок (понимая, что чем больше срок, тем хуже результаты. Рекомендуется этот срок задавать как 8 часов для рабочей смены, 1 сутки, 1 неделя или 1 месяц для непрерывного контроля). Условное количество работ и продукции, отслеживаемых службой качества, определяется руководством с учетом важности и сложности работ и в соответствии с проводимой на предприятии технической политикой. Изначальная доля брака, производительность и частота ошибок службы качества и пропуска брака определяются результатами реальных проверок или в сравнении с аналогами. Продолжительность рабочей смены является характеристикой регламента труда и отдыха при выполнении работ по контролю качества.

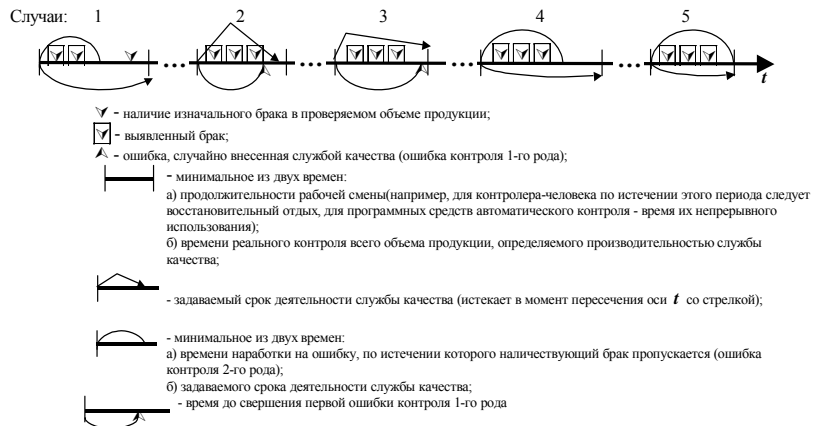


Рисунок П.16.1 Иллюстрация формальных процессов работы службы качества (фрагмент)

### П.16.2 Модель «Анализ степени удовлетворенности заказчика»

Анализ степени удовлетворенности заказчика различается в приложении к системам, функционирующим без извлечения и с извлечением прибыли. Для первого рода систем важно достижение ожидаемого качества при допустимых затратах. Для систем с извлечением прибыли важен экономический результат.

Для систем, функционирующих без извлечения прибыли, анализ степени удовлетворенности заказчика обеспечивается на основе информации о затратах, возможном ущербе, характеристиках обеспечения выполнения функций и штатного технического обслуживания, а также сроке службы системы. Модель развивает положения моделей П.7 «Комплекс моделей процессов несанкционированного доступа к ресурсам системы» в интересах использования для оценки вероятности обеспечения приемлемого качества выполнения функций при смысловом переопределении исходных данных и П.13.2 «Анализ предполагаемых результатов осуществления проекта» комплекса «УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЯМИ» в части дополнительных исследований систем, функционирующих без извлечения прибыли. В качестве исходных данных для системы в целом используются характеристики ожидаемых и фактических затрат заказчика на создание системы, ввод в эксплуатацию ( $C_{ввод}$ ) и снятие эксплуатации ( $C_{снятие}$ ), а также срок службы системы ( $T_{служба}$ ). В качестве исходных данных для обеспечения выполнения каждой  $m$ -й функции используются:

для характеристики обеспечения выполнения функции при эксплуатации

ожидаемая частота выполнения ( $a_{ож.т}$ ); фактическая частота выполнения ( $a_{факт.т}$ ); ожидаемая длительность качественного выполнения ( $T_{ож.т}$ ); фактическая длительность качественного выполнения ( $T_{факт.т}$ ); ожидаемые затраты на выполнение (в единицу времени) ( $C_{ож.т}$ ); фактические затраты при приемлемом качестве (в единицу времени) ( $C_{факт.т}$ ); ущерб при недопустимом качестве (за некачественно выполненную функцию) ( $D_m$ );

для характеристики требований заказчика, реализованных в системе  
наработка на отказ или ухудшение качества (т.е. до момента нарушения штатного режима функционирования системы);

для характеристики штатного технического обслуживания системы  
период между моментами штатного восстановления.

В результате расчетов оцениваются: ожидаемая доля функциональных операций, выполняемых с приемлемым качеством ( $S_{ож}$ ), реальная доля функциональных операций, выполняемых с приемлемым качеством ( $S_{факт}$ ), ожидаемые затраты заказчика ( $C_{ож}$ ),

реальные затраты заказчика ( $C_{факт}$ ), относительная степень удовлетворенности заказчика по качеству ( $S_{кач}$ ), относительная степень удовлетворенности заказчика по затратам ( $S_{затр}$ ).

Расчеты ожидаемой ( $S_{ож}$ ) и реальной ( $S_{факт}$ ) долей функциональных операций, выполняемых системой с приемлемым качеством, осуществляются по формулам

$$S_{ож} = \sum_{m=1}^M P_m a_{ож. m} T_{ож. m} / \sum_{m=1}^M a_{ож. m} T_{ож. m}, S_{факт} = \sum_{m=1}^M P_m a_{факт. m} T_{факт. m} / \sum_{m=1}^M a_{факт. m} T_{факт. m}$$

где  $P_m$  – вероятность обеспечения приемлемого качества для выполнения  $m$ -й функции ( $P_m$ ), рассчитывается с использованием модели П.7 «Комплекс моделей процессов несанкционированного доступа к ресурсам системы» с точностью до перераспределения исходных данных и выходных результатов в предположении независимости выполняемых функций.

Ожидаемые ( $C_{ож}$ ) и реальные ( $C_{факт}$ ) затраты заказчика на момент  $t$  эксплуатации системы рассчитываются по формулам:

$$C_{ож}(t) = C_{ввод} + t \sum_{m=1}^M a_{ож. m} C_{ож. m} T_{ож. m} \text{ при } t \leq T_{служба},$$

$$C_{ож}(t) = C_{ввод} + T_{служба} \sum_{m=1}^M a_{ож. m} C_{ож. m} T_{ож. m} + C_{снятие} \text{ при } t > T_{служба},$$

$$C_{факт}(t) = C_{ввод} + t \sum_{m=1}^M \left( a_{факт. m} \left( C_{факт. m} T_{факт. m} P_m(t) + D_m(1 - P_m(t)) \right) \right) \text{ при } t \leq T_{служба},$$

$$C_{факт}(t) = C_{ввод} + T_{служба} \sum_{m=1}^M \left( a_{факт. m} \left( C_{факт. m} T_{факт. m} P_m(t) + D_m(1 - P_m(t)) \right) \right) + C_{снятие} \text{ при } t > T_{служба},$$

Относительная степень удовлетворенности заказчика по качеству ( $S_{кач}$ ) и по затратам ( $S_{затр}$ ) рассчитывается по формулам:

$$S_{кач} = (S_{факт} / S_{ож}) 100\%, S_{затр}(t) = (C_{факт}(t) / C_{ож}(t)) 100\%.$$

Используемые для моделирования ожидаемые затраты заказчика на создание системы, ввод в эксплуатацию и снятие с эксплуатации, а также срок службы системы, ожидаемая частота выполнения функций и затраты на их выполнение определяются сравнением с аналогами и задаются в контрактных условиях заказчика. Фактические данные, включая ущерб при недопустимом качестве, оцениваются по мере создания и эксплуатации системы. Нарботка на отказ или ухудшение качества определяется результатами натуральных экспериментов, дополнительного моделирования, реальных проверок или в сравнении с аналогами. Период между моментами штатного восстановления регламентируется руководством и службой качества с учетом важности и сложности работ и проводимой на предприятии технической политики.

Для систем, функционирующих с извлечением прибыли, анализ степени удовлетворенности заказчика обеспечивается на основе информации о затратах и сроке службы системы, характеристиках производства и качества продукции, ожидаемом эффекте от реализации продукции и возможном ущербе. Модель развивает положения моделей П.5 «Модель процессов анализа объектов (информации, образцов, событий и др.)», П.13.2 «Анализ предполагаемых результатов осуществления проекта» и П.13.4 «Оценка доходности инвестиций» комплекса «УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЯМИ», П.14.1 Модель «Анализ возможных изменений конкурентоспособности» комплекса «УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ» и П.16.1 «Анализ эффективности работы службы качества».

В качестве исходных данных для характеристики общих затрат на создание системы, ввод в эксплуатацию и срока окупаемости используются: затраты на создание и ввод в эксплуатацию (у.е.), срок окупаемости ( $T_{окуп}$ ), % кредита на создание и ввод в эксплуатацию ( $Z$ ).

В качестве исходных данных для характеристики систем по  $i$ -му типу выпускаемой продукции используются:

для характеристики периода между моментами завершения очередной модернизации (усовершенствования) выпускаемой продукции

длительность периода между модернизациями;

для характеристики значимых изменений требований рынка, влияющих на конкурентоспособность продукции

частота значимых изменений;

для характеристики продукции при сохранении конкурентоспособности

ожидаемое количество заказов в год (в среднем) ( $K_{ож.жизн.i}$ ); фактическое количество заказов в год ( $K_{факт.жизн.i}$ ); ожидаемые сроки выполнения заказов (в среднем); фактические сроки выполнения заказов (в среднем); ожидаемое количество продукции по заказу (в среднем) ( $V_{ож.жизн.i}$ ); фактическое количество продукции по заказу (в среднем) ( $V_{факт.жизн.i}$ ); ожидаемый эффект от реализации единицы продукции, поставленной в срок и с требуемым качеством ( $E_{ож.жизн.i}$ ); фактический эффект от реализации единицы продукции, поставленной в срок и с требуемым качеством ( $E_{факт.жизн.i}$ ); ущерб от скрытого брака за единицу продукции ( $D_{жизн.i}$ );

для характеристики продукции при утрате конкурентоспособности

ожидаемое количество заказов в год (в среднем) ( $K_{ож.утраты.i}$ ); фактическое количество заказов в год ( $K_{факт.утраты.i}$ ); ожидаемые сроки выполнения заказов (в среднем); фактические сроки выполнения заказов (в среднем); ожидаемое количество продукции по заказу (в среднем) ( $V_{ож.утраты.i}$ ); фактическое количество продукции по заказу (в среднем) ( $V_{факт.утраты.i}$ ); ожидаемый эффект от реализации единицы продукции, поставленной в срок и с требуемым качеством ( $E_{ож.утраты.i}$ ); фактический эффект от реализации единицы продукции, поставленной в срок и с требуемым качеством ( $E_{факт.утраты.i}$ ); ущерб от скрытого брака за единицу продукции ( $D_{утраты.i}$ );

для характеристики производства продукции

производительность (шт. в ед. времени); частота случаев брака.

В результате расчетов оцениваются: ожидаемый доход от реализации  $i$ -го типа продукции ( $U_{ож.i}$ ), фактический доход от реализации  $i$ -го типа продукции ( $U_{факт.i}$ ), абсолютная степень удовлетворенности заказчика ( $U_{абс}$ ), относительная степень удовлетворенности заказчика ( $S_{отн}$ ).

Ожидаемый ( $U_{ож.i}$ ) и фактический ( $U_{факт.i}$ ) доход от реализации  $i$ -го типа продукции за время  $t$  оцениваемого периода вычисляются по формулам:

$$U_{ож.і}(t) = t_{(изм. в годах)} \left\{ P_i \left[ K_{ож.жизн.і} \sum_{i=1}^I (E_{ож.жизн.і} V_{ож.жизн.і} (100\% - F_{ож.жизн.і}) / 100\% - D_{ож.жизн.і} V_{ож.жизн.і} (F_{ож.жизн.і} / 100\%)) \right] + \right. \\ \left. + (1 - P_i) \left[ K_{ож.утраты і} \sum_{i=1}^I (E_{ож.утраты і} V_{ож.утраты і} (100\% - F_{ож.утраты і}) / 100\% - D_{ож.утраты і} V_{ож.утраты і} (F_{ож.утраты і} / 100\%)) \right] \right\} - \\ - (t / T_{окуп.}) (1 + Z_i / 100\%) C_{ввод}, \quad \text{при } t \leq T_{окуп.} \leq T_{службы},$$

$$U_{ож.і}(t) = t_{(изм. в годах)} \left\{ P_i \left[ K_{ож.жизн.і} \sum_{i=1}^I (E_{ож.жизн.і} V_{ож.жизн.і} (100\% - F_{ож.жизн.і}) / 100\% - D_{ож.жизн.і} V_{ож.жизн.і} (F_{ож.жизн.і} / 100\%)) \right] + \right. \\ \left. + (1 - P_i) \left[ K_{ож.утраты і} \sum_{i=1}^I (E_{ож.утраты і} V_{ож.утраты і} (100\% - F_{ож.утраты і}) / 100\% - D_{ож.утраты і} V_{ож.утраты і} (F_{ож.утраты і} / 100\%)) \right] \right\} - \\ - (1 + Z_i / 100\%) C_{ввод} - C_{снятие} Ind(t > T_{службы}), \quad \text{при } t > T_{окуп.},$$

$$U_{факт.і}(t) = t_{(изм. в годах)} \left\{ P_i \left[ K_{факт.жизн.і} \sum_{i=1}^I (E_{факт.жизн.і} V_{факт.жизн.і} (100\% - F_{факт.жизн.і}) / 100\% - D_{факт.жизн.і} V_{факт.жизн.і} (F_{факт.жизн.і} / 100\%)) \right] + \right. \\ \left. + (1 - P_i) \left[ K_{факт.утраты і} \sum_{i=1}^I (E_{факт.утраты і} V_{факт.утраты і} (100\% - F_{факт.утраты і}) / 100\% - D_{факт.утраты і} V_{факт.утраты і} (F_{факт.утраты і} / 100\%)) \right] \right\} - \\ - (t / T_{окуп.}) (1 + Z_i / 100\%) C_{ввод}, \quad \text{при } t \leq T_{окуп.},$$

$$U_{факт.і}(t) = t_{(изм. в годах)} \left\{ P_i \left[ K_{факт.жизн.і} \sum_{i=1}^I (E_{факт.жизн.і} V_{факт.жизн.і} (100\% - F_{факт.жизн.і}) / 100\% - D_{факт.жизн.і} V_{факт.жизн.і} (F_{факт.жизн.і} / 100\%)) \right] + \right. \\ \left. + (1 - P_i) \left[ K_{факт.утраты і} \sum_{i=1}^I (E_{факт.утраты і} V_{факт.утраты і} (100\% - F_{факт.утраты і}) / 100\% - D_{факт.утраты і} V_{факт.утраты і} (F_{факт.утраты і} / 100\%)) \right] \right\} - \\ - (1 + Z_i / 100\%) C_{ввод} - C_{снятие} Ind(t > T_{службы}), \quad \text{при } t > T_{окуп.},$$

где вероятность сохранения конкурентоспособности продукции ( $P_i$ ) вычисляется с использованием модели П.14.1 Модель «Анализ возможных изменений конкурентоспособности», а доли невыявленного брака в условиях сохранения жизнеспособности проектов ( $F_{жизн.і}$ ) и утраты жизнеспособности ( $F_{утраты і}$ ) определяются с использованием модели П.5 «Модель процессов анализа объектов (информации, образцов, событий и др.)».

Абсолютная ( $U_{абс.}$ ) и относительная ( $S_{отн.}$ ) степени удовлетворенности заказчика вычисляются по формулам:

$$U_{абс.}(t) = \sum_{i=1}^I (U_{факт.і}(t) - U_{ож.і}(t)), \quad S_{отн.}(t) = (U_{абс.}(t) / U_{ож.і}(t)) 100\%.$$

Используемые для моделирования ожидаемые затраты заказчика на создание системы, ввод в эксплуатацию и снятие с эксплуатации, а также срок службы системы, ожидаемые сроки на выполнение заказов, количество продукции, а также ущерб от скрытого брака за единицу продукции определяются сравнением с аналогами и задаются в контрактных условиях заказчика. Фактические данные оцениваются по мере создания и эксплуатации системы. Ожидаемый эффект от реализации единицы продукции, поставленной в срок и с требуемым качеством, определяется оценками или планами заказчика. Производительность и частота случаев брака определяются результатами натурных экспериментов, дополнительного моделирования, реальных проверок или в сравнении с аналогами с учетом важности и сложности работ и проводимой на предприятии технической политики.

### П.16.3 Модель «Оценка политики в управлении качеством»

Анализ политики в управлении качеством обеспечивается на основе информации о проводимых предприятием комплексах работ, характеристиках работ и продукции, отслеживаемых службой качества и условиях возникновения опасностей, приводящих к негативному воздействию на качество.

Модель развивает положения модели П.12.3 «Анализ стратегии в управлении средой предприятия» комплекса «УПРАВЛЕНИЕ СРЕДОЙ» (в части учета изначальной доли брака), а также использует положения модели П.6 «Комплекс моделей опасных воздействий на защищаемую систему» (см. технологию 1) с точностью до смыслового переопределения исходных данных в приложении к возможному негативному воздействию на качество работ и выпускаемой продукции. В качестве исходных данных для каждого  $i$ -го комплекса работ (контрактов) используются:

для характеристики работ и продукции, отслеживаемых службой качества

условное количество (шт.); изначальная доля брака; сроки выполнения ( $T_i$ ); затраты на контроль качества ( $C_i$ ); количество привлекаемых работников службы качества ( $N_i$ ); производительность службы качества (работ в ед.времени); частота ошибок; продолжительность рабочей смены службы качества;

для характеристики условий возникновения опасностей, приводящих к негативному воздействию на качество

частота возникновения причин опасности (со стороны средств производства, финансовых, социальных проблем, человеческого фактора и т.п.); время разрастания опасности до начала негативного воздействия (среднее);

для характеристики условий разрешения потенциально опасных проблем качества

время между моментами разрешения проблем; длительность анализа и принятия решений; время на приемлемое урегулирование проблем.

В результате расчетов оцениваются: вероятность качественного выполнения работ и отсутствия негативных воздействий по  $i$ -му комплексу работ ( $P_i$ ), вероятность успешной реализации политики управления качеством по комплексам работ ( $P$ ), риск реализации неадекватной политики управления качеством по комплексам работ ( $R$ ).

Вероятность качественного выполнения работ и отсутствия негативных воздействий по  $i$ -му комплексу работ ( $P_i$ ) вычисляется с использованием модели П.16.1 «Анализ эффективности работы службы качества» и модели П.6 «Комплекс моделей опасных воздействий на защищаемую систему» (см. технологию 1) аналогично вычислению вероятности качественного выполнения работ и

отсутствия негативных воздействий по  $i$ -му проекту модели П.12.3 «Анализ стратегии в управлении средой предприятия». Вероятность успешной реализации политики управления качеством по комплексам работ ( $P$ ) вычисляется по формуле:

$$P = \left( 1 / \sum_{i=1}^I (C_i / (T_i N_i)) \right) \sum_{i=1}^I P_i C_i / (T_i N_i),$$

где  $I$  – это множество всех комплексов работ (контрактов), осуществляемых предприятием.  $R = I - P$ .

Используемые для моделирования сроки выполнения работ задаются руководством. Затраты на контроль качества и количество привлекаемых работников определяет руководство с учетом важности и сложности работ и в соответствии с проводимой на предприятии технической политикой. Изначальная доля брака, производительность и частота ошибок службы качества определяются результатами реальных проверок или в сравнении с аналогами. Продолжительность рабочей смены является характеристикой регламента труда и отдыха при выполнении работ по контролю качества. Частота возникновения причин опасности (со стороны средств производства, финансовых, социальных проблем, человеческого фактора и т.п.) и время разрастания опасности до начала негативного воздействия на качество являются характеристиками опасности среды и выполняемых работ. Время между моментами разрешения проблем, длительность анализа и принятия решений и время на приемлемое урегулирование проблем качества определяются реализованной на предприятии системой менеджмента качества, имеющимися в наличии материально-техническими, финансовыми и иными ресурсами и сложностью возникающих проблем