

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ В КОСМОС

THEORY AND PRACTICE OF HUMAN SPACE FLIGHTS

УДК 004.451

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПЕРЕХОДА НА РОССИЙСКОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ

В.С. Бартош, Д.В. Огородников

В.С. Бартош (ФГБУН Институт автоматизации и электротехники СО РАН)
Д.В. Огородников (ООО «СофтЛаб-НСК»)

В статье приведен список отечественных операционных систем, включенных в реестр российского программного обеспечения, подробно рассмотрены наиболее актуальные из них, составлен список проблем, возникающих при осуществлении перехода на отечественные операционные системы, и приведен набор решений для каждой из них.

Ключевые слова: отечественные операционные системы, переход на отечественные операционные системы

Current Issues and Solutions for Transition on the Russian Software in Cosmonaut Training Technical Facilities. V.S. Bartosh, D.V. Ogorodnikov

The paper lists domestic operating systems included in the Russian Software Registry, gives the most topical of them, specifies the issues of the transition to the domestic software, and ways to solve them.

Keywords: domestic software, transition to domestic operating systems

В июне 2015 г. был принят закон о создании реестра отечественного программного обеспечения (ПО) ¹, а в 2017 г. принята программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (далее Программа) ². В документе было указано, что приоритет в использовании ПО органами государственной власти

¹ Федеральный закон принят Государственной Думой 19 июня 2015 года и одобрен Советом Федерации 24 июня 2015 года // Президент России: [официальный сайт]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/39838?ysclid=mljdlxr0jc739381019> (дата обращения: 12.02.2025).

² Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р // Портал Правительства России. – URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 12.02.2025).

и компаниями с госучастием должен быть отдан отечественным программным решениям. Согласно плану Программы к 2024 г. доля отечественного софта в госструктурах должна превышать 90 %, а в госкомпаниях – 70 %. В 2023 г. доля отечественного ПО в закупках госкорпораций и компаний с госучастием составила 65 %, а на конец 2024 г., согласно данным Минцифры, уровень достижения показателей и результатов составил 99,50 %.

В связи с началом реализации Программы с 2018 г. стали актуальными следующие вопросы при разработке ПО для технических средств подготовки космонавтов (ТСПК):

- осуществление перехода с операционных систем (ОС) Windows на российские ОС семейства Linux [1, 2];
- выполнение разработки специального ПО (СПО) из состава ТСПК с использованием отечественных программных средств.

Для проведения дальнейшего анализа удобно использовать следующее деление ПО на три уровня:

- верхний – разработка СПО (приложений);
- средний – прикладные библиотеки (обеспечивают решение определенных задач, востребованных в СПО);
- нижний – ОС и системные библиотеки (обеспечивают связь с устройствами).

На верхнем уровне находятся приложения, имеющие оконный графический интерфейс, при помощи которого конечный пользователь осуществляет свою работу. Примеры: СПО вычислительной системы (СПО ВС) и СПО системы компьютерной генерации изображений (СКГИ).

На среднем уровне находятся прикладные библиотеки, которые обеспечивают выполнение специализированных задач для СПО, таких как:

- работа с базами данных;
- обработка информации (изображения, таблицы, графики и др. файлы);
- выполнение расчетов;
- взаимодействие с другими изделиями;
- 2D- и 3D-графика (важнейшее ПО среднего уровня, называемое «графический движок» или ядро визуализирующей системы (ЯВС), основной задачей которого является визуализация двумерной и трехмерной компьютерной графики).

На нижнем уровне расположена ОС и набор низкоуровневых библиотек для связи с разнообразными устройствами:

- видеокарты посредством графического интерфейса (DirectX, OpenGL и Vulkan);
- устройствами ввода/вывода звука;
- устройствами ввода (клавиатура, мышь, джойстик, сенсорный экран и др. устройства);
- сетевой картой;

– файловой системой.

Некоторые из этих библиотек поставляются вместе с ОС, остальные устанавливаются дополнительно, чаще всего в составе драйверов соответствующих устройств.

Поскольку ОС расположена на нижнем уровне, сложно переоценить ее значимость. ОС влияет на дальнейший выбор ЯВС и прикладных библиотек и в конечном итоге влияет на процесс разработки и модернизации СПО ТСПК. Далее в качестве альтернативы ОС Windows будет рассмотрена ОС Linux и российские ОС, созданные на ее основе.

Linux – семейство UNIX-подобных ОС на базе ядра Linux, как правило, бесплатных и с открытым исходным кодом. Стандартизацией и продвижением ОС Linux занимается некоммерческий консорциум the Linux Foundation.

Долгое время открытость программного кода ОС Linux оставалась единственным фактором, делавшим данную ОС привлекательной для разработчиков прикладного ПО. Однако со временем разнообразие ПО, адаптированного под ОС Linux, достигло некоторой «критической массы», и ситуация изменилась. По мере того как Linux становилась де-факто стандартом в мире ОС семейства UNIX, все больше программистов разрабатывали прикладное и системное ПО, предназначенное для работы под ее управлением, а компоненты ОС подвергались все более тщательному тестированию и оптимизации. Начиная с какого-то момента нарастание популярности Linux стало самоподдерживающимся процессом, и в настоящее время эти ОС составляют более 90 % ОС семейства UNIX.

ОС Linux была впервые выпущена в 1991 г. (ОС Windows – в 1985 г.), она работает на множестве процессоров различных архитектур, включая x86, x86-64, ARM, MIPS, PowerPC, SPARC. Используется как для серверных и настольных решений, так и для мобильных платформ и встраиваемых систем. Существует поддержка оконного интерфейса (X Window System) и, как правило, есть поддержка 3D (OpenGL, Vulkan).

Существует термин «дистрибутив Linux» – ОС на основе исходного кода Linux, как правило, разрабатывается полноценной командой, однако есть дистрибутивы Linux, которые разрабатываются одним человеком.

В настоящий момент существует около 600 дистрибутивов Linux, из них около 500 активно поддерживаются. Чаще всего дистрибутив Linux создается на основе другого (базового) дистрибутива. Так, двумя наиболее часто используемыми в качестве базовых дистрибутивов можно назвать Red Hat Linux и Debian. На Red Hat Linux основано несколько следующих популярных дистрибутивов: Red Hat Enterprise Linux (RHEL), Fedora, CentOS, Mandriva. На Debian также базируется несколько дистрибутивов, самым популярным из которых является Ubuntu. Так как семейство ОС Linux можно представить в виде структуры «дерево», то указанные выше дистрибутивы являются базовыми уже для более обширного количества других дистрибутивов, каждый из которых представляет собой ОС с ядром ОС Linux (рис. 1).

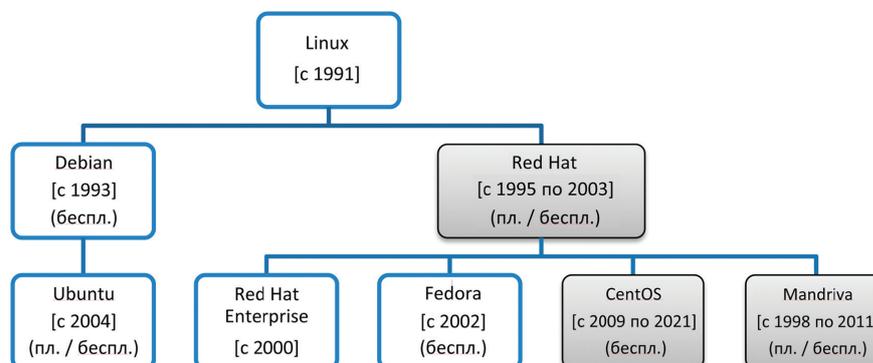


Рис. 1. Основные дистрибутивы Linux

Российские ОС семейства Linux имеют разную степень проработки и наполненности, однако все они основаны на указанных выше базовых дистрибутивах RHEL и Debian.

Сегодня существует более 20 отечественных ОС, созданных на основе ядра ОС Linux. Далее будет приведена краткая история успешного внедрения в госсекторе российских ОС задолго до появления Программы, затем будет представлен список актуальных российских ОС и проанализированы наиболее популярные из них в контексте осуществления перехода на российское ПО в ТСПК.

В начале 2000-х гг. самой защищенной на тот момент российской ОС семейства Linux являлась Мобильная система Вооруженных сил (МСВС), разработанная по заказу Минобороны России Всероссийским научно-исследовательским институтом автоматизации управления в непромышленной сфере (ВНИИНС) на основе ОС RHEL. Первый выпуск МСВС состоялся 21 мая 1999 г. В 2002 г. ОС МСВС версии 3.0 была принята на снабжение Вооруженных сил. На протяжении многих лет она широко применялась в самых различных компьютерных системах военного и двойного назначения. Существует две конфигурации: «Сервер» и «Рабочая станция». Поддерживаемые архитектуры процессоров: x86, x86_64, Эльбрус. Текущая на сегодняшний день версия МСВС 5.0, сертифицированная в 2011 г., содержит ядро Linux версии 2.6. Существуют две ветки системы: МСВС 3.0 – 32-разрядная версия с ядром 2.4 и МСВС 5.0 – 64-разрядная версия с ядром 2.6. Дистрибутив предлагает два оконных менеджера – KWin (среда KDE) и Mutter (среда GNOME).

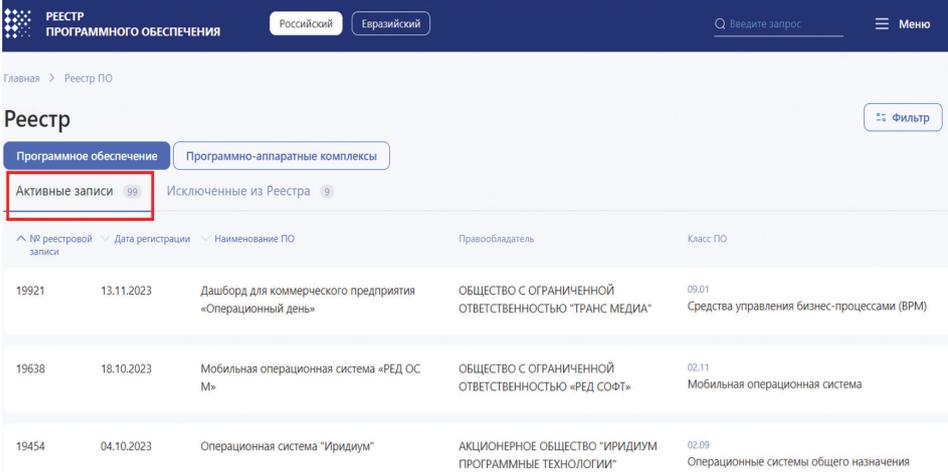
В 2013 г. АО «Центральный научно-исследовательский институт экономики информатики и систем управления» (ЦНИИ ЭИСУ) разработал ОС «Заря» по заказу Минобороны России. Данная система основана на ОС CentOS Linux. Поддерживает архитектуры следующих процессоров: x86, x86_64, ARM, PowerPC. Помимо стандартных конфигураций «Сервер» и «Рабочая станция» существует конфигурация работы в режиме реального времени.

В 2013 и 2014 гг. компанией «РЕД СОФТ» по заказу Федеральной службы судебных приставов Российской Федерации (ФССП РФ) разработана ОС «ГосЛинукс», основанная на ОС CentOS, которая в свою очередь создана из исходного кода ОС RHEL. ОС «ГосЛинукс» может быть установлена в двух конфигурациях: «Сервер» и «Рабочая станция». Поддерживает архитектуры процессоров: x86, x86_64. В 2015 г. была установлена на 8300 компьютерах ФССП в 70 субъектах РФ, в 2016 г. функционировала уже на 16 000 компьютерах из 50 000, на момент 2021 г. установлена на 39 500 из 61 630. Текущая версия ядра Linux – 3.10. Дистрибутивы доступны на сайте ФССП.

Для организаций, которым предстоит осуществить переход на российское ПО, первым делом необходимо выяснить какие на текущий момент существуют российские ОС. Для этого нужно обратиться к реестру отечественного ПО, которое доступно на сайте Минцифры РФ. Так, для получения списка актуальных российских ОС следует воспользоваться следующим алгоритмом действий:

– открыть страницу реестра ПО на сайте Минцифры РФ по ссылке https://reestr.digital.gov.ru/reestr/?tab=registry_active&PROD_NAME=операционн;

- на экране появится список, аналогичный рис. 2;
- выгрузить в файл таблицу со списком;
- удалить неподходящие строки:
 - с ПО (не является ОС);
 - встраиваемыми ОС (мобильные терминалы, кассовые аппараты, контрольно-пропускные системы и пр.);
 - мобильными ОС;
 - ОС реального времени.



The screenshot shows the website 'РЕЕСТР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ' (Registry of Software Protection). The page is in Russian and displays a table of active records. The table has columns for '№ реестровой записи' (Registry Record Number), 'Дата регистрации' (Registration Date), 'Наименование ПО' (Software Name), 'Правообладатель' (Rights Holder), and 'Класс ПО' (Software Class). Three records are visible in the table.

№ реестровой записи	Дата регистрации	Наименование ПО	Правообладатель	Класс ПО
19921	13.11.2023	Дашборд для коммерческого предприятия «Операционный день»	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ТРАНС МЕДИА»	09.01 Средства управления бизнес-процессами (BPM)
19638	18.10.2023	Мобильная операционная система «РЕД ОС М»	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «РЕД СОФТ»	02.11 Мобильная операционная система
19454	04.10.2023	Операционная система «Иридиум»	АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ИРИДИУМ ПРОГРАММНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	02.09 Операционные системы общего назначения

Рис. 2. Скриншот страницы с реестром российского ПО

В табл. 1 приведен список отечественных ОС, среди них выделены четыре (Astra [3], Альт [4], РЕД ОС [5], РОСА), которые лидируют на рынке по количеству установок лицензионных копий, таким образом являются наиболее востребованными сегодня и заслуживают более подробного рассмотрения [6–8].

Таблица 1

Список отечественных ОС

Astra Linux	Axiom Linux	QP ОС
TeNIX Workstation	UBLinux	АИС ФССП России
Альт	Арамид	Атлант
Иридиум	ИСКРА	Лотос
Основа	РЕД ОС	РОСА
Синергия 1.0	СинтезМ	СПО Супер-ЭВМ
Стрелец	Циркон 37К	Эльбрус

Семейство отечественных ОС ROSA Linux производится с 2010 г. ООО «НТЦ ИТ РОСА» на основе ОС Mandriva Linux (на базе ОС Red Hat Linux), являясь в настоящее время последней поддерживаемой ее ветвью. ОС поставляется в стандартных конфигурациях «Сервер» и «Рабочая станция», кроме того, есть конфигурация «Платформа виртуализации» для развертывания виртуализованного центра обработки данных (ЦОД). Поддерживает архитектуры процессоров: x86, x86_64. Текущие сборки ОС ROSA Linux содержат ядро Linux версии 6.12.

В 2008 г. началась разработка ОС Astra Linux в АО «НПО РусБИТех» на основе ОС Debian – одного из популярных дистрибутивов Linux, на котором базируется разработка ОС Ubuntu, также хорошо известной и широко используемой в мире. В 2013 г. Astra Linux была принята на снабжение Минобороны РФ. Она может быть установлена в нескольких конфигурациях: «Сервер», «Рабочая станция», «Платформа виртуализации», «Встраиваемый компьютер», «Мобильное устройство». Поддерживает архитектуры процессоров: x86_64, ARM, PowerPC, Эльбрус. Текущая версия ядра Linux – 6.1. За 2020 г. поставлено 300 000 шт. в различные отечественные организации, а совокупный объем используемых на данный момент дистрибутивов превысил 2 млн шт.

Разработка ОС ALT Linux ведется с 1999 г. сначала в ООО «Альт Линукс», а с 2015 г. той же командой разработчиков в составе ООО «Базальт СПО». За основу был взят дистрибутив ОС Mandriva Linux (на базе ОС Red Hat Linux). За долгие годы разработки ОС ALT Linux стала отдельной ветвью развития Linux. ОС поставляется в конфигурациях «Сервер» и «Рабочая станция». Поддерживает архитектуры процессоров: x86, x86_64, ARM, Эльбрус. Текущая версия ядра Linux – 6.8. За 2020 г. поставлено 110 000 шт., а совокупный объем на текущий момент оценивается около 1 млн шт.

Компания ООО «РЕД СОФТ» после окончания разработки ОС «ГосЛинукс» в 2013 г. приступила к разработке дистрибутива Linux под собственным названием, не связанным с конкретным заказчиком – РЕД ОС. Базовым дистрибутивом являлся ОС RHEL, тот же, что и при разработке ОС «ГосЛинукс». РЕД ОС может быть установлена в двух конфигурациях: «Сервер» и «Рабочая станция». Поддерживает архитектуры процессоров: x86, x86_64, ARM. Текущая версия ядра Linux – 6.6. За 2020 г. поставлено 100 000 шт. в более 50 субъектов РФ, совокупный объем на текущий момент оценивается более 500 тыс шт. (рис. 3).

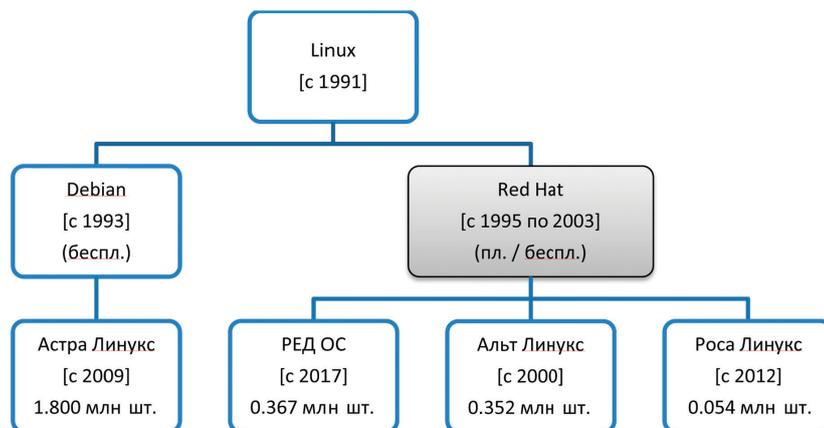


Рис. 3. Дерево российских ОС

Рассмотренные ОС имеют сертификаты, которые выданы Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК), Федеральной службой безопасности (ФСБ), Министерством обороны Российской Федерации (МО РФ) (табл. 2). Сертификаты подтверждают выполнение различных требований по защите информации, в том числе отсутствие недеklarированных возможностей (НДВ), защиту от несанкционированного доступа (НСД), соответствие оценочному уровню доверия (ОУД).

Таблица 2

Сравнение сертификатов российских ОС

ОС	Сертификат		
	ФСТЭК	ФСБ	МО РФ
Astra Linux	ИТ.ОС.А1.ПЗ ИТ.ОС.А2.ПЗ	НДВ 2-й уровень НСД 1Б	НДВ 1-й, 2-й уровни РДВ
РЕД ОС	ИТ.ОС.А4.ПЗ	НДВ 3-й уровень	есть
ALT Linux	ИТ.ОС.А4.ПЗ	класс АК3	НДВ 2-й уровень, НСД 3-й класс, РДВ
ROSA Linux	ИТ.ОС.А4.ПЗ	есть	НДВ 3-й уровень, НСД 4-й класс, РДВ

В качестве промежуточных выводов можно заключить, что, с одной стороны, сегодня присутствует здоровая конкуренция на отечественном рынке ОС, которая в положительном ключе влияет на динамику развития. С другой стороны, подобное многообразие ОС приводит к повышенным трудозатратам на решение проблем совместимости разрабатываемого СПО для промышленности, которое должно поддерживать такое обилие отечественных ОС. Далее по порядку рассмотрим актуальные проблемы при осуществлении перехода на российское ПО в ТСПК.

Рассмотрим проблемы, возникающие на нижнем уровне архитектуры – уровне ОС и системных библиотек.

Первая проблема – сколько различных отечественных ОС следует поддерживать в СПО ТСПК?

Если бюджет проекта либо опыт разработчиков позволяет обеспечить поддержку двух российских ОС, то следует выбрать две ОС, которые основаны на разных базовых дистрибутивах – Debian и Red Hat. Таким образом получится обеспечить наибольшую совместимость разрабатываемого СПО ТСПК между разными ОС, кроме того получится обеспечить максимальную защиту от случая ликвидации компании-разработчика конкретной ОС. Рекомендуется выбрать ОС Астра Линукс, основанную на дистрибутиве ОС Debian, и одну ОС, основанную на дистрибутиве ОС Red Hat.

Если не представляется возможным выделить ресурсы на поддержку двух разных ОС, то рекомендуется выбрать одну ОС, основанную на дистрибутиве ОС Red Hat (Альт, РЕД ОС, РОСА). В этом случае также будет обеспечена наибольшая совместимость между разными ОС и максимальная защита от случая ликвидации компании-разработчика конкретной ОС.

Вторая проблема – что делать при отсутствии драйверов каких-либо базовых устройств, например устройств ввода (джойстик, клавиатура, мышь, сенсорный экран) или вывода (видеокарта, аудиокарта)?

Поскольку каждая организация, которая участвует в разработке ТСПК, имеет компетенции в определенной области и, как правило, использует однотипное оборудование, то следует заранее позаботиться о решении данной проблемы, составив список этого оборудования. Причем рекомендуется не только убедиться в наличии требуемых драйверов на сайте производителя оборудования, но и осуществить закупку пробного комплекта оборудования, чтобы провести всеобъемлющее тестирование драйверов на практике.

Третья проблема – драйвера существуют, но работают некорректно или приводят к сбою в работе.

С этой проблемой уже сталкивались некоторые организации. Она часто встречается при работе с новым оборудованием (недавно выпущенным впервые), в частности с новыми сериями видеокарт. На практике производитель драйверов исправляет ошибки и сбои в работе драйверов в среднем через один год после выпуска первой версии.

Рекомендуется в связи с этим ответственно подходить к выбору нового оборудования и скорее отдавать предпочтение оборудованию со сходными характеристиками, но выпущенному с производства год назад и более.

Далее перейдем к среднему уровню архитектуры – уровню прикладных библиотек.

Четвертая проблема – разработчики СПО ТСПК ранее в своей работе использовали прикладные библиотеки, которые совместимы с ОС Windows, но не имеют локализации на ОС Linux, в том числе российских ОС.

Следует выполнить поиск аналогов требуемых прикладных библиотек, но имеющих локализацию на ОС Linux, причем следует отдать предпочтение библиотекам с доступным исходным кодом, чтобы иметь потенциальную возможность проведения отладки и доработки в случаях возникновения сбоев в работе библиотек. В виду большого разнообразия отечественных ОС будут возникать проблемы не только при работе прикладных библиотек на ОС, выбранной в качестве основной, но и при возможном переходе на другую отечественную ОС. В этом случае при использовании библиотек без доступного исходного кода придется заново подбирать аналог прикладной библиотеки, в то время как при наличии исходного кода достаточно было бы сначала локализовать проблему, затем исправить и провести тестирование.

Пятая проблема – разработчики СПО ТСПК используют программный интерфейс прикладной библиотеки, напрямую не скрывая вызовов конкретных функций библиотеки за специально разработанным программным интерфейсом. Соответственно, при вынужденной замене библиотеки в будущем потребуется найти все места вызова функций этой библиотеки в исходном коде СПО ТСПК и заменить вызовами новой библиотеки.

В качестве характерного примера можно привести переход на другую библиотеку 3D-графики: часто под ОС Windows используется библиотека DirectX, у которой нет реализации под Linux и российские ОС.

Если СПО ТСПК разрабатывается для нового (создаваемого) тренажера, то следует сразу создать промежуточный программный интерфейс, за которым необходимо скрыть конкретную прикладную библиотеку, например DirectX. Тогда при переходе на другую ОС достаточно будет создать еще одну реализацию специального программного интерфейса, например на основе OpenGL. Библиотека OpenGL поддерживает работу под ОС Windows и Linux и, казалось бы, ее следует сразу использовать для разработки СПО ТСПК без создания промежуточного программного интерфейса. Но если в будущем по каким-либо причинам потребуется осуществить переход на другую библиотеку 3D-графики, например Vulkan (доступна под ОС Windows и Linux), все равно рекомендуется потратить время на разработку и внедрение промежуточного программного интерфейса в исходный код СПО ТСПК.

Если СПО ТСПК уже существует и требуется осуществить переход с ОС Windows на Linux, то это представляет собой значительно более

серьезную задачу в плане трудозатрат. Необходимо найти все места в исходном коде, где осуществляется вызов уже используемой прикладной библиотеки, например `DirectX`. Затем следует заменить эти вызовы с использованием промежуточного программного интерфейса, за которым следует скрыть используемую прикладную библиотеку (`DirectX`). Далее следует реализовать промежуточный интерфейс на основе новой прикладной библиотеки (например, `OpenGL`) и провести тщательное тестирование на ОС `Windows`. Только после этого следует переходить к сборке и отладке исходного кода СПО ТСПК на ОС `Linux`, где также потребуется потратить время на отладку и доработку исходного кода.

Шестая проблема – не всегда удаётся изолировать исходный код использования конкретной прикладной библиотеки и скрыть его за промежуточным программным интерфейсом.

Характерным примером являются библиотеки отображения пользовательского интерфейса (2D-графика), на основе которых обычно разрабатываются интерфейсы управляющих приложений, в том числе для управления тренировками в ТСПК. Поскольку в ОС `Windows` и `Linux` используются библиотеки, построенные на разных принципах, то скрыть эти встроенные библиотеки за промежуточным программным интерфейсом не представляется возможным без потери быстродействия отклика интерфейса на действия пользователя, многообразия элементов интерфейса, количества параметров каждого элемента интерфейса, будь то параметры шрифта либо параметры полосы прокрутки для списка элементов.

На поверхности лежит первое решение – использовать разные библиотеки: одну для ОС `Windows`, другую для `Linux`. В этом случае при переходе на ОС `Linux` придется заново реализовать интерфейс пользователя, используя новую библиотеку, что на практике приведет к большим трудозатратам. Кроме того, поскольку существует несколько российских ОС, то вполне вероятно в будущем придется обеспечить поддержку еще одной отечественной ОС. Тогда, вполне вероятно, придется еще раз (заново) реализовать интерфейс пользователя, поскольку в ОС `Linux` встречаются две популярные библиотеки для отображения интерфейса пользователя – `GTK` и `Qt`, разработанные на их основе графические оболочки для самой ОС называются `GNOME` и `KDE`. Не все ОС семейства `Linux` изначально поддерживают обе оболочки.

Второе решение требует аналогичного количества трудозатрат – заново реализовать интерфейс пользователя при переводе приложения на ОС `Linux`. Однако предлагается сделать это один раз за счет использования библиотек, которые поддерживаются на большинстве ОС семейства `Linux`. Если целевое СПО, для которого требуется осуществить переход на ОС `Linux`, написано на языке `C++`, то в первую очередь следует рассмотреть библиотеку `Qt` в качестве основного кандидата для реализации интерфейса СПО. Однако также стоит рассмотреть различные решения для разработки пользовательского интерфейса на языке `C#`. Они обладают совместимостью с различными

ОС, быстродействием и в среднем более высокой скоростью разработки интерфейса, чем на языке C++.

Седьмая проблема – для уже работающего в составе тренажера оборудования не существует библиотек от производителя, позволяющих осуществить переход на другую ОС.

На практике часто можно столкнуться с тем, что для некоторого оборудования, которое является чем-то наподобие сложного устройства ввода, передающего входные данные в СПО ТСПК, существует библиотека для работы на ОС Windows x86, но нет подобной библиотеки для Windows x64, не говоря уже о переводе СПО на Linux. Эта проблема, как несколько описанных выше, относится к трудноразрешимым.

Сначала следует рассмотреть вопрос перевода СПО ТСПК с ОС Windows x86 на Windows x64. Обычно Windows x64 позволяет одновременно запускать приложения с разрядностью x64 и x86. Однако существует ограничение – приложения разрядностью x64 могут использовать во время своей работы только библиотеки разрядностью x64, приложения x86 – библиотеки x86.

Следует использовать следующий способ при переводе СПО ТСПК с архитектуры x86 на архитектуру x64: основная часть исходного кода СПО ТСПК переводится на архитектуру x64, а исходный код для работы с библиотекой x86 специализированного оборудования заключается в небольшое приложение на архитектуре x86. Итого получается два приложения: СПО ТСПК на архитектуре x64 и вспомогательное приложение для работы со специализированным оборудованием на x86. Наконец, остаётся реализовать, например, сетевое соединение между этими приложениями и осуществить по нему передачу необходимых данных. Сегодня существуют решения, которые позволяют передавать информацию из одного приложения в другое по сетевому соединению с задержкой 0,5–1,0 мс, то есть с достаточно высокой частотой – 1000 Гц. Кроме того, получается запустить оба приложения на одной персональной электронно-вычислительной машине (ПЭВМ), что исключит дополнительные задержки на передачу по сетевым кабелям между разными устройствами.

Аналогичным образом следует рассматривать перевод СПО ТСПК на Linux в случае отсутствия у какого-либо оборудования из состава тренажера библиотек для работы на Linux. Следует также получить два приложения: перевести основное СПО ТСПК на Linux, а вспомогательное (для работы с оборудованием) оставить на той ОС и архитектуре, для которой существуют библиотеки от производителя оборудования. Например, основное СПО ТСПК было переведено на Linux x64, а вспомогательное приложение осталось на Windows x86. Тогда следует установить каждое приложение на отдельную ПЭВМ: одна ПЭВМ – с Linux x64, другая – с Windows x86. Далее следует обеспечить, чтобы обе ПЭВМ находились в одной сети, например были подключены к одному сетевому коммутатору, и реализовать обмен

информацией по сети в обоих приложениях. За счет использования современных сетевых коммутаторов, работающих со скоростью 1 Гбит/с и выше, суммарная задержка всего тракта передачи составит всего несколько мс.

Выводы

1. Переход на российские ОС, обозначенный в программе «Цифровая экономика Российской Федерации» в 2017 г., сегодня является важным фактором, который необходимо учитывать при создании, модернизации и обеспечении работоспособности ТСПК.

2. В реестре российского ПО зарегистрировано более двадцати отечественных ОС, среди которых можно выделить четыре: Астра, Альт, РЕД ОС, РОСА, лидирующие по количеству установок лицензионных копий.

3. Рассмотрены актуальные проблемы перехода на российское ПО в ТСПК:

3.1. Какое количество различных российских ОС следует поддерживать в СПО ТСПК?

Решение: следует выбрать две ОС, которые основаны на разных базовых дистрибутивах ОС Linux – Debian и Red Hat.

3.2. Что делать при отсутствии драйверов каких-либо базовых устройств, например ввода или вывода?

Решение: заблаговременно составить список требуемого оборудования, выяснить у производителя вопрос о наличии драйверов для требуемых ОС, осуществить закупку пробной партии оборудования, выполнить проверку работоспособности драйверов, при наличии проблем совместимости осуществить поиск аналогов оборудования и провести закупку и проверку повторно.

3.3. Что делать в случае некорректной работы драйверов оборудования, приводящей к сбою?

Решение: Следует помнить, что в плане качества работы драйверов наиболее уязвимым является недавно выпущенное оборудование, поэтому при закупке предпочтение следует отдавать оборудованию, выпущенному год назад и более.

3.4. Что делать, если на российских ОС не работают прикладные библиотеки, которые разработчики СПО ТСПК ранее использовали при работе на ОС Windows?

Решение: следует выполнить поиск аналогов требуемых прикладных библиотек, но имеющих локализацию на российские ОС либо на ОС Linux, причём следует отдать предпочтение библиотекам с доступным исходным кодом, чтобы иметь потенциальную возможность проведения отладки и доработки в случаях возникновения сбоев в работе библиотек.

3.5. Как наиболее быстро и корректно осуществить процесс перехода от уже используемой прикладной библиотеки на ОС Windows к новой на российских ОС?

Решение: следует в исходном коде СПО ТСПК создать промежуточный программный интерфейс, за которым следует скрыть конкретную прикладную библиотеку на ОС Windows, затем следует выполнить реализацию этого промежуточного программного интерфейса с использованием новой прикладной библиотеки на российской ОС.

3.6. Что делать, если не удастся изолировать исходный код использования конкретной прикладной библиотеки на Windows и скрыть его за промежуточным программным интерфейсом с целью замены на библиотеку на российской ОС?

Решение: обеспечить в исходном коде СПО ТСПК использование обеих прикладных библиотек, причем уже существующую прикладную библиотеку использовать только для Windows, а новую – для российской ОС.

3.7. Что делать, если для уже работающего в составе тренажера оборудования не существует библиотек от производителя, позволяющих осуществить переход с Windows на российскую ОС?

Решение: следует выделить список прикладных библиотек, в отдельное СПО, которое поддерживает работу только на ОС Windows и запускать на ПЭВМ с Windows. Основной исходный код СПО ТСПК перевести на российскую ОС и запускать на ПЭВМ с российской ОС. Обеспечить передачу данных между СПО на двух разных ОС – Windows и российской, например по сетевому соединению.

С одной стороны, переход на российские ОС однозначно увеличивает трудоемкость при создании, модернизации и обеспечении работоспособности ТСПК. С другой стороны, этот переход в целом является осуществимым и позволяет значительно сократить использование импортного ПО. Вопрос заключается лишь в количестве дополнительно закупаемого оборудования, в изучении и интеграции новых прикладных библиотек, в требуемом объеме трудозатрат для доработки исходного кода СПО и для других сопутствующих работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулло, В.Г. Сравнение операционных систем: Mac OS, Linux, Windows / В.Г. Кулло, М.Ю. Похорукова // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития. – Кемерово: Центр научного развития «Большая книга», 2017. – С. 248–252.
2. Нешко, А.Н. Проблемы перевода военных образовательных организаций высшего образования войск национальной гвардии Российской Федерации на отечественное программное обеспечение // Академический вестник войск национальной гвардии Российской Федерации. – 2019. – № 1. – С. 28–31.
3. Володин, С.М. Внедрение в учебный процесс операционной системы Astra Linux, как эффективное решение программы импортозамещения / С.М. Володин, Е.В. Поколотина, Е.М. Баулин // Взаимодействие вузов, научных организаций и учреждений культуры в сфере защиты информации и технологий безопасности. – Москва: Федеральное государственное автономное образовательное

- учреждение высшего образования «Российский государственный гуманитарный университет», 2022. – С. 190–199.
4. Садриева, А.Ф. Отечественная операционная система «Альт Образование» – альтернатива дорогим зарубежным платформам // Яковлевские чтения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 04 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: Скифия-принт, 2022. – С. 119–121.
 5. Федотов, А.С. Новая российская операционная система «РЕД ОС» / А.С. Федотов, И.А. Шагапов // Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия. – Кемерово: Западно-Сибирский научный центр, 2019. – С. 31–34.
 6. Петрова, Г. Сравнение Астра Линукс и других российских операционных систем: плюсы и минусы // РБК Компании: Статьи о бизнесе. – URL: <https://companies.rbc.ru/useful/sravnenie-astra-linuks-i-drugih-rossijskih-operatsionnyh-sistem-plyusy-i-minusy/?ysclid=mfyxzmp5fo558594737/2024>. – Дата публикации: 25.12.2024.
 7. Воронин, И. Отечественные Линуксы: кто есть кто? // Блог компании Инфосистемы Джет. – URL: <https://habr.com/ru/companies/jetinfosystems/articles/662688/?ysclid=mfyxzgadi2328332132/2022>. – Дата публикации: 25.04.2022.
 8. Крупин, А. Made in Russia: обзор 20 российских операционных систем // Электронное периодическое издание «3ДНьюс». – 2025. – URL: <https://3dnews.ru/958857/made-in-russia-obzor20-rossijskih-operatsionnih-sistem?ysclid=mfyxzhkife422792716/2017>. – Дата публикации: 27. 09.2017.

REFERENCES

1. Kullo, V.G. Comparison of Operating Systems: Mac OS, Linux, Windows / V.G. Kullo, M.Yu. Pokhorukova // Science, Education, Society: Trends and Development Prospects. – Kemerovo: Scientific Development Center “Big Book”, Operating Systems, Transition to Domestic Operating Systems, 2017. – P. 248–252.
2. Neshko, A.N. Problems of Transferring Military Educational Institutions of Higher Education of the Troops of the National Guard of the Russian Federation to Domestic Software // Academic Bulletin of the Troops of the National Guard of the Russian Federation. – 2019. – No 1. – P. 28–31.
3. Volodin, S.M. Implementation of the Astra Linux Operating System in the Educational Process as an Effective Solution to the Import Substitution Program / S.M. Volodin, E.V. Pokolodina, E.M. Baulin // Interaction of Universities, Scientific Organizations and Cultural Institutions in the Field of Information Protection and Security Technologies. – Moscow: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Russian State Humanitarian University”. – 2022. – P. 190–199.
4. Sadrieva, A.F. Domestic Operating System “Alt Education” – an Alternative to Expensive Foreign Platforms // Yakovlev Readings: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, April 4, 2022. – Saint-Petersburg: Skifiya-print, 2022. – P. 119–121.
5. Fedotov, A.S. New Russian Operating System “RED OS” / A.S. Fedotov, I.A. Shagapov // Priorities of World Science: Experiment and Scientific Discussion. – Kemerovo: West Siberian Scientific Center. – 2019. – P. 31–34.

6. Petrova, G. Comparison of Astra Linux and other Russian Operating Systems: Pros and Cons // RBC Companies: Articles About Business. – URL: <https://companies.rbc.ru/useful/sravnenie-astra-linuks-i-drugih-rossijskih-operatsionnyh-sistem-plyusy-i-minusy/?ysclid=mfyxzmp5fo558594737/2024>. – Date of publication: 25.12.2024.
7. Voronin, I. Domestic Linuxes: Who is Who? / Jet Infosystem company blog. – URL: <https://habr.com/ru/companies/jetinfosystems/articles/662688/?ysclid=mfyxzgadi2328332132/2022>. – Date of publication: 25.04.2022.
8. Krupin, A. Made in Russia: A Review of 20 Russian Operating Systems // Electronic Periodical “3dnews”. – 2025. – URL: <https://3dnews.ru/958857/made-in-russia-obzor20-rossijskih-operatsionnih-sistem?ysclid=mfyxzhkife422792716/2017>. – Date of publication: 27. 09.2017.