

УДК 629.5.06

В.И. Рудницкий, А.В. Рудницкий, В.С. Виноградов

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
НАДЁЖНОСТЬЮ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обоснованы принципы использования информационных технологий для управления надёжностью судового оборудования.

Ключевые слова: надёжность, информационные технологии, судовое оборудование.

Жизненный цикл (ЖЦ) судового оборудования, как и всякого другого изделия, состоит из трёх основных этапов: проектирования, изготовления, эксплуатации.

На этапе проектирования надёжность изделия закладывается расчётным и экспериментальным путём.

На этапе производства надёжность изделия обеспечивается соответствующими технологическими процессами.

На этапе эксплуатации надёжность изделия поддерживается на нормативном (проектном) уровне соблюдением эксплуатационных режимов работы, обеспечением регламентных технических обслуживаний (ТО) и ремонтов.

Обеспечение надёжности судового оборудования на всех этапах ЖЦ требует своевременности, полноты и объективности информации. Информация является определяющим фактором надёжности. Она может формироваться системой менеджмента качества (СМК) проектных, производственных и эксплуатационных предприятий, которая разработана и сертифицирована на соответствие международных стандартов (МС) ISO 9000 и российских стандартов ГОСТ Р ИСО 9000. Затем использоваться для программного инструментария по автоматизированному управлению предприятиями (АСУ) в части обеспечения надёжности.

Рассмотрим принципы использования информационных технологий для обеспечения надёжности изделий.

МС ISO 9000, базирующиеся на принципах всеобщего менеджмента качества (TQM), являются основой производственного партнёрства между проектантами, производителями, эксплуатационниками для обеспечения надёжности судового оборудования при условии развития коммуникаций и умения управления информацией [4].

МС ISO 9000 можно рассматривать как основу:

- для улучшения взаимодействия персонала предприятия, установлению эффективных производственных цепочек;
- построения команд сотрудников по поддержанию информационных потоков;
- распределения необходимой информации по всем процессам внутри предприятия, а также между другими организациями- смежниками;
- мониторинга информационных потоков в целях совершенствования СМК предприятия;
- создания информационного менеджмента, т.е. постоянного совершенствования нормативной документации предприятия;
- формирования непрерывного потока информации.

СМК проектных, производственных и эксплуатационных предприятий на основе МС ISO 9000 являются эффективной информационной технологией, если проводятся следующие корректирующие мероприятия:

- определяются все информационные потоки, связывающие предприятие с организациями-смежниками;

- оценивается степень взаимосвязи информационных потоков после введения СМК на основе стандартов ISO 9000;
- проводится анализ, как стандарты ISO 9000 могут служить основой для информационного потока между организациями-смежниками и обеспечить практические навыки менеджмента.

Рассмотрим применение программного инструментария по управлению предприятием в части обеспечения надёжности изделий. Речи пойдёт об АСУ предприятия, состоящей из организационной и технической систем.

Организационная система включает в себя перечень административных процедур, описывающих процессы планирования, утверждения, принятия решения, контроля, внесения изменений, регламент и форму отчётности.

Техническая система является совокупностью программных и аппаратных средств.

АСУ предприятия реализуется в настоящее время по концепции ERP-систем (Enterprise Resource Planning), решающих задачи автоматизации управления материальными ресурсами, производственными мощностями, финансами, персоналом, сбытом, ТО и ремонтом.

При разработке сложных технических изделий используются PDM-системы (Product Date Management), обеспечивающие доступ к проектной информации и управление процессами проектирования. Основным назначением PDM-систем является управление информацией об изделии на протяжении всего его ЖЦ. С помощью CALS-технологий (Continuous Acquisition and Life – cycle Support) создаётся электронная модель изделия. На основе этой модели должна существовать возможность получения всех данных в процессе эксплуатации изделия: конструкция, регламент ТО и ремонта, отказы и причина их возникновения.

PDM-системы связывают информацию по эксплуатации изделия с системой автоматизированного проектирования (САПР), решающей задачи инженерно-конструкторской подготовки изделия, и ERP-системами предприятий – изготовителей и предприятия, эксплуатирующего изделие. В зависимости от структуры организаций, обеспечивающих проектирование, производство и эксплуатацию изделия, системы PDM, ERP, и САПР могут в комплексе составлять АСУ предприятия.

Использование PDM-систем позволяет отслеживать большие, постоянно обновляющиеся массивы данных и технической информации в ходе жизненного цикла изделия и осуществлять планирование и полный пошаговый автоматизированный контроль за совокупностью данных, описывающих изделие и процессы, с ним связанные. Применяя PDM-системы, можно обеспечить групповую работу над проектом, т. е. возможность одновременного просмотра и совместного использования общих информационных ресурсов предприятия. PDM-системы работают с геометрическими моделями и данными, используемыми производственными линиями, станками с ЧПУ и прочим оборудованием. Исходя из мирового опыта, предприятия, затратившие средства на внедрение PDM-систем, окупают их уже в течение первого года их эксплуатации, благодаря снижению времени простоя конструкторов, сокращению времени внесения изменений в проектные схемы и общей стандартизации цикла внесения изменений в конструкторские проекты, экономя этим трудовые и материальные ресурсы.

В соответствии с международным стандартом ISO9000, качество есть степень, с которой совокупность собственных характеристик выполняет требования. Характеристика каждого изделия отмечает его отличительные свойства. Важнейшей характеристикой судового оборудования является его надёжность. В соответствии с международным стандартом ISO9000, надёжность это собирательный термин, используемый для описания характеристики готовности и влияющих на неё факторов: безотказности, ремонтпригодности и обеспеченности технического обслуживания и ремонта. Современные стандарты, в том числе и ISO9000, требуют от разработчиков и изготовителей доказательств, пусть и формальных, того, что потенциальные неисправности исключены. В свою очередь, своевременное и регулярное поступление информации о состоянии оборудования позволяет специалистам отсле-

живать повторяющиеся происшествия, путём глубокого инженерного анализа выявлять причины отказов и вырабатывать меры по повышению надёжности судна.

Разработка трёхмерной электронной модели, в дополнение ко всему позволяет гораздо более эффективно и рационально воспользоваться и технологиями автоматизированного моделирования надёжности объектов. Среди множества существующих на сегодняшний день методов моделирования надёжности относительно сильно развита технология автоматизированного структурно-логического моделирования надёжности, живучести, безопасности, эффективности и риска функционирования систем [3, 5, 6]. Методика этой технологии стремится обеспечить полную автоматизацию процессов построения математических моделей и расчетов показателей структурных свойств устойчивости сложных объектов в программных комплексах.

Пользователю достаточно подготовить и ввести структурную модель исследуемого свойства устойчивости системы с заданными вероятностными параметрами элементов, чтобы программный комплекс построил математическую модель и на основе этой модели рассчитал различные показатели исследуемого свойства системы. Результаты этих расчетов можно использовать для выработки решений по проектированию и эксплуатации судового оборудования. Такие программные комплексы успешно применялись при расчёте надёжности и рисков некоторых автономных объектов использования атомной энергии на северодвинском предприятии ФГУП «ПО Северное машиностроение». Диапазон задач, решаемых системами автоматизированного моделирования надёжности, на данный момент довольно широк и продолжает развиваться быстрыми темпами.

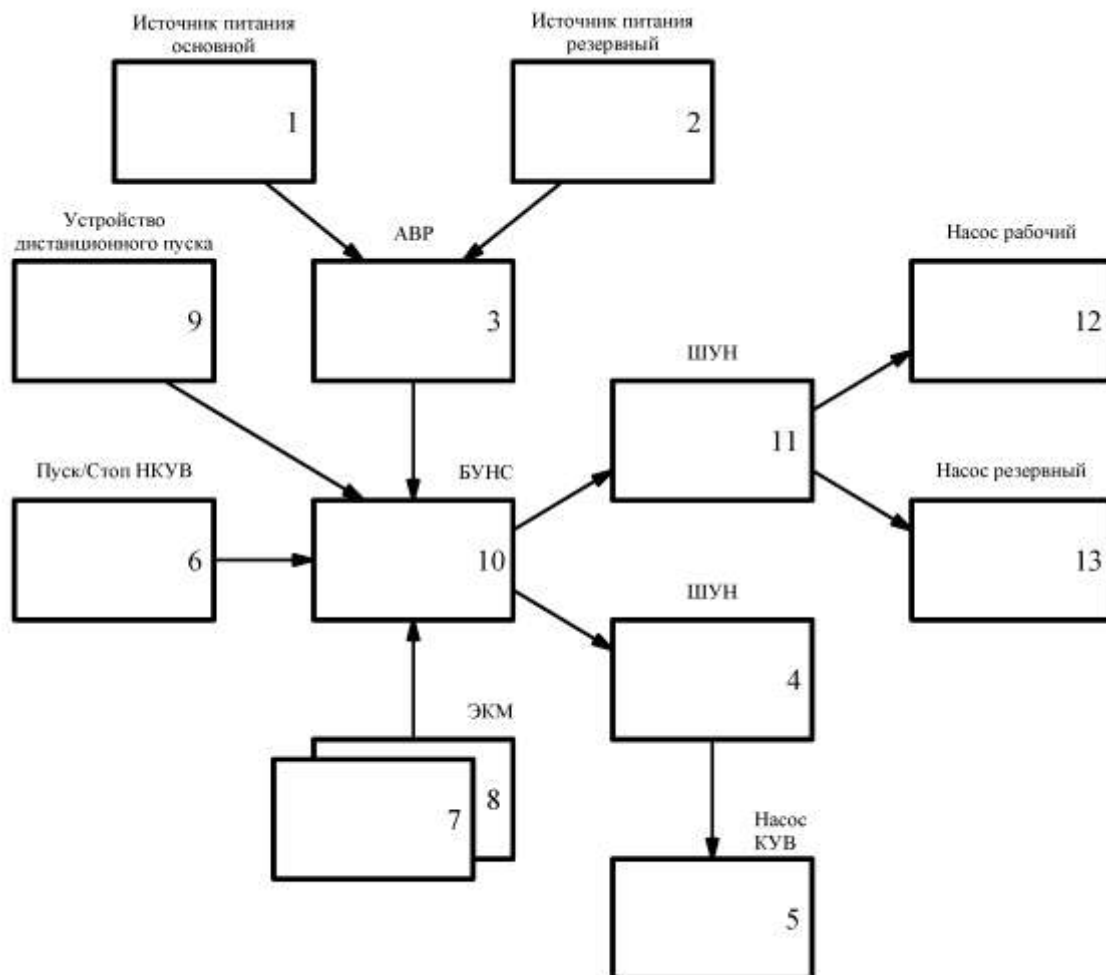


Рис. 1. Функциональная схема насосной станции

Основой технологии автоматизированного структурно-логического моделирования является общий логико-вероятностный метод (ОЛВМ) моделирования и расчета надежности, живучести и безопасности структурно и качественно сложных системных объектов и процессов. В ОЛВМ расчета надежности, аппарат математической логики используется для первичного графического и аналитического описания условий реализации функций отдельными и группами элементов в проектируемой системе, а методы теории вероятностей и комбинаторики применяются для количественной оценки безотказности и/или опасности функционирования проектируемой системы в целом.

В качестве примера расчета рассмотрим определение работоспособности насосной станции для судовой спринклерной установки.

На рис. 1 изображена функциональная схема насосной станции, состоящей из 13 элементов. Основные функции станции реализуются блоком управления насосной станцией (БУНС), обеспечивающим шкафы управления насосами (ШУН), которые, в свою очередь, обеспечивают работу насоса контроля уровня воды (КУВ), рабочего и резервного насосов. Сигнал на подачу воды рабочим насосом поступает в БУНС с устройства дистанционного пуска. Источники питания обеспечивают энергией БУНС, автоматический ввод резерва (АВР) подключает резервный источник питания при неисправности основного. Включение и выключение насоса КУВ и рабочего насоса производится сигналами с датчика «пуск/стоп» НКУВ и дублированного датчика ЭКМ соответственно.

Реализуем методику построения схемы функциональной целостности (СФЦ). Система может быть корректно представлена множеством различных форм ее логического описания и видов СФЦ.

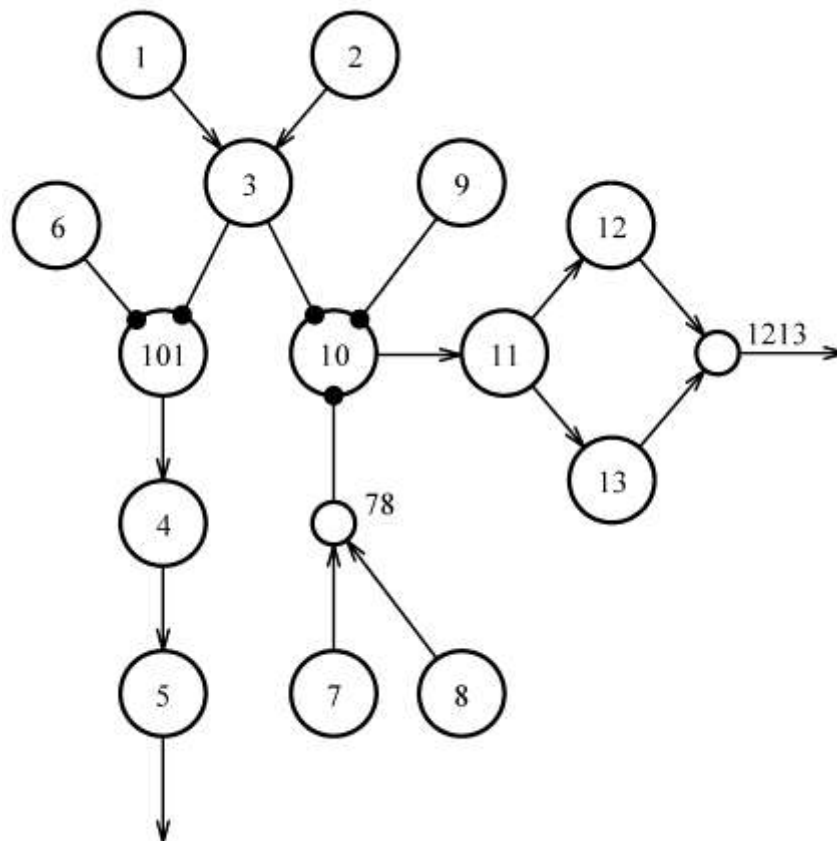


Рис. 2. Схема функциональной целостности

Составленная полная система логических уравнений схемы приведена в табл. 1.

Таблица 1

Полная система логических уравнений СФЦ

Уравнения для прямых выходных функций	Уравнения для инверсных выходных функций
$Y_1 = X_1$	$\bar{Y}_1 = \bar{X}_1$
$Y_2 = X_2$	$\bar{Y}_2 = \bar{X}_2$
$Y_3 = X_3 \cdot (Y_1 \vee Y_2)$	$\bar{Y}_3 = \bar{X}_3 \vee \bar{Y}_1 \cdot \bar{Y}_2$
$Y_4 = X_4 \cdot Y_{101}$	$\bar{Y}_4 = \bar{X}_4 \vee \bar{Y}_{101}$
$Y_5 = X_5 \cdot Y_4$	$\bar{Y}_5 = \bar{X}_5 \vee \bar{Y}_4$
$Y_6 = X_6$	$\bar{Y}_6 = \bar{X}_6$
$Y_7 = X_7$	$\bar{Y}_7 = \bar{X}_7$
$Y_8 = X_8$	$\bar{Y}_8 = \bar{X}_8$
$Y_{78} = Y_7 \vee Y_8$	$\bar{Y}_{78} = \bar{Y}_7 \cdot \bar{Y}_8$
$Y_9 = X_9$	$\bar{Y}_9 = \bar{X}_9$
$Y_{10} = X_{10} \cdot Y_{78} \cdot Y_3 \cdot Y_9$	$\bar{Y}_{10} = \bar{X}_{10} \vee \bar{Y}_{78} \vee \bar{Y}_3 \vee \bar{Y}_9$
$Y_{101} = X_{10} \cdot Y_3 \cdot Y_6$	$\bar{Y}_{101} = \bar{X}_{10} \vee \bar{Y}_3 \vee \bar{Y}_6$
$Y_{11} = X_{11} \cdot Y_{10}$	$\bar{Y}_{11} = \bar{X}_{11} \vee \bar{Y}_{10}$
$Y_{12} = X_{12} \cdot Y_{11}$	$\bar{Y}_{12} = \bar{X}_{12} \vee \bar{Y}_{11}$
$Y_{13} = X_{13} \cdot Y_{11}$	$\bar{Y}_{13} = \bar{X}_{13} \vee \bar{Y}_{11}$
$Y_{1213} = Y_{12} \vee Y_{13}$	$\bar{Y}_{1213} = \bar{Y}_{12} \cdot \bar{Y}_{13}$

Строим функцию работоспособности системы (ФРС), используя метод прямой аналитической подстановки. Работоспособность всей системы определяется реализацией выходных функций одновременно двумя элементами: и 5, и 23:

$$\begin{aligned}
 Y_p &= Y_5 \cdot Y_{1213} = X_5 \cdot Y_4 \cdot (Y_{12} \vee Y_{13}) = X_5 \cdot X_4 \cdot Y_{101} \cdot (X_{12} \cdot Y_{11} \vee X_{13} \cdot Y_{11}) = \\
 &= X_5 \cdot X_4 \cdot X_{10} \cdot Y_3 \cdot Y_6 \cdot (X_{12} \vee X_{13}) \cdot X_{11} \cdot Y_{10} = \\
 &= X_5 \cdot X_4 \cdot X_{10} \cdot X_3 \cdot (Y_1 \vee Y_2) \cdot X_6 \cdot (X_{12} \vee X_{13}) \cdot X_{11} \cdot X_{10} \cdot Y_{78} \cdot Y_3 \cdot Y_9 = \\
 &= X_5 \cdot X_4 \cdot X_{10} \cdot X_3 \cdot (X_1 \vee X_2) \cdot X_6 \cdot (X_{12} \vee X_{13}) \cdot X_{11} \cdot X_{10} \cdot (Y_7 \vee Y_8) \cdot X_3 \cdot (Y_1 \vee Y_2) \cdot X_9 = \\
 &= X_5 \cdot X_4 \cdot X_{10} \cdot X_3 \cdot (X_1 \vee X_2) \cdot X_6 \cdot (X_{12} \vee X_{13}) \cdot X_{11} \cdot X_{10} \cdot (X_7 \vee X_8) \cdot X_3 \cdot (X_1 \vee X_2) \cdot X_9
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Раскрыв скобки и преобразовав выражение по правилам алгебры логики, получим

$$\begin{aligned}
 Y_p &= X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_1 \cdot X_7 \cdot X_{12} \vee X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_2 \cdot X_7 \cdot X_{12} \vee \\
 &\vee X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_1 \cdot X_8 \cdot X_{12} \vee X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_2 \cdot X_8 \cdot X_{12} \vee \\
 &\vee X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_1 \cdot X_7 \cdot X_{13} \vee X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_2 \cdot X_7 \cdot X_{13} \vee \\
 &\vee X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_1 \cdot X_8 \cdot X_{13} \vee X_3 \cdot X_4 \cdot X_5 \cdot X_6 \cdot X_9 \cdot X_{10} \cdot X_{11} \cdot X_2 \cdot X_8 \cdot X_{13}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Построение многочленов вероятностной функции (ВФ) путем двух последовательных преобразований исходной ФРС:

Квазиортогонализация ФРС по одной логической переменной:

$$\begin{aligned}
Y_p &= x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_1 \cdot x_7 \cdot x_{12} \vee \\
&\vee x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_2 \cdot x_7 \cdot x_{12} \cdot \overline{x_1} \vee \\
&\vee x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_1 \cdot x_8 \cdot x_{12} \cdot \overline{x_7} \vee \\
&\vee x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_{12} \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_7} \vee \\
&\vee x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_1 \cdot x_7 \cdot x_{13} \cdot \overline{x_{12}} \vee \\
&\vee x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_2 \cdot x_7 \cdot x_{13} \cdot \overline{x_{12}} \cdot \overline{x_1} \vee \\
&\vee x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_1 \cdot x_8 \cdot x_{13} \cdot \overline{x_{12}} \cdot \overline{x_7} \vee \\
&\vee x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_{13} \cdot \overline{x_{12}} \cdot \overline{x_7} \cdot \overline{x_1}
\end{aligned} \tag{3}$$

Символьный переход к многочлену исходной функции:

$$\begin{aligned}
P_p(t) &= p_F(y_5 \cdot y_{1213}; t) = p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_1 \cdot p_7 \cdot p_{12} + \\
&+ p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_2 \cdot p_7 \cdot p_{12} \cdot \overline{q_1} + \\
&+ p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_1 \cdot p_8 \cdot p_{12} \cdot \overline{q_7} + \\
&+ p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_2 \cdot p_8 \cdot p_{12} \cdot \overline{q_1} \cdot \overline{q_7} + \\
&+ p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_1 \cdot p_7 \cdot p_{13} \cdot \overline{q_{12}} + \\
&+ p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_2 \cdot p_7 \cdot p_{13} \cdot \overline{q_{12}} \cdot \overline{q_1} + \\
&+ p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_1 \cdot p_8 \cdot p_{13} \cdot \overline{q_{12}} \cdot \overline{q_7} + \\
&+ p_3 \cdot p_4 \cdot p_5 \cdot p_6 \cdot p_9 \cdot p_{10} \cdot p_{11} \cdot p_2 \cdot p_8 \cdot p_{13} \cdot \overline{q_{12}} \cdot \overline{q_7} \cdot \overline{q_1}
\end{aligned} \tag{4}$$

В ОЛВМ, аналогичные преобразования позволяют получить и многочлен вероятностной функции для критерия неработоспособности (отказа) системы:

$$Q_p(t) = q_F(\overline{y_5} \vee \overline{y_{1213}}; t) \tag{5}$$

В ОЛВМ, кроме многочленов вероятностных функций, разработанными методами возможно получить ещё три формы расчётных вероятностных моделей: логико-статических моделей, некоторых видов марковских и сетевых моделей.

На заключительном этапе рассчитываются системные характеристики с помощью полученных расчётных моделей.

Расчёт средней наработки до первого отказа, являющейся одним из показателей безотказности невосстанавливаемых систем, производится, используя нахождение интеграла от многочлена вероятностной функции надёжности системы:

$$T_{oF} = \int_0^t P_{oF}(t) dt \tag{6}$$

Расчётная формула средней наработки до первого отказа:

$$T_{oF} = \sum_{j=1}^M (3H_j) \frac{1}{\sum_{i \in K_j} \frac{1}{T_{oi}}}, \tag{7}$$

где M – число одночленов в преобразованном многочлене ВФ; $3H_j$ – знак перед j -м одночленом; K_j – множество номеров элементов j , параметры $p_i(t)$ которых вошли в j -й одночлен.

В результате преобразования к прямой форме многочлена (3) и применяя преобразование (6), получим формулу вычисления средней наработки до отказа:

$$T_{op} = \frac{1}{\frac{1}{T_{03}} + \frac{1}{T_{04}} + \frac{1}{T_{05}} + \frac{1}{T_{06}} + \frac{1}{T_{09}} + \frac{1}{T_{10}} + \frac{1}{T_{11}} + \frac{1}{T_{01}} + \frac{1}{T_{07}} + \frac{1}{T_{12}}} +$$

$$+ \frac{1}{\frac{1}{T_{03}} + \frac{1}{T_{04}} + \frac{1}{T_{05}} + \frac{1}{T_{06}} + \frac{1}{T_{09}} + \frac{1}{T_{10}} + \frac{1}{T_{11}} + \frac{1}{T_{02}} + \frac{1}{T_{07}} + \frac{1}{T_{12}}} -$$

$$\dots$$

$$- \frac{1}{\frac{1}{T_{03}} + \frac{1}{T_{04}} + \frac{1}{T_{05}} + \frac{1}{T_{06}} + \frac{1}{T_{09}} + \frac{1}{T_{10}} + \frac{1}{T_{11}} + \frac{1}{T_{02}} + \frac{1}{T_{08}} + \frac{1}{T_{13}} + \frac{1}{T_{12}} + \frac{1}{T_7} + \frac{1}{T_1}}.$$

Применение рассмотренных методов для анализа реальных структурно-сложных систем невозможно без применения вычислительной техники из-за громоздкости процессов аналитического моделирования.

Информационные технологии позволяют обеспечить достоверность, полноту, периодичность поступления информации о конкретном оборудовании в различных условиях эксплуатации на судах и на основе этой информации вносить коррективы для обеспечения ремонта, техобслуживания и запчастей и разрабатывать эффективные средства обеспечения надёжности выпускаемого оборудования.

Проектирование, изготовление и эксплуатация таких сложных технических объектов, как судно, осуществляется, как правило, не одним предприятием. Поэтому в АСУ предприятия у проектанта будут присутствовать развитые в большей степени PDM и САПР, у производителя и эксплуатационника основное значение будут иметь PDM- и ERP-системы.

Информационная интеграция для всего жизненного цикла изделия позволяет повысить эффективность управления надёжностью судового оборудования.

На рис. 3 представлена структурно-функциональная схема управления надёжностью судовым оборудованием. Её основой явилась модель системы технической эксплуатации энергетического оборудования [1, 2].

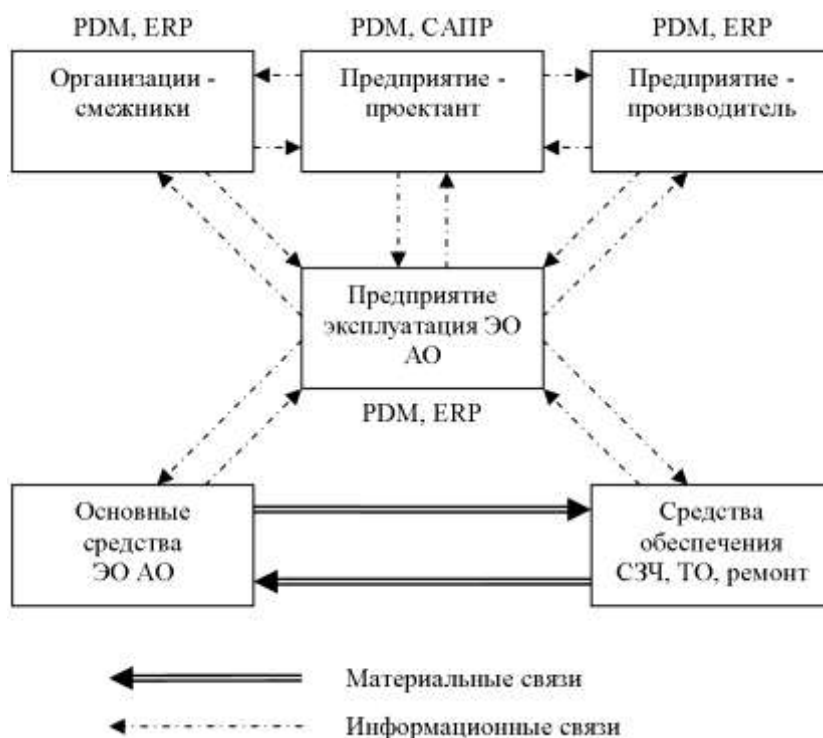


Рис. 3. Структурно-функциональная схема управления надёжностью

Выводы

1. СМК на основе стандартов ISO 9000 позволяет обеспечить полноту информации о судовом оборудовании на всех этапах ЖЦ и таким образом поддерживать требуемый уровень надёжности.

2. Полнота и надёжность хранения информации достигаются при использовании документов преимущественно в электронном виде. Это позволяет существенно снизить затраты на обработку и хранение информации, гораздо более эффективно и рационально воспользоваться технологиями автоматизированного моделирования надёжности объектов.

3. Эффективное управление информационными потоками и оперативное принятие решений по обеспечению надёжности судового оборудования на всех этапах ЖЦ возможно при условии функционирования в проектных, производственных и эксплуатирующих предприятиях автоматизированного управления, содержащего системы PDM, ERP и САПР.

Библиографический список

1. **Рудницкий, А.В.** Модель системы технической эксплуатации энергетического оборудования / А.В. Рудницкий, В.И. Рудницкий, В.Г. Титов // Актуальные проблемы электроэнергетики: труды НГТУ. Н. Новгород. 2007. Т. 66. С. 92-95.
2. **Рудницкий, А.В.** Критерий оценки эффективности оперативного управления надёжностью энергетического оборудования автономных объектов / А.В. Рудницкий, В.И. Рудницкий, В.Г. Титов // Актуальные проблемы электроэнергетики: тезисы докладов XXVI научно-технической конференции». Н. Новгород. 2007. С. 13-15.
3. **Рудницкий, А.В.** Принципы использования информационных технологий для управления надёжностью энергетического оборудования автономных объектов / А.В. Рудницкий, В.И. Рудницкий, В.Г. Титов / НГТУ. – Н. Новгород, 2008.
4. **Алёшин, Б.С.** Философские и социальные аспекты качества: учеб. пособие / Б.С. Алёшин, Л.Н. Александровская, В.Н. Круглов, А.М. Шолом. – М.: Логос, 2004. – 438 с.
5. **Зильбербург, Л.И.** Информационные технологии в проектировании и производстве / Л.И. Зильбербург, В.И. Мелочник, Е.И. Яблочников. – СПб. Политехника, 2008. – 304 с.
6. **Можаев, А.С.** Общий логико-вероятностный метод анализа надёжности сложных систем: учеб. пособие / А.С. Можаев. – Л.: ВМА, 1988. – 68 с.

*Дата поступления
в редакцию 29.04.2011*

A.V. Rudnitsky, V.I. Rudnitsky, V.S. Vinogradov

INFORMATION SUPPORT FOR MANAGEMENT OF SHIPBOARD EQUIPMENT'S RELIABILITY

Principles of use of information technology for management of shipboard equipment's reliability are proved.

Key words: Reliability, IT technology, shipboard equipment.