

П.31 Модели комплекса «Валидация»



П.31.1 Модель «Анализ возможностей системы при выполнении требований заказчика»

В отличие от верификации, обеспечивающей проверку выполнения функциональных требований ТЗ к отдельным компонентам, подсистемам и системе в целом, валидация направлена на оценку прагматических эффектов от внедрения системы. Моделирование обеспечивается на основе анализа данных о частоте и длительности выполнения функций при эксплуатации системы, наработке системы на функциональный отказ или недопустимое ухудшение качества при выполнении каждой из функций системы, характеристиках штатного технического обслуживания, а также требований к минимально допустимой вероятности обеспечения приемлемого качества для достижения прагматического эффекта и срока сохранения приемлемого качества системы. Модель базируется на модифицированном использовании модели П.23.1 «Определение требований к интегральному качеству» комплекса «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКАЗЧИКА». В качестве исходных данных для каждой из реализуемых функций используются:

- для характеристики частоты и средней длительности выполнения функции при эксплуатации системы частота выполнения (A_i); длительность качественного выполнения (T_i);
- для характеристики наработки системы на функциональный отказ или недопустимое ухудшение качества 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;
- для характеристики требований заказчика к минимально допустимой вероятности обеспечения приемлемого качества для достижения прагматического эффекта минимум для достижения наивысших эффектов ($P_{\min 1 i}$); минимум для достижения приемлемых эффектов ($P_{\min 2 i}$);
- для характеристики требований заказчика к сроку сохранения приемлемого качества системы срок службы системы.

В результате расчетов оцениваются: вероятность обеспечения приемлемого качества для выполнения i -й функции (P_i), относительное количество функций, обеспечивающих достижения наивысших прагматических эффектов от применения системы ($C_{\text{наивысш.}}$), относительное количество функций системы, обеспечивающих достижение приемлемых прагматических эффектов от применения системы ($C_{\text{эфф.}}$), относительное количество функций системы, не гарантирующих достижения прагматических эффектов от применения системы ($C_{\text{неэфф.}}$).

Расчеты вероятности обеспечения приемлемого качества для выполнения i -й функции (P_i) осуществляются с использованием модели П.23.1 «Определение требований к интегральному качеству». Относительное количество функций системы, обеспечивающих достижения наивысших прагматических эффектов от применения системы ($C_{\text{наивысш.}}$), приемлемых прагматических эффектов от применения системы ($C_{\text{эфф.}}$) и не гарантирующих достижения прагматических эффектов от применения системы ($C_{\text{неэфф.}}$) вычисляются по формулам:

$$C_{\text{наивысш.}} = \left(\sum_{i=1}^I P_i A_i T_i \text{Ind}(P_{\min 1 i}) \right) / \left(\sum_{i=1}^I A_i T_i \right) 100\%, \quad C_{\text{эфф.}} = \left(\sum_{i=1}^I P_i A_i T_i \text{Ind}(P_{\min 2 i}) \right) / \left(\sum_{i=1}^I A_i T_i \right) 100\%.$$

$C_{\text{неэфф.}} = 1 - C_{\text{эфф.}}$

Здесь Ind – индикаторная функция.

Используемая для моделирования длительность качественного выполнения функций, наработка на отказ или ухудшение качества (т.е. до момента нарушения штатного режима функционирования системы) определяется результатами натуральных экспериментов, дополнительного моделирования, реальных проверок или в сравнении с аналогами. Частота выполнения функций при эксплуатации системы определяется назначением и условиями эксплуатации. Период между моментами штатного восстановления регламентируется руководством и службой качества с учетом важности и сложности работ и проводимой технической политики. Допустимая вероятность обеспечения приемлемого качества для i -й функции и срок службы системы задаются заказчиком.

П.31.2 Модель «Сравнительная оценка затрат и прибыли от внедрения системы»

Сравнительная оценка затрат и прибыли от внедрения системы 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. Именно по этим показателям модели позволяют оценить системы при проведении валидации. Модель является модификацией моделей П.23.1 «Определение требований к интегральному качеству» и П.23.6 «Определение требований к удовлетворенности заказчика» комплекса «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКАЗЧИКА».

Для систем, функционирующих без извлечения прибыли, оценка затрат и прибыли от внедрения системы обеспечивается на основе информации о затратах, возможном ущербе, характеристиках обеспечения выполнения функций и штатного технического обслуживания, а также сроке службы системы. В дополнении к данным о затратах на создание и ввод системы в эксплуатацию в качестве исходных данных для обеспечения выполнения каждой m -й функции используются:

- для характеристики обеспечения выполнения функции при эксплуатации частота выполнения (a_m); длительность качественного выполнения (T_m); затраты на выполнение (в единицу времени) (C_m); 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), затраты заказчика (C).

Расчеты доли функциональных операций, выполняемых системой с приемлемым качеством на момент t эксплуатации (S), осуществляется по формулам:

$$S(t) = \sum_{m=1}^M P_m a_m T_m / \sum_{m=1}^M a_m T_m,$$

где P_m – вероятность обеспечения приемлемого качества для выполнения m -й функции, рассчитывается с использованием модели П.23.1 «Определение требований к интегральному качеству» комплекса «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ЗАКАЗЧИКА».

Затраты заказчика на момент t эксплуатации системы (C) рассчитываются по формуле:

$$C(t) = C_{\text{ввод}} + t \sum_{m=1}^M (a_m (C_m T_m P_m(t) + D_m (1 - P_m(t)))) ,$$

Используемые для моделирования затраты заказчика на создание системы и ввод в эксплуатацию, ожидаемая частота выполнения функций и затраты на их выполнение определяются сравнением с аналогами и задаются в контрактных условиях заказчика. Ущерб при недопустимом качестве оценивается сравнением с аналогами и по мере эксплуатации системы. Нарботка на отказ или ухудшение качества определяется результатами натурных 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, сравнительная оценка затрат и прибыли от внедрения системы обеспечивается на основе информации о затратах, характеристиках производства и качества продукции, ожидаемом эффекте от реализации продукции и возможном ущербе.

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 ($T_{\text{окуп.}}$), % 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 обобщенной характеристики продукции при сохранении конкурентоспособности

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

для обобщенной характеристики продукции при утрате конкурентоспособности

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

для характеристики производства продукции

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

В результате расчетов оцениваются: ожидаемый доход от реализации i -го типа продукции ($U_{\text{ож.}i}$), ожидаемый доход от реализации всех типов продукции ($U_{\text{ож.}}$).

Ожидаемый доход от реализации i -го типа продукции ($U_{\text{ож.}i}$) и всех типов продукции ($U_{\text{ож.}}$) за время t оцениваемого периода вычисляется по формулам:

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

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

$$U_{\text{ож.}} = \sum_{i=1}^I U_{\text{ож.}i}(t),$$

где вероятность сохранения конкурентоспособности продукции (P_i), доли невыявленного брака в условиях сохранения конкурентоспособности продукции ($F_{\text{конкур.}i}$) и утраты конкурентоспособности ($F_{\text{утраты}i}$) определяются по модели П.23.6 «Определение требований к удовлетворенности заказчика».

Используемые для моделирования затраты заказчика на создание системы и ввод в эксплуатацию, срок окупаемости 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. 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.