

ПРОБЛЕМЫ КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ И ОКЕАНОТЕХНИКИ

УДК 629.5.062

В.С. Виноградов

ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ОБЩЕСУДОВЫХ СИСТЕМ НА СТАДИИ ИХ РАЗРАБОТКИ И ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЕЁ РЕАЛИЗАЦИИ

ОАО «ЦКБ «Лазурит», г. Нижний Новгород

Рассматривается применение логико-вероятностных методов и аппарата теории Маркова в оценке надёжности общесудовых систем, описывается подход к оценке некоторых общесудовых систем, заключающийся в их совместном применении. Изложены методические основы создания системы сбора, обработки и распространения данных о надёжности общесудовых систем и оборудования в составе CALS-технологий.

Ключевые слова: надёжность, оценка, проектирование, общесудовые системы, CALS-технологии.

Многие современные суда и корабли оборудуются десятками общесудовых систем различных видов, призванных удовлетворять разнообразные общесудовые нужды. Надёжность общесудовых систем во многом определяет надёжность всего судна. В связи с этим, обеспечение надёжности общесудовых систем приобретает большое научное и практическое значение.

Решение этой проблемы развивается в основном по пути обеспечения долговечности трубопроводов указанных систем, а также обеспечения надёжности их основного оборудования и арматуры. В то же время число работ, в которых бы рассматривалась надёжность общесудовых систем в целом, невелико.

Уровень надёжности общесудовых систем закладывается при проектировании. При этом проведение на этапе проектирования количественной оценки надёжности систем позволяет обосновывать ее уровень и осуществлять выбор схемно-технических решений с позиций надёжности, а также обосновывать внесение в них изменений в целях изменения надёжности на стадиях их проектирования.

Ретроспективная достоверная информации о техническом состоянии оборудования рассматриваемых систем, его наработке и причинах отказов у проектанта судна имеется, но, зачастую, в недостаточном объеме. Это обстоятельство существенно снижает достоверность оценки надёжности систем как проектируемых, так и находящихся в эксплуатации судов. Получение уточнённой информации о функционировании оборудования в процессе эксплуатации головного судна или корабля проектантом для корректировки расчётов, выполненных на начальной стадии проектирования, для учёта их результатов в серийных образцах объектов затруднительно.

Практическая реализация оценки надёжности систем представляет собой задачу, требующую для своего решения анализа элементов рассматриваемых систем с позиции надёжности, выявления номенклатуры необходимых для достаточно полной оценки надёжности ее численных показателей, определения методов, применение которых в соответствии с определенными критериями позволит создать адекватную модель или модели надёжности.

Общесудовые системы представляют собой, как правило, сложные системы. Сложность общесудовых систем определяется большим количеством их элементов, сложностью связей между ними, множеством режимов функционирования, наличием возможности вос-

становления элементов, а также последствием, вызываемым необходимостью отключения части её элементов для выполнения работ по восстановлению неисправного. Их функционирование носит случайный характер. По этой причине основой математических моделей, описывающих их функционирование, может являться теория случайных процессов.

Использование вероятностного анализа имеет ряд общеизвестных преимуществ перед детерминистским, в число которых входят и те, которые делают их применение целесообразным при оценке надёжности общесудовых систем. К ним относятся возможность расчёта количественных показателей надёжности, произведение осознанного выбора схемно-технического решения из возможных и возможность обоснования изменения проекта в целях обеспечения уровня надёжности с наибольшей эффективностью.

Существует более десятка широко известных методов количественной оценки надёжности [1]. Наиболее признаны, разработаны, имеют высокую общность и способность к алгоритмизации в настоящий момент два способа математического описания функционирования сложных систем: аппарат теории марковских случайных процессов и логико-вероятностное моделирование.

Анализ данных об эксплуатации общесудовых систем позволил сделать вывод, что поток отказов и поток восстановлений общесудовых систем обладают свойствами ординарности, стационарности и отсутствия последствия, а потому могут быть представлены как простейшие (пуассоновские). Это обстоятельство делает возможным процесс эксплуатации общесудовых систем представить марковским случайным процессом с непрерывным временем и дискретным числом состояний.

Однако, вследствие громоздкости моделей, получаемых при описании надёжности систем с большим числом элементов и сложными связями, в этих случаях целесообразным становится использование логико-вероятностного моделирования [3, 6]. Делая допущение о том, что ресурсы для восстановления всех неисправных элементов не ограничены, можно использовать логико-вероятностное моделирование и для расчёта надёжности восстанавливаемых систем.

Наиболее развивающимся логико-вероятностным методом является общий логико-вероятностный метод. В нём функциональная полнота набора логических операций позволяет производить оценку надёжности немонотонных структур, а построение схем функциональной целостности (СФЦ), как правило, значительно проще, чем построение деревьев отказов, что снижает вероятность ошибки при выполнении этого этапа. Однако выполненный анализ функционирования общесудовых систем различных видов показал, что при проектировании общесудовых систем случаи, когда надёжность системы при отказе элементов можно принимать возрастающей, практически не случаются. В большинстве случаев повышение надёжности системы при отказе её элементов может говорить лишь об ошибках при её разработке.

Надёжность ряда видов систем определяется не только внутренним функционированием, но зависит и от изменения поступающих к ним извне требований. Если, в особых случаях, поток требований неординарен, то его можно считать ординарным, а неординарность учитывать через интенсивность ординарного потока требований, характеризующейся интенсивностью поступления неординарного потока требований и математического ожидания числа требований, поступивших одновременно в неординарном потоке. Расчёт показателей надёжности таких систем возможен с использованием аппарата теории марковских случайных процессов [2].

Анализ общесудовых систем четырёх проектов судов и кораблей разного водоизмещения и назначения, процессов их функционирования позволил отнести к таким системам следующие системы: система общесудовой гидравлики, система сжатого воздуха, противопожарные системы газо- и пенотушения, система водоотливная, система замещения, гидравлики рулевых приводов.

В целях снижения размеров модели надёжности становится целесообразным использование для описания внутреннего функционирования таких систем общего логико-вероятностного моделирования, а для учёта изменений требований к системе, если требуется, аппарата теории марковских случайных процессов. Если необходим учёт изменения внешнего

функционирования и возможно принятие соответствующих допущений, действия по моделированию и расчёту надёжности общесудовых систем сводятся к следующим этапам:

- декомпозиция оцениваемой системы на блоки;
- построение размеченного графа состояний и переходов марковских процессов;
- построение на основе графической модели функционирования системы её математической модели в виде системы дифференциальных уравнений Колмогорова;
- применение логико-вероятностного метода для расчёта показателей надёжности блоков, на которые декомпозирована оцениваемая система, без учёта изменений требований к системе извне;
- задание характеристик, определяющих вероятности нахождения системы и требований к ней во всех возможных состояниях, и интенсивностей переходов из одного состояния в другое;
- нахождение предельных вероятностей состояний системы и требований к ней её интегрирование системы;
- расчёт показателей надёжности системы с учётом изменений требований к системе извне.

Чтобы учесть такие отказы, как человеческий фактор, наличие неотбракованных элементов с производственными дефектами и т.д. для полученных значений полученных показателей надёжности необходимо ввести поправочный коэффициент K_n , определяемый по данным эксплуатации аналогичных систем.

Если показатели надёжности системы не удовлетворяют хотя бы одному из требований, необходимо внесение изменений в структуру системы, её состав или режимы работы, направленные на повышение её надёжности. Это становится возможным если определён перечень элементов или групп элементов, принятие мер по повышению надёжности которых будет наиболее эффективным для повышения надёжности всей системы. При помощи показателя положительного вклада элемента определяется возможный вклад выявленных элементов в изменение значения той целевой функции надёжности системы, значение которой не соответствует требованиям. Положительный вклад α_i^+ определяется при изменении значения используемого при расчёте показателя надёжности i -го элемента (Π_{s_i}) от текущего значения до предельно большой его величины:

$$\alpha_i^+ = \Pi_c |_{\Pi_{s_i}=\max} - \Pi_c |_{\Pi_{s_i}}, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (1)$$

Используя такой подход, была произведена оценка надёжности системы объёмного химического пожаротушения одного из кораблей проекта с большой серийностью постройки. После определения свойств, особенностей функционирования, режимов работы рассматриваемой системы была установлена необходимость определения значения целевой функции следующего вида:

$$F = f(n, v, \lambda_1, \lambda_2, T, t), \quad (2)$$

где n – количество запросов на подачу огнегасителя; v – интенсивность поступления запросов на подачу огнегасителя; λ_1 – интенсивность отказов в подаче огнегасителя первой установкой системы; λ_2 – интенсивность отказов в подаче огнегасителя второй установкой системы; T – расчётный период времени; t – время от начала автономного плавания.

Эта функция имеет смысл коэффициента готовности K_r .

Составленная графическая модель функционирования системы имеет вид, показанный на рис. 1.

На рис. 1. обозначено: 1 $i_{0,0}$ – состояние, при котором установки пожаротушения, линии снабжения их сжатым воздухом и линии подачи огнегасителя в магистрали полностью работоспособны, а требующих применения ситуаций не возникло;

$i_{0,1}$, $i_{0,2}$, $i_{0,3}$ – состояния, при которых установки пожаротушения, линии снабжения их

сжатым воздухом и линии подачи огнегасителя в магистрали полностью работоспособны, потребовалась соответственно одно-, двух- или трёхкратная подача;

$i_{1,1}, i_{1,2}, i_{1,3}$ – состояния, при которых произошёл такой отказ(ы) в системе, в результате которого стала невозможна подача огнегасителя к магистралям пожаротушения от первой установки, потребовалась соответственно одно-, двух- или трёхкратная подача;

$i_{2,1}, i_{2,2}, i_{2,3}$ – состояния, при которых произошёл такой отказ(ы) в системе, в результате которого стала невозможна подача огнегасителя к магистралям пожаротушения от второй установки, потребовалась соответственно одно-, двух- или трёхкратная подача;

$i_{отк1}, i_{отк2}, i_{отк3}$ – состояния отказов системы, при которых произошли такие отказы в системе, в результате которых стала невозможна подача огнегасителя к магистралям пожаротушения от обеих установок, потребовалась одно-, двух- или трёхкратная подача.

Система дифференциальных уравнений, описывающих состояния системы и переходы между ними, имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} P'_{0,0}(t) = -\nu P_{0,0}(t), \\ P'_{0,1}(t) = \nu P_{0,0}(t) - (\nu + \lambda_1 + \lambda_2) P_{0,1}(t), \\ P'_{0,2}(t) = \nu P_{0,1}(t) - (\nu + \lambda_1 + \lambda_2) P_{0,2}(t), \\ P'_{0,3}(t) = \nu P_{0,2}(t) - (\lambda_1 + \lambda_2) P_{0,3}(t), \\ P'_{1,1}(t) = \lambda_1 P_{0,1}(t) - (\nu + \lambda_2) P_{1,1}(t), \\ P'_{1,2}(t) = \lambda_1 P_{0,2}(t) + \nu P_{1,1}(t) - (\nu + \lambda_2) P_{1,2}(t), \\ P'_{1,3}(t) = \lambda_1 P_{0,3}(t) + \nu P_{1,2}(t) - \lambda_2 P_{1,3}(t), \\ P'_{2,1}(t) = \lambda_2 P_{0,1}(t) - (\nu + \lambda_1) P_{2,1}(t), \\ P'_{2,2}(t) = \lambda_2 P_{0,2}(t) + \nu P_{2,1}(t) - (\nu + \lambda_1) P_{2,2}(t), \\ P'_{2,3}(t) = \lambda_2 P_{0,3}(t) + \nu P_{2,2}(t) - \lambda_1 P_{2,3}(t), \\ P'_{отк1}(t) = \lambda_2 P_{1,1}(t) + \lambda_1 P_{2,1}(t), \\ P'_{отк2}(t) = \lambda_2 P_{1,2}(t) + \lambda_1 P_{2,2}(t), \\ P'_{отк3}(t) = \lambda_2 P_{1,3}(t) + \lambda_1 P_{2,3}(t). \end{array} \right. \quad (3)$$

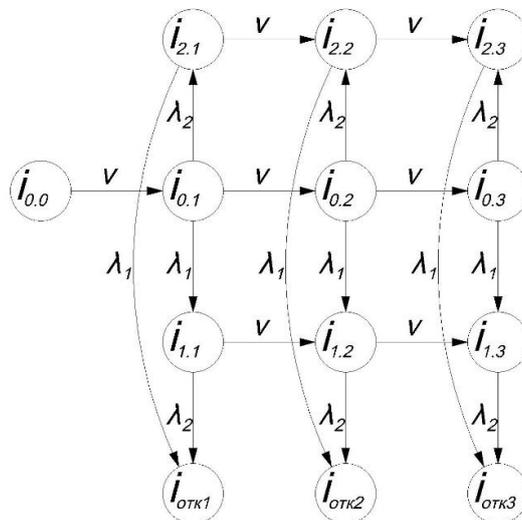


Рис. 1. Размеченный граф состояний и переходов системы пожаротушения

Созданы графические модели установок (рис. 2 и рис. 3).

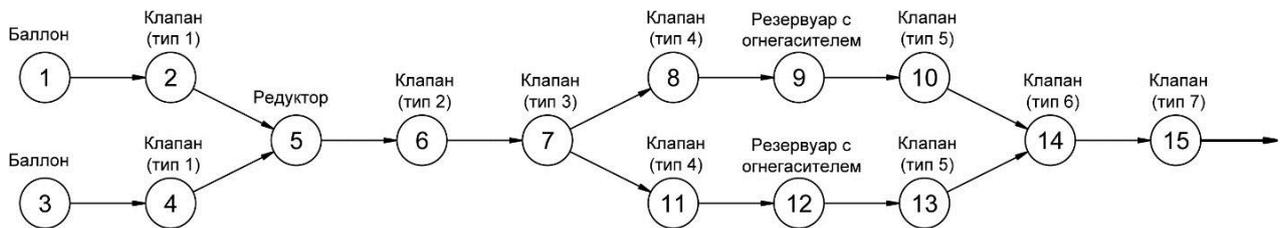


Рис. 2. СФЦ первой установки пожаротушения

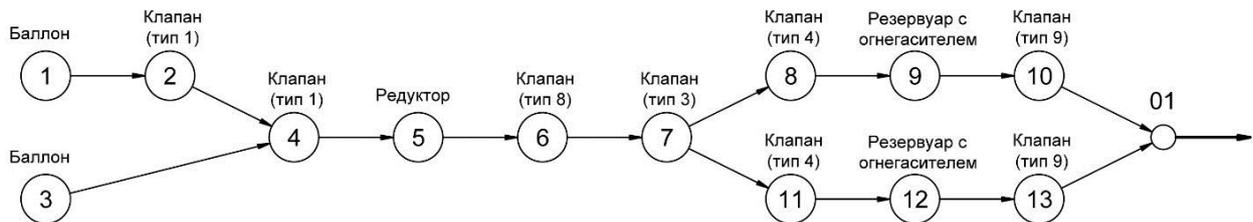


Рис. 3. СФЦ второй установки пожаротушения

Составлен многочлен вероятностной функции для первой установки, состоящий из 12 членов и имеющий следующий вид

$$\begin{aligned}
 Y_c = & \\
 = & x_1 \cdot x_2 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 & + x_1 \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot \overline{x_{11}} + \\
 & + x_1 \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot \overline{x_{12}} + \\
 & + x_1 \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot \overline{x_{13}} + \\
 & + \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 & + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 & + \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot \overline{x_{11}} + \\
 & + \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot \overline{x_{12}} + \\
 & + \overline{x_1} \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot \overline{x_{13}} + \\
 & + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot \overline{x_{11}} + \\
 & + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot \overline{x_{12}} + \\
 & + \overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot \overline{x_{13}}
 \end{aligned} \tag{4}$$

Общими логическими переменными всех членов МВФ являются $x_5, x_6, x_7, x_{14}, x_{15}$.

Многочлен вероятностной функции для второй установки также состоит из 12 членов и имеет вид

$$\begin{aligned}
 Y_c &= \\
 &= x_1 \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} + \\
 &+ x_1 \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 &+ x_1 \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 &+ x_1 \cdot x_2 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 &+ x_1 \cdot x_3 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} + \\
 &+ x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} + \\
 &+ x_1 \cdot x_3 \cdot x_8 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 &+ x_1 \cdot x_3 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 &+ x_1 \cdot x_3 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 &+ x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_8 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 &+ x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13} + \\
 &+ x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_8 \cdot x_9 \cdot x_{10} \cdot x_{11} \cdot x_{12} \cdot x_{13}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Общими логическими переменными всех членов МВФ являются x_4, x_5, x_6, x_7 .

Стоит отметить, что в случае, если бы эффективность системы изменялась при частично неработоспособном состоянии в результате частичного отказа, то появилась бы необходимость определения коэффициента сохранения эффективности:

$$K_{\text{эф}} = \frac{W(P)}{W}, \tag{6}$$

где $W(P)$ – значение показателя эффективности изделия с учётом значений соответствующих показателей надёжности; W – значение показателя эффективности изделия без учёта характеристик надёжности.

$$W(P) = \sum_{i=1}^n W_i P_i, \tag{7}$$

где W_i – эффективность системы при нахождении системы и требований к ней в i -м состоянии из n возможных; P_i – вероятность пребывания системы и требований к ней в i -м состоянии из n возможных.

Вероятностями P_i в этом случае были бы предельные вероятности состояний, полученные в результате решения (3).

Построенные диаграммы положительных вкладов элементов изображены на рис. 4 и рис. 5.

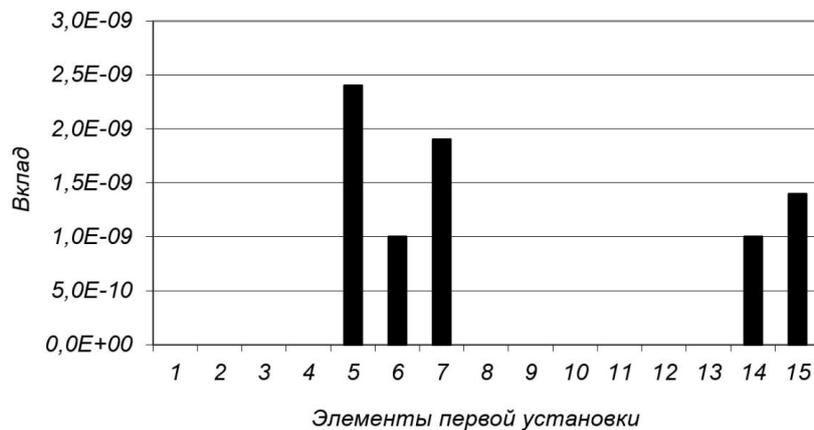


Рис. 4. Диаграмма положительных вкладов элементов первой установки

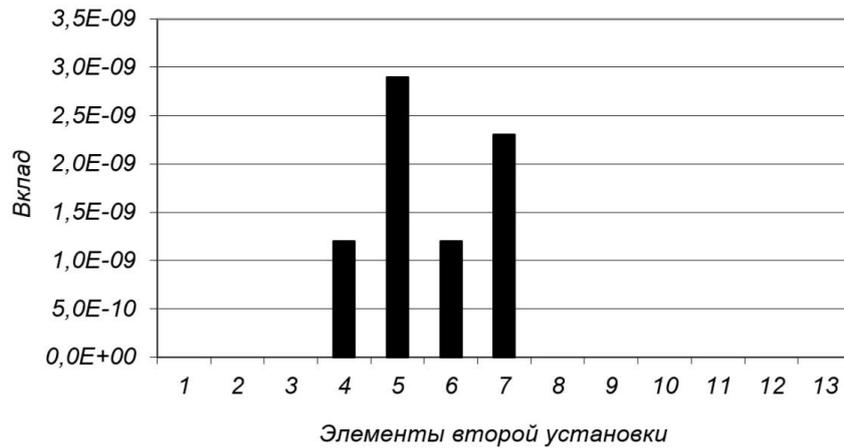


Рис. 5. Диаграмма положительных вкладов элементов второй установки

Как видно из построенных диаграмм, большой положительный вклад делают элементы 5, 6, 7, 14, 15 первой установки, элементы 4, 5, 6, 7 второй установки (значения вкладов $2,4e-09$, $1,0e-09$, $1,9e-09$, $1,0e-09$, $1,4e-09$, $1,2e-09$, $2,9e-09$, $1,2e-09$, $2,3e-09$ соответственно).

Таким образом, определено, что путь повышения надёжности этих элементов наиболее целесообразен с точки зрения надёжности.

С учётом изложенного подхода была разработана инженерная методика оценки надёжности общесудовых систем при проектировании. Алгоритмы общего логико-вероятностного метода были автоматизированы в программном средстве для расчёта показателей надёжности. На программное средство получено свидетельство Федеральной службы по интеллектуальной собственности о государственной регистрации программы для ЭВМ. Разработки, включающие указанные методику и программное средство, внедрены в практику проектной деятельности одной из ведущих проектных организаций отрасли отечественного судостроения – ОАО «ЦКБ «Лазурит».

Достоверность результатов такой оценки во-многом определяется достоверностью исходных данных, т.е. сведениями об эксплуатации оборудования и систем-аналогов. В существующей сложившейся практике взаимоотношений между проектантом и эксплуатационником судна при возникновении проблем, связанных с работой оборудования сторонних организаций, эксплуатационник обращается напрямую к предприятию-изготовителю этого оборудования. При этом проектант, зачастую, не ставится в курс существования проблемы, а также принимаемых и реализуемых по ней решений. Такое нарушение обратной связи приводит к отсутствию у проектанта и других заинтересованных организаций достоверной информации о состоянии находящихся в эксплуатации разработок. Для осуществления сбора информации о надёжности находящихся в эксплуатации систем, анализа, распространения информации о техническом состоянии судовых систем и их оборудования, отказам, режимам функционирования и условиям эксплуатации необходимо создание системы сбора, обработки и распространения информации. Разработка её позволит отслеживать техническое состояние эксплуатирующихся систем и оборудования, эффективно и рационально пользоваться технологиями оценки их надёжности и вырабатывать меры по её повышению.

Системная и информационная поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия осуществляется в информационной интегрированной среде. Электронная информационно-функциональная модель жизненного цикла изделия и выполняемых в нём процессов лежит в основе CALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support) – технологий, нашедших уже достаточно широкое применение в нашей стране в отрасли авиастроения. Базовые принципы информационной поддержки, применимые к объектам судостроения, не отличаются от принципов, применимых к объектам авиастроения, и могут быть представлены как системная информационная поддержка жизненного цикла в интегрированной информационной среде, безбумажное представление информации и стандартизация информационного описа-

ния субъектов и объектов жизненного цикла объекта. Инструментальными средствами этой поддержки должны явиться PDM (Product Data Management) -системы. На основе PDM-систем должна осуществляться информационная поддержка управления качеством судовых систем и оборудования, процессов управления их конфигурацией, сбора и обработки данных на всех этапах их жизненного цикла [4, 5].

Информация о реальном поведении судовых систем и оборудования в ходе эксплуатации должна быть доступна разработчику и использоваться для совершенствования конструкции, технологии изготовления и контроля. Для этого на этапе эксплуатации необходимы сбор, обработка и анализ сведений о состоянии систем. В их числе должны быть длительности различных периодов эксплуатации, а также фактические показатели надёжности систем и их компонентов:

а) показатели безотказности: вероятность безотказной работы систем за заданный период времени $P(t)$; интенсивность отказов и/или параметр потоков отказов систем $\lambda(t)$; функции распределения наработки до отказа и между отказами $F(t)$;

б) показатели ремонтпригодности: фактические затраты времени и функции распределения времени на ремонт $F_p(t)$ и восстановление $F_b(t)$ компонентов; фактические интервалы времени между работами по техническому обслуживанию и ремонту; фактические трудозатраты на техническое обслуживание, ремонт; фактическая численность и квалификация задействованного в работах персонала; фактические значения коэффициента готовности $K_r(t)$, коэффициента оперативной готовности $K_{op}(t)$, коэффициента технического использования $K_{т.и}(t)$;

в) показатели долговечности: факты замен компонентов; фактическое потребление сменно-запасных частей, оборудования, материалов; фактический срок службы и ресурс до списания или ремонта;

г) показатели сохраняемости: фактический срок хранения.

Документирование указанных сведений должно производиться в электронных формулярах и паспортах, представляющих собой локальные базы данных стандартизированных форм. Эти базы должны быть интегрированы в единую информационную модель, обеспечивающую информационный обмен с информационной системой разработчика, построенную на стандартах серии ИСО 10303 и реализованную в форме PDM-системы. Основу формуляров и паспортов должны составлять компоненты, подлежащие техническому обслуживанию, ремонтам, заменам в процессе эксплуатации, и компоненты, отказ которых может оказать значительное воздействие на функционирование систем. Эти данные могут отображаться в PDM в виде характеристик компонентов или ассоциированных с ними файлов. Должна, также, существовать возможность извлечения и обработки необходимых данных для создания отчётов.

Сведения об эксплуатации должны проходить статистическую обработку. На основе прошедшей такую обработку информации из общей базы данных об изделии смогут выполняться расчёты и моделирование надёжности. Интеграция в библиотеку описаний компонентов изделия, являющуюся общей и неотъемлемой частью всего проекта, информации с мест эксплуатации многократно увеличит скорость получения с мест базирования флота и актуальность данных об эксплуатации систем в сравнении с традиционными методами.

Таким образом, использование логико-вероятностных методов, аппарата теории марковских случайных процессов, изложенного подхода к их применению, а также использование вычислительной техники и специализированных программных средств позволяет решать задачи оценки надёжности при разработке широкого спектра видов общесудовых систем. Создание интегрированной в CALS-технологии системы сбора, обработки и распространения информации о надёжности возможно в соответствии с описанными методическими основами её создания, что позволит многократно увеличить скорость получения с мест базирования флота и актуальность данных об эксплуатации систем в сравнении с традиционными

методами, что значительно повысит достоверность результатов оценки надёжности общесудовых систем.

Библиографический список

1. **Гнеденко, Б. В.** Математические методы в теории надёжности / Б. В. Гнеденко, Ю. К. Беляев, А. Д. Соловьев. – М. : Наука, 1965. – 524 с.
2. **Падерно, И. П.** Надёжность сложных судовых систем / П. И. Падерно, В. А. Усачев, Л. Ю. Худяков. – Л. : Судостроение, 1977. – 192 с.
3. **Рябинин, И. А.** Логико-вероятностные методы исследования надёжности структурно-сложных систем / И. А. Рябинин, Г. Н. Черкесов. – М. : Радио и связь, 1981. – 264 с.
4. **Бакаев, В. В.** Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия: справ.-учеб. пособие / В. В. Бакаев, Е. В. Судов, В. А. Гомозов и др. / под ред. В.В. Бакаева. – М. : Машиностроение-1, 2005. – 624 с.
5. **Рудницкий, В. И.** Использование информационных технологий при управлении надёжностью изделий для повышения их конкурентноспособности / В. И. Рудницкий, В. С. Виноградов // Стратегия антикризисного управления экономическим развитием Российской Федерации: сб. ст. – Пенза, 2009. С. 64-67.
6. **Рудницкий, А. В.** Обеспечение надёжности судовых систем и оборудования на этапах проектирования и эксплуатации с применением информационных технологий / А. В. Рудницкий, В. С. Виноградов // Морской вестник. 2012. № 3. С. 45-49.

*Дата поступления
в редакцию 03.02.2014*

V.S. Vinogradov

VALUATION OF RELIABILITY GENERAL-PURPOSE MARINE SYSTEMS AND OBTAINING THE INPUT DATA FOR ITS REALIZATION

Lazurit CDB OJSC, Nizhny Novgorod

Purpose: Solving the problem of reliability evaluation on phase of designing general-purpose marine systems using the most developed methods of valuation and solving the problem of providing the input data for it.

Design/methodology/approach: Developed approach of evaluating the reliability general-purpose marine systems is based on combinatorial methods and Markov's theory. Submitted methodical basics of designing data management systems of general-purpose marine systems equipment reliability are based on CALS-technologies.

Findings: It is possible, for example, to apply the results of research during the new general-purpose marine systems designing in the large vessel-design organizations.

Research limitations/implications: Listed in article methodical base is the initial stage in the work to develop a system for collecting, processing and dissemination of data on reliability for the fleet. Methodological foundations shown in the article are the initial stage in the development collecting, processing and disseminating data on the reliability for the fleet.

Originality/value: The research findings have contributed to the theory and practice of reliability of vessel-systems.

Key words: reliability, valuation, designing, general-purpose marine systems, CALS-technologies.