

УДК 623.4.017

В.В. Лукьянчук, Б.Н. Ланецкий

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С МНОГОУРОВНЕВОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ

Излагается системный подход к управлению надежностью технических изделий с использованием принципов общей теории управления, приводится схема управления надежностью, описывается процесс ее функционирования на стадиях проектирования и разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта. Рассматриваются особенности управления надежностью сложной технической системы (СТС) с многоуровневой работоспособностью.

Ключевые слова: управление надежностью, сложная техническая система, многоуровневая работоспособность.

Введение

Постановка проблемы. На современном этапе большое количество СТС, в частности, таких как зенитные ракетные системы, авиационные комплексы и др., выработали назначенные ресурсы (сроки службы) или близки к этому. Осуществлять своевременно плановые замены дорогостоящих СТС, которые исчерпали назначенные ресурсы (сроки службы), не позволяет современное экономическое состояние многих развитых государств.

Анализ эксплуатации СТС с продленными назначенными ресурсами (сроками службы) с частичной заменой и восстановлением их отдельных составных частей показывает на экономическую целесообразность такого способа поддержания работоспособности и надежности дорогостоящих СТС в современных условиях. Для его реализации необходимо повышать эффективность управления техническим состоянием и надежностью СТС [1]. В частности, повышение эффективности управления необходимо при переводе СТС на эксплуатацию по техническому состоянию, которое можно обеспечить, как показано в [2], представляя СТС в виде системы с многоуровневой работоспособностью (МУРС) с разработкой системы контроля ее многоуровневой работоспособности.

Любая СТС проходит четыре стадии жизненного цикла (ЖЦ): выдвижение концепции и определений; проектирования и разработки; изготовления; эксплуатации и ремонта. Содержание работ, проводимых на каждой стадии ЖЦ, и разрабатываемой документации определено комплексами стандартов ЕСКД и ЕСТД. При этом на каждой стадии ЖЦ решаются задачи, связанные с управлением надежностью.

В связи с этим, актуальными являются задачи:

– задания и корректировки требований к показателям надежности (ПН), и, в частности, к показателям долговечности при решении задач продления назначенных показателей СТС, в том числе СТС с МУРС;

– обоснования более высоких ресурсных характеристик при проектировании СТС нового поколения;

– оценивания, контроля и прогнозирования показателей надежности СТС с МУРС, их составных частей на разных стадиях ЖЦ и др.

Анализ литературы. Опыт работ по обеспечению надежности различных технических устройств и систем показал на низкую эффективность разрозненных мероприятий по обеспечению их надежности. Поэтому в 70-х годах начали применять системный подход к обеспечению надежности с использованием принципов общей теории управления. Нормативно-методическими документами, внедряющими в практику эти принципы, являются [3,4] и др. Так, в [4] вводится понятие "управления надежностью", под которой понимается "целенаправленная деятельность по обоснованию, планированию, обеспечению, повышению и поддержанию характеристик безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости рассматриваемых объектов". При этом программа обеспечения надежности (ПОН) рассматривается "как основной документ, позволяющий осуществлять комплексный подход к решению задач обеспечения надежности с учетом интересов всех сторон (поставщика, потребителя) на всех стадиях ЖЦ объектов, скоординировать деятельность всех служб организаций или предприятий в решении этих задач...". ПОН рассматривается и используется как основа для управления надежностью на стадиях ЖЦ СТС.

Методическим вопросам управления надежностью посвящена работа [5]. В ней рассматриваются задачи: выбора вида ПН для включения в нормативную документацию; оптимизации уровня надежности при проектировании, управления надежностью на основе стандартизации.

В [6] излагается математический аппарат расчета и статистического оценивания ПН. В [7] рассматриваются методы расчёта и статистического оценивания надежности, рассмотрена более подроб-

на номенклатура ПН. Однако связь этих вопросов в рамках одной проблемы – управления надёжностью – не акцентируется.

Более четко "идея" управления надёжностью изложена в публикациях, посвященных проблемам надёжности в конкретных областях техники [8]. Однако задачи контроля технического состояния СТС с МУРС, оценки и контроля их многоуровневой надёжности фактически не рассматриваются. Вопросы управления надёжностью СТС с МУРС в научно-технической литературе и нормативных документах системно не рассматриваются.

Цель статьи. Систематизация и конкретизация основных положений по управлению надёжностью СТС с МУРС на всех стадиях ЖЦ.

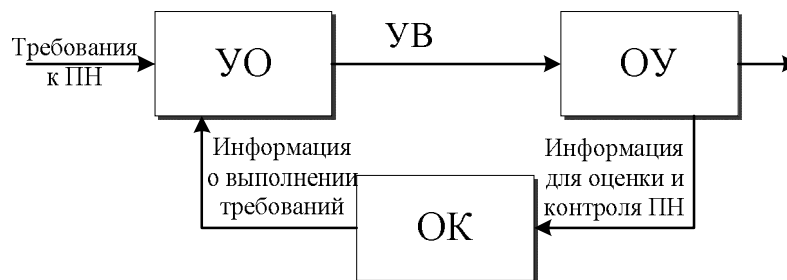


Рис. 1. Схема управления надёжностью СТС

При этом в ОК осуществляются: оценка и контроль ПН; прогнозирование надёжности. В УО – принимаются решения по управлению надёжностью; формируются управляющие воздействия (УВ), реализующие цель управления. В ОУ – реализуются принятые решения (УВ). Требования к номенклатуре и численным значениям ПН задаются на стадии выдвижения концепции и определений.

Данные этапы управления характерны для стадий проектирования и разработки, изготовления и эксплуатации СТС. Поэтому систему управления надёжностью СТС с МУРС на каждой стадии ЖЦ в отдельности и совместно можно представить в виде схемы, приведенной на рис. 2.

Рассмотрим процесс функционирования системы управления надёжностью более подробно применительно к стадиям: проектирования и разработки, изготовления и эксплуатации СТС (рис. 2).

Стадия проектирования и разработки. Требования к надёжности уточняются (формируются) на основе межгосударственных стандартов, требований ГОСТ и ОСТ, других нормативных документов, требований эксплуатантов (потребителей), информации об аналогах.

Объектом управления является процесс разработки, управляющим органом – подразделения – разработчики, УВ представляют собой схемно-конструктивные решения. Функции органов контроля выполняют подразделения надёжности, ОТК опытного завода. Оценка и контроль выполнения заданных требований в зависимости от этапа разра-

Основная часть

В задаче управления надёжностью СТС, как и других задачах управления различными объектами, можно выделить три этапа:

- 1) Задание цели управления, т.е. номенклатуры и численных значений ПН;
- 2) Получение информации для оценки ситуации, т.е. оценка и (или) контроль ПН;
- 3) Выработка и осуществление управляющих воздействий, т.е. разработка и выполнение мероприятий по обеспечению заданных значений ПН.

Схема управления надёжностью СТС (рис. 1) включает три основных блока: управляющий орган (УО), объект управления (ОУ) и орган контроля (ОК).

ботки проводится расчетными, экспериментальными и расчетно-экспериментальными методами. Информация о результатах оценки и контроля передается в УО, изготовителю и потребителю. Выходом подсистемы является конструкторская документация на изготовление образца СТС.

Стадия изготовления. Требования к надёжности формируются в технических условиях (ТУ) завода-изготовителя. При этом учитываются требования потребителей, результаты оценки и контроля, проведенные разработчиком, информация, полученная на этапе разработки.

Объектом управления является процесс изготовления, УО – конструкторские и технологические подразделения завода – изготовителя, производственные цеха. УВ представляет собой конструкторско-технологические и организационно-технические решения. Функции органа контроля выполняют подразделения надёжности, ОТК, испытательные лаборатории. Оценка и контроль выполнения заданных требований проводятся экспериментальными и расчетно-экспериментальными методами. Информация о результатах оценки и контроля направляется разработчикам и потребителям. Выходом подсистемы является изготовленная СТС.

Стадия эксплуатации и ремонта. Требования к надёжности заказываемой и получаемой СТС у потребителя формируется на основании ТУ на поставку, информации разработчика, изготовителя, ГОСТ, ОСТ, опыта эксплуатации СТС того же назначения и достигнутого уровня надёжности.



Рис. 2. Схема управления надежностью ТС на стадиях ее жизненного цикла

ОУ является процесс эксплуатации, УО – подразделения – эксплуатанты. УВ представляют собой технические обслуживания (ТО) и ремонты. Функции органа – контроля выполняют подразделения надежности эксплуатирующей организации, кроме того могут привлекаться службы разработчика и изготовителя. Оценка и контроль соответствия надежности заданным требованиям ТУ проводятся статистическими методами. Информация о результатах оценки и контроля направляется разработчикам и потребителям. Выходом подсистемы является эксплуатация ТС.

Для эффективного функционирования системы управления надежностью необходимо выполнение функций всеми ее подсистемами. В полном объеме управление надежностью ТС осуществляется на выделенных этапах и всех стадиях ЖЦ. При этом на стадии проектирования и разработки управление надежностью осуществляется наиболее полно, на стадии изготовления – в меньшем объеме, а на стадии эксплуатации реализуется только корректировка требований к ПН (при необходимости) и поддержание надежности.

Для эффективного решения задач управления надежностью ТС необходимо рассматривать как систему с МУРС, что, в свою очередь, предполагает введение альфа-уровневых ПН [2].

Управление надежностью ТС с МУРС включает:

- задание (корректировку) номенклатуры и количественных требований к альфа-уровневым ПН;
- оценивание и контроль альфа-уровневых ПН, т.е. принятие решений о соответствии (несоответствии) ТС заданным требованиям к альфа-уровневым ПН;
- прогнозирование альфа-уровневых ПН;
- выработка управляющих воздействий и их реализация для достижения цели управления.

Мероприятия по обеспечению надежности концентрируются:

- на стадии выдвижения концепции и определений – на установлении правильных требований к ПН, ее дальнейшему поддержанию и разработке ПОН;
- на стадии проектирования и разработки – на выполнении требований по надежности ТС с

МУРС (определяются и выполняются процедуры оценивания и контроля надежности; анализируются надежность составных частей и комплектующих изделий СТС с точки зрения обеспечения надежности СТС в целом; мероприятия по планированию и обеспечению ТО, увязанные с проектными решениями объекта и др.);

– на стадии изготовления – на приемочных испытаниях по показателям многоуровневой надежности;

– на стадии эксплуатации и ремонта – на сборе эксплуатационной информации, оценке и анализе данных о неисправностях, на стратегиях ТО и ремонта, обеспечении запасными частями.

Эффективность системы управления надежностью СТС с МУРС во многом определяется эффективностью системы контроля многоуровневой работоспособности, системой сбора, обработки и анализа информации о техническом состоянии и надежности, методами расчета и экспериментальной оценки альфа-уровневых ПН СТС, методами оптимизации организации контроля за изменением технического состояния, контроля и прогнозирования МУРС, определения моментов проведения и объемов восстановительных работ. Для этого необходима разработка соответствующего научно-методического аппарата и его реализацию на СТС с МУРС.

Выводы

Изложен общий подход к управлению надежностью СТС с МУРС на основе системного подхода и принципов общей теории управления.

Рассмотрена схема управления надежностью СТС с МУРС применительно к стадиям проектирования и разработки, изготовления, эксплуатации и ремонта, как в отдельности, так и в комплексе с учетом обратных связей между стадиями жизненного цикла.

Предложено повышать эффективность управления надежностью СТС за счет представления ее в виде системы с многоуровневой работоспособностью, разработки системы контроля многоуровневой работоспособности, разработки научно-методического аппарата по расчету, экспериментальной оценке и контролю надежности СТС с МУРС и других мероприятий.

Список литературы

1. Ланецкий Б.Н. *Адаптивное управление техническим состоянием и надежностью сложных технических систем в условиях ресурсных ограничений* / Б.Н. Ланецкий, В.В. Лукьянчук // *Системы озброєння і військова техніка*. – Х.: ХУПС. – 2010. – Вып. 4 (24). – С 27-31.

2. Ланецкий Б.Н. *Надежность сложных технических систем с многоуровневой работоспособностью. Основные понятия и положения* / Б.Н. Ланецкий, В.В. Лукьянчук // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. – Вып. 2 (24). – Х.: ХУПС, 2010. – С. 72-75.

3. *Методика "Общие требования к программам обеспечения надежностью промышленных изделий"*. – М.: Изд-во стандартов, 1973.

4. ДСТУ 2863-94. *Надежность техники. Программа обеспечения надежности. Общие требования*. – К.: Госстандарт Украины, 1994. – 37 с.

5. Фомин В.Н. *Нормирование показателей надежности*. М.: Изд-во стандартов, 1986. – 160 с.

6. Б.В. Гнеденко, Ю.К.Беляев, А.Д.Соловьев *Математические методы в теории надежности*. – М.: Наука, 1965 – 524 с.

7. Козлов Б.А., Ушаков И.А. *Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики*. – М.: Советское радио, 1975. – 472 с.

8. Дружинин Г.В. *Надежность автоматизированных систем*. – М.: Энергия, 1977. – 268 с.

Поступила в редколлегию 1.07.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.А. Демидов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

УПРАВЛЕННЯ НАДІЙНІСТЮ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ С БАГАТОРІВНЕВОЮ ПРАЦЕЗДАТНІСТЮ

В.В. Лук'янчук, Б.М. Ланецький

Викладається системний підхід до управління надійністю технічних виробів з використанням принципів загальної теорії управління, наводиться схема управління надійністю, описаний процес її функціонування на стадіях проектування та розробки, виготовлення, експлуатації та ремонту. Розглядаються особливості управління надійністю складної технічної системи (СТС) з багаторівневою працездатністю.

Ключеві слова: управління надійністю, багаторівнева працездатність, складна технічна система.

RELIABILITY MANAGEMENT OF THE COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS IN CONDITIONS OF RESOURCE RESTRICTIONS

V.V. Lukjanchuk, B.N. Lanetskij

The system approach is given to reliability management of technical product using principles of general theory of management, the reliability management diagram is provided, the process of its functioning being described for the stages of the system design, development, fabrication, use by purpose and repair. Peculiarities are considered of managing reliability of a complex technical system (CTS) with multiple level operability.

Keywords: Reliability Management, complex technical system, layered operational capacity.