

## КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРОФИЛИРОВАНИЕ OTS-ПРОДУКТОВ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

д.т.н., проф. В.С. Харченко, к.т.н. В.В. Скляр, В.Г. Кожемяченко

*Классифицированы виды OTS (Off-The-Shelf)-продуктов, имеющиеся на рынке аппаратных и программных средств. Уточнена терминология, проанализированы и систематизированы стандарты, регламентирующие применение и разработку OTS-продуктов. Даны рекомендации по построению нормативных профилей.*

**Постановка проблемы.** Современная парадигма разработки компьютерных систем управления (КСУ), аппаратных и программных средств (АС и ПС), в том числе и для систем критического применения, характеризуется тем, что КСУ не разрабатывается «с нуля», а включают в себя многочисленные готовые компоненты. Такого рода готовые продукты получили название OTS (Off-The-Shelf), т.е. продукции «с полки».

Применение OTS-компонентов может повысить общее качество КСУ, а также их надежность и безопасность. Данные преимущества объясняются тем, что OTS-компоненты уже прошли апробацию и известен опыт их использования. В тоже время закрытый код и отсутствие информации о процессе разработки ПС затрудняют оценку OTS элементов при их использовании в КСУ критического применения. Это, в свою очередь, создает проблемы при экспертизе и независимой верификации в процессе нормативного регулирования и лицензирования.

Особенности применения OTS-продуктов регламентируются различными международными и национальными стандартами, в том числе разработанными:

- ИСО (Международная организация по стандартизации – ISO);
- МЭК (Международная электротехническая комиссия – IEC);
- МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии – IAEA);
- IEEE (Институт инженеров по электротехнике и электронике, США);
- NUREG (Комиссия по ядерному регулированию, США);
- EPRI (Электроэнергетический исследовательский институт, США),

а также нормативными документами, утвержденными Государственным комитетом ядерного регулирования Украины.

**Анализ литературы.** Существует ряд работ, прямо или косвенно затрагивающих данную тематику. В [1] рассмотрены:

- виды коммерческих и некоммерческих OTS-элементов программных средств;
- принципы построения защитной оболочки (wrapping) для OTS-продуктов, которая по сути является одним из методов структурирования. Такая оболочка может контролировать и фильтровать потоки управления и данных, идущих от или к «обернутому» OTS-элементу;
- особенности применения OTS-продуктов с использованием существующих технологий разработки компонентов, таких как CORBA, EJB, DCOM+.

Особенности разработки средств для создания оболочек программных OTS-элементов обсуждаются в [2]. Особое внимание уделяется важности формирования разработчиками четкого решения о разделении функций между OTS-элементами и остальной частью ПС.

Вопросы отказоустойчивости OTS-элементов и модели ее оценки рассматриваются в [3]. Предлагаются два пути применения OTS в отказоустойчивых ПС и системах: с использованием многоверсионных OTS-элементов и дополнительных контролирующих компонентов.

В [4] исследованы способы применения аппаратных OTS-продуктов в системах военного назначения. Автором предложен подход к оценке надежности OTS-продуктов на базе стандарта Министерства обороны США MIL-HDBK-217.

Метод контрактного программирования, как один из способов использования OTS-продуктов (предложен компанией Interactive Software Engineering), описан в [5]. Суть процесса проектирования заключается в разработке ПС, состоящих из множества взаимодействующих компонентов с точным определением спецификации взаимных обязательств – «контрактов». «Контракты» управляют взаимодействием OTS-элементов с окружающей средой.

Проведенный анализ показал, что в известных источниках не разработана детальная классификация видов OTS с учетом различий АС и ПС, их критичности и технологий применения. В тоже время, сейчас складывается система международных стандартов, регламентирующих различные аспекты использования OTS-продуктов. Однако, в известной литературе не содержатся достаточно полный перечень таких стандартов, а также рекомендации по их применению в той или иной области с учетом специфики OTS-продуктов.

**Цель статьи.** Целью статьи является классификация OTS-продуктов с учетом различных аспектов их применения, систематизация и анализ

международных и национальных стандартов, регламентирующих использование OTS-продуктов, на примере управляющих и информационных систем (ИУС) АЭС, а также разработка элементов их профилирования.

**Классификация OTS-продуктов.** Классификационная схема OTS-компонент, применяемых в КСУ, представлена на рис. 1.

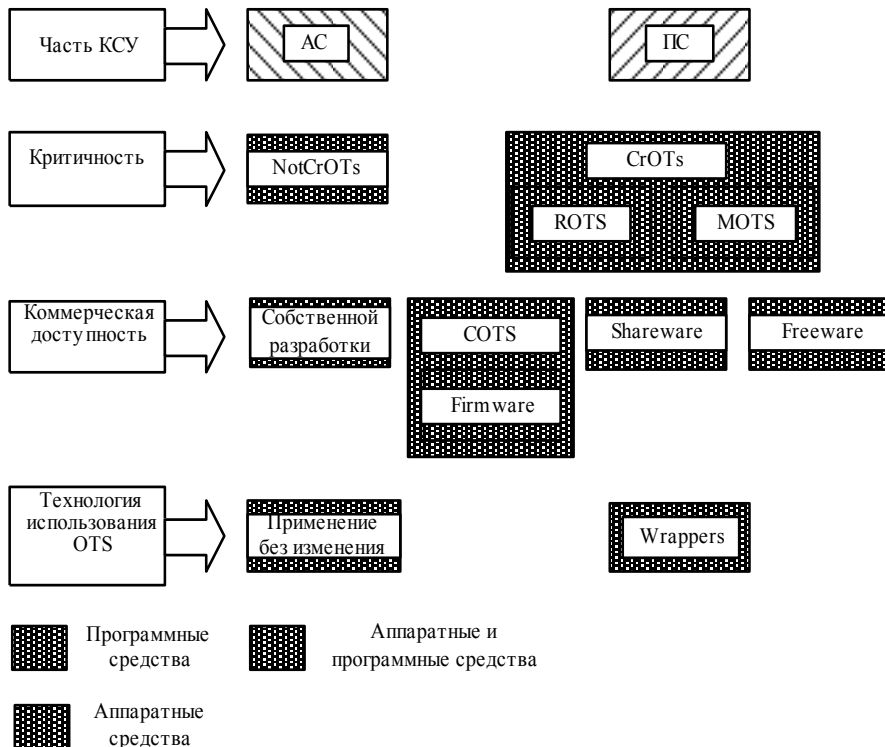


Рис. 1. Классификация OTS-продуктов для компьютерных систем управления

OTS-продукты можно классифицировать следующим образом:

- *готовые аппаратные или программные средства;*
- *по степени критичности или по возможности использования в КСУ критического применения различают:*

CrOTs (Critical OTS) – критические продукты;

NotCrOTs – некритические [6].

Среди аппаратных CrOTs следует выделить изделия:

ROTS (Rugged OTS) – готовые к применению модули повышенной надежности;

MOTS (Military OTS) – готовые к применению модули военного исполнения [4];

– по коммерческой доступности различают:

OTS собственной разработки;

покупные или коммерческие продукты COTS (Commercial OTS).

Кроме того, для ПС может быть введена дополнительная классификация:

– ПС собственной разработки (pre-development или pre-existing software);

– коммерческие («коробочные») ПС – COTS;

– firmware (разновидность COTS) – «защитные» в постоянную память программы и данные;

– бесплатные ПС – freeware;

– условно (частично) бесплатные ПС – shareware.

Кроме обычного использования OTS-элементов для ПС выделяют технологию защитных оболочек – wrappers [1, 2].

**Анализ стандартов по применению OTS-продуктов.** При разработке КСУ для критических приложений особенно важным является выполнение регулирующих требований стандартов по качеству, безопасности и надежности компонент системы, в том числе и OTS- элементов.

Предложенный выше подход к классификации логично, на наш взгляд, распространить на задачу систематизации стандартов по применению OTS-продуктов. В качестве прикладной области выбраны ИУС АЭС, которые согласно нормативных документов делятся на важные для безопасности (критические) и системы нормальной эксплуатации, не влияющие на безопасность (некритические). Итогом системного анализа стандартов в области ИУС АЭС является классификационная матрица, в которой каждому из типов OTS продуктов соответствует свой набор стандартов.

Результаты систематизации стандартов по применению OTS-продуктов, выполненной на базе классификации (рис. 1), приведены в табл. 1.

Профилеобразующая база (ПОБ) OTS-продуктов, таким образом, включает нижеперечисленное.

1. Общие («некритические») стандарты по применению OTS:

а) программные OTS-продукты:

– ISO/IEC 12207:1995. Information technology – Software life cycle processes (Информационные технологии – Процессы жизненного цикла программного обеспечения);

– ISO/IEC TR 15271:1998. Information technology — Guide for ISO/IEC 12207 (Software Life Cycle Processes) (Информационные технологии – Руководство по применению ISO/IEC 12207);

## Систематизация стандартов по применению OTS-продуктов в ИУС АЭС

		Часть ИУС		
		АС	ПС	ИУС в целом
Критичность	Not-CrOTS	–	ISO/IEC 12207 ISO/IEC TR 15271 ISO/IEC 14598-4 IEEE 1012	–
	CrOTS	EPRI TR-106439	IEC 60880-2 IAEA NS-G-1.1 NUREG/CR-6421	IEC 61513 NUREG-0800 НП 306.5.02/3.035-2000

– ISO/IEC 14598-4:1999. Software Engineering – Product Evaluation – Part 4: Process for acquirers (Программная инженерия – Оценка продукта – Часть 4: Процессы для покупателей);

– IEEE 1012. IEEE Standard for Software Verification and Validation (Стандарт по верификации и валидации программного обеспечения);

б) аппаратные OTS-продукты – данная ячейка классификационной матрицы не заполнена, так как все аппаратные изделия по существу являются OTS-продуктами и к этой категории следует отнести все промышленные стандарты, относящиеся к применению АС;

в) ИУС в целом – данная ячейка классификационной матрицы не заполнена, так как системные аспекты применения некритических OTS-продуктов определяются стандартами для АС и ПС.

2. Стандарты по применению OTS для критических приложений (на примере ИУС АЭС):

а) программные OTS-продукты:

– IEC 60880-2:2000. Software for computers important to safety for nuclear power plants – Part 2: Software aspects of defense against common cause failures, use of software tools and of pre-developed software. (Программное обеспечение для компьютеров важных, для безопасности АЭС – Часть 2: Программные аспекты защиты от отказов по общей причине, использование инструментальных средств и ранее разработанного программного обеспечения);

– IAEA NS-G-1.1. 2000. Software for Computer Based Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants. Safety Guide (Программное

обеспечение для компьютерных систем, важных для безопасности АЭС. Руководство по безопасности);

– NUREG/CR-6421. 1996. A Proposed Acceptance Process for Commercial Off-the-Shelf (COTS) Software in Reactor Applications (Предложенный процесс принятия коммерческого (COTS) программного обеспечения в приложениях для реакторов);

б) аппаратные OTS-продукты:

– EPRI Topical Report TR-106439. 1996. Guideline on Evaluation and Acceptance of Commercial Grade Digital Equipment for Nuclear Safety Applications (Руководство по оценке и принятию коммерческого цифрового оборудования для приложений по ядерной безопасности);

в) ИУС в целом:

– IEC 61513:2001. Nuclear power plants – Instrumentation and control for systems important to safety – General requirements for systems. (АЭС – ИУС, важные для безопасности – Общие требования к системам);

– NUREG-0800. Standard Review Plan. Section 7.0. Instrumentation and Controls – Overview of Review Process. Rev. 4. 1997 (Стандартный план экспертизы. Раздел 7.0. ИУС – Обзор процесса экспертизы);

– НП 306.5.02/3.035-2000. Требования по ядерной и радиационной безопасности к информационным и управляющим системам, важным для безопасности атомных станций (нормативный документ Украины).

**Элементы методики профилирования.** Таким образом, для выбора набора стандартов (нормативного профиля), необходимого для разработки КСУ с использованием OTS-продуктов следует:

1) определить, какие именно виды OTS-продуктов войдут в состав разрабатываемой системы (согласно классификации, рис. 1);

2) на основании полученных классификационных признаков в таблице 1 (или аналогичной таблице для другой предметной области) выбрать подмножество стандартов, которое сформирует профилеобразующую базу. Такое подмножество является, по-существу, нормативным профилем для рассматриваемой предметной области;

3) сформировать нормативный профиль для конкретного проекта с учетом его специфики. Этот профиль представляет собой выбранные из стандартов, включенных в ПОБ, общие требования к проекту.

**Выводы.** В результате проведенного анализа получена классификационная схема для OTS-продуктов, которая позволяет систематизировать их в зависимости от критичности, коммерческой доступности и технологии применения. Проведенная систематизация стандартов позволила выработать подход к выбору базового множества нормативных

требований (профилированию) в зависимости от критичности КСУ и от того, какая ее часть (АС, ПС или система в целом) реализуется разработчиком. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку системы метрик и критериев для оценки соответствия OTS-продуктов требованиям к качеству, безопасности и надежности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Popov P., Strigini L., Riddle S., Romanovsky A. *Protective Wrapping of OTS components // Proc. of the 4th Workshop on Component-Based Software Engineering.* – Toronto, Canada. – 2001. – P. 32 – 35.
2. Popov P., Riddle S., Romanovsky A., Strigini L. *On Systematic Design of Protectors for Employing OTS Items // Proc. of the 27th Euromicro conference.* – Warsaw, Poland. – 2001. – P. 22 – 29.
3. Littlewood B., Strigini L. *A discussion of practices for enhancing diversity in software designs. Diverse Software Project (DISPO) Report.* – London: Centre for Software Reliability, City University, 2000. – 55 p.
4. DeBusk B. *Managing the Reliability of COTS-based Military Systems // Proc. of the Annual Reliability and Maintainability Symposium.* – Anaheim, CA USA. – 1998. – P. 394 – 400.
5. Мейер Б. *Построение надежного объектно-ориентированного программного обеспечения: Введение в контрактное проектирование // Открытые системы.* – 1998. – № 6. – С. 27 – 36.
6. Харченко В.С., Харченко К.В. *COTS- и CrOTS-подходы к повышению эффективности критических и коммерческих IT-проектов // Системы обработки информации.* – X.: НАНУ, ПАИМ, ХВУ, 2002. – № 2(18). – С. 252 – 258.

Поступила 20.03.2003

**ХАРЧЕНКО Вячеслав Сергеевич**, доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой компьютерных систем и сетей НАКУ им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”. Область научных интересов – надежность, живучесть и безопасность компьютерных систем управления критического применения, технологии их проектирования, моделирования и экспертизы.

**СКЛЯР Владимир Владимирович**, канд. техн. наук, старший научный сотрудник Государственного научно-технического центра ядерной и радиационной безопасности. В 1992 году окончил Харьковское ВВКИУ РВ. Область научных интересов – методы оценки и обеспечения отказоустойчивости аппаратных и программных средств компьютерных систем управления.

**КОЖЕМЯЧЕНКО Владислав Геннадиевич**, бакалавр, магистрант НАКУ им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, специальность – компьютерные системы и сети. Область научных интересов – технологии применения OTS (Off The Shelf) продуктов в системах критического использования.