

# Опыт работы ИСП РАН с открытыми стандартами

*Институт системного программирования  
Российской академии наук (ИСП РАН) \**

ИСП РАН имеет большой опыт работы с международными стандартами для различных видов программных систем. Стандарты, с которыми работают в ИСП РАН, представляют собой структурированное, однозначное и полное описание системы взаимодействия программной системы с окружением. Взаимодействие может осуществляться посредством программных интерфейсов, обменов сообщениями по протоколам, обработкой потоковых данных или программ на языках высокого уровня. В проектах ИСП РАН были задействованы различные виды открытых<sup>1</sup>, частично открытых и закрытых стандартов (выделены курсивом):

- спецификации программных интерфейсов: POSIX [1], Linux Standard Base [2], *ARINC* [3];
- спецификации языков программирования: C [4], C++ [5], Java [6], C# [7], TTCN-3 [8];
- спецификации аудио-визуальных систем: *MPEG-2* [9], *MPEG-4* [10], *MPEG-21* [11];
- спецификации телекоммуникационных протоколов – стек TCP/IP/IPv6 [12-14]);
- спецификации протоколов защиты (IPsec [15, 16], *MPEG -2 IPMP* [9]).

## **Разработка тестовых наборов для проверки соответствия**

Исторически первые работы с открытыми стандартами заключались в разработке тестовых наборов для тестирования соответствия реализаций стандартам. В ИСП РАН разработана технология UniTESK [17] и набор инструментальных средств для упрощения разработки таких тестовых наборов.

---

<sup>1</sup> Открытые стандарты объединяют вокруг себя открытое сообщество специалистов, которые согласованно работают над улучшением стандартов. В открытости такого сообщества заключается основное отличие открытых стандартов от закрытых – последние также разрабатываются сообществами специалистов, но такие сообщества являются замкнутыми и войти в них «человеку со стороны», как правило, не просто. Открытые стандарты обладают следующими свойствами:

1. Процесс обсуждения и обновления стандарта публичен – ведутся конференции или поддерживаются списки рассылки, в которых все желающие могут опубликовать свои соображения о содержании стандарта.
2. Доступ к тексту стандарта и сопутствующим материалам, таким как проекты стандарта и обсуждениям, свободен; на него не накладываются ограничения, в частности, финансового характера.

Бывают случаи смешанных стандартов, процессы разработки которых удовлетворяют части требований к открытости стандарта.

Процесс разработки таких тестовых наборов в технологии UniTESK состоит из нескольких этапов:

1. анализ стандарта и выделение функциональных требований;
2. представление функциональных требований в формальном виде на одном из языков формальных описаний;
3. разработка тестовых сценариев для автоматизированной проверки соответствия реализации формальной спецификации требований;
4. прогон тестов и построение отчетов о проведенном тестировании.

Отличительная черта технологии UniTESK, разработанной в ИСП РАН, заключается в использовании формальных моделей стандарта и автоматической генерации тестовых данных для проверки поведения реализации. Большинство современных стандартов написаны на естественном языке (английском) и практически не используют формальные методы для записи требований. Для автоматизации тестирования такого представления требований недостаточно, поэтому при разработке тестового набора создается формальная модель стандарта, которая представляет собой однозначную и точную запись положений стандарта на языке, поддерживающем машинную обработку.

С 2000-го года в ИСП РАН ведутся работы по разработке тестовых наборов для протоколов из стека Интернет-протокола нового поколения, включая собственно протокол IPv6 и ряд служебных инфраструктурных протоколов: Mobile IPv6, IP security (IPsec). Полученные тестовые наборы применялись для тестирования коммерческих и открытых реализаций IPv6.

В 2005 году институт инициировал работы по созданию тестового набора для стандарта POSIX. Изначально POSIX разрабатывался в закрытом режиме, но в конце 90-х годов сообщество POSIX стал открытым стандартом, была организована группа Austin, курирующая работы по развитию стандарта. В ходе работ над тестовым набором поддерживался контакт с разработчиками стандарта, в Austin Group были переданы отчеты о выявленных ошибках в стандарте и предложения по его улучшению. Разработанный тестовый набор использовался для верификации ОС реального времени, а в настоящее время тестовый набор включен в состав официального тестового набора для ОС Linux.

В настоящее время в ИСП РАН ведет работы по созданию и поддержке сертифицирующего тестового набора для Linux standard Base [18]. Данная работа проводится в тесной кооперации с Linux Foundation – официальным разработчиком стандартов для Linux.

В 2006 году в ИСП РАН начаты работы по созданию комплекта тестов для ARINC-653. Комплект тестов покрывает требования соответствия, изложенные в третьей части стандарта и покрывает значительную часть функциональных требований стандарта. Тестовый набор использовался для тестирования ОС реального времени для авиационных приложений.

## ***Анализ и улучшение стандартов***

Построение формальной модели стандарта позволяет провести очень глубокий анализ положений стандарта. В ходе такого анализа, как правило, выявляются неоднозначности, противоречия, неполнота описания, а в отдельных случаях даже ошибки.

В ходе работ по созданию тестового набора для POSIX был проведен тщательный анализ стандарта. В результате в Austin Group были переданы сообщения 25 обнаруженных дефектов стандарта. Были выявлены ошибки в описаниях функций (например, некоторые константы используются, но нигде не определены), противоречия в между описаниями нескольких функций, опечатки.

В ходе работ над стандартом LSB были выявлены 44 дефекта. Как и в случае с POSIX, были обнаружены ошибки в описаниях, противоречия и опечатки.

Специализированные работы по анализу требований проводились для проекта стандарта защиты данных в аудио-видео потоках MPEG-2 IPMP. Цель анализа – выявить положения стандарта, которые могли нарушить совместимость между корректными реализациями. В ходе работ были выявлены более 40 дефектов стандарта, в том числе серьезные ошибки, ведущие к нарушению совместимости между реализациями.

### ***Разработка инфраструктуры для процесса стандартизации***

В 2007 году ИСП РАН по заказу Linux Foundation разработал программный комплекс для поддержки процесса разработки LSB. Программный комплекс включает в себя [навигатор по базе данных стандарта](#) и веб-интерфейс к системе [автоматизированной сертификации LSB-совместимости](#).

Навигатор по базе данных предоставляет три вида сервисов:

1. Навигация по элементам стандарта LSB: функциям, компонентам, заголовочным файлам, библиотекам и т.п.
2. Навигация по дистрибутивам линукса и приложениям; навигатор предоставляет информацию по составу библиотек и заголовочных файлов, которые входят в дистрибутив или используются в приложениях.
3. Поддержка процесса разработки LSB: доступ к тексту стандарта, тестам, покрытию, статистическим данным.

Навигатор активно используется в повседневной работе Linux Foundation.

Автоматизированная система сертификации включает в себя систему регистрации на сайте, комплект тестов для дистрибутивов и приложений, и автоматизированная система аудита результата. К настоящему времени сертификацию прошли более 40 дистрибутивов Linux.

### ***Разработка реализации стандарта***

Для ряда стандартов в ИСП РАН были созданы реализации. Прежде всего это относится к стандартам языков программирования: в ИСП РАН разработаны реализации для языков C/C++, Java, C#, TTCN-3. Кроме того разрабатывались прототипные реализации для ряда стандартов Интернета и подмножества MPEG-2.

### ***Сотрудничество с международными органами стандартизации***

В работе над стандартами ИСП РАН контактировал с различными организациями, которые отвечают за разработку и поддержку соответствующих стандартов. Часть из этих организаций представляют собой открытые сообщества, а часть – закрытые, для участия в которых необходимо предпринимать специальные формальные шаги. Некоторые из организаций используют смешанные стратегии работы. Например, они могут быть закрытыми в плане принятия новых членов, но открытыми для подачи предложений и обсуждений обновлений стандарта.

Следующий список является не полным перечнем стандартизирующих организаций, с которыми взаимодействовал ИСП РАН:

1. Internet Engineering Task Force (IETF): стандарты протоколов Интернета, открытое сообщество;
2. OpenGroup: стандарты POSIX, открытое сообщество;
3. The Linux Foundation: Linux Standard Base, открытое сообщество;
4. European Telecommunication Standards Institute (ETSI): методология тестирования и язык TTCN-3, частично открытое сообщество.
5. правительство КНР: стандартизация MPEG-2 и стандарта защиты MPEG-2 IPMP, закрытое сообщество.

**Таблица 1.** Сводная таблица по работам ИСП РАН над открытыми и закрытыми стандартами.

	спецификации программных интерфейсов	спецификации языков программирования	спецификации аудио-визуальных систем	спецификации телекоммуникационных протоколов	спецификации протоколов защиты
	POSIX, Linux, ARINC, JDK	C, C++, Java, C#, TTCN-3	MPEG-2, MPEG-4, MPEG-21	TCP/IPv4 /IPv6	IPsec, IPsec v2, IPMP
Анализ требований.	✓	✓	✓	✓	✓
Улучшение стандарта.	POSIX LSB				IPMP
Разработка тестовых наборов.	✓	C, Java	MPEG-2 IPMP	✓	✓
Разработка инфраструктуры.	LSB				
Разработка прототипа или реализации стандарта.		C, C#, Java		IPv6 Transitioning	IPMP

### **Список литературы**

1. ISO/IEC 9945. Information technology -- Portable Operating System Interface (POSIX). Geneva, Switzerland.
2. The Linux Foundation. Linux Standard Base. [HTML] (<http://www.linuxbase.org/>)
3. ARINC-653. Avionics Application Software Standard Interface.

4. ISO/IEC 9899. Programming Languages — C. Geneva, Switzerland. 2003.
5. ISO/IEC 14882. Programming Languages — C++. Geneva, Switzerland. 1999.
6. Java Language Specification. Sun Microsystems. 2000. [HTML] ([http://java.sun.com/docs/books/jls/second\\_edition/html/intro.doc.html](http://java.sun.com/docs/books/jls/second_edition/html/intro.doc.html))
7. ISO/IEC 23270. Information technology — Programming languages — C#.
8. ETSI ES 201 873. Methods for Testing and Specification (MTS); The Testing and Test Control Notation version 3.
9. ISO/IEC 13818. Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information. Geneva, Switzerland.
10. ISO/IEC 14496. Information technology – Coding of audio-visual objects. Geneva, Switzerland.
11. ISO/IEC Technical Report 21000. Information technology – Multimedia framework (MPEG-21). Geneva, Switzerland. 2004.
12. IETF RFC 791. J. Postel. Internet Protocol. IETF, 1981. [TXT] (<http://www.ietf.org/rfc/rfc791.txt>).
13. IETF RFC 2460. S. Deering, R. Hinden. Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. December 1998. 39 с. [TXT] (<http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>).
14. IETF RFC 793. J. Postel. Transmission Control Protocol. IETF, 1981. 85 с. [TXT] (<http://www.ietf.org/rfc/rfc0793.txt>)
15. IETF RFC 2401. S. Kent, R. Atkinson. Security Architecture for the Internet Protocol. November 1998. 66 с. [TXT] (<http://www.ietf.org/rfc/rfc2401.txt>)
16. IETF RFC 4301. S. Kent, K. Seo. Security Architecture for the Internet Protocol. December 2005. 101 с. [TXT] (<http://www.ietf.org/rfc/rfc2401.txt>)
17. Баранцев А.В., Бурдонов И.Б., Демаков А.В., Зеленев С.В., Косачев А.С., Кулямин В.В., Омельченко В.А., Пакулин Н.В., Петренко А.К., Хорошилов А.В. Подход UniTesK к разработке тестов: достижения и перспективы. // Труды ИСП РАН, №5, 2004. [HTML] (<http://www.citforum.ru/SE/testing/unitesk>).
18. Центр верификации ОС Линукс. [HTML] (<http://linuxtesting.org/>)