

СИСТЕМЫ, СЕТИ И УСТРОЙСТВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

УДК 004.27

DOI: 10.34680/2076-8052.2025.1(139).82-90

Поступила в редакцию / Received 07.02.2025

ГРНТИ 50.33.29+50.33.03

Специальность ВАК 2.2.15.

Принята к публикации / Accepted 28.02.2025

Научная статья

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРХИТЕКТУР ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ В 2024 ГОДУ: АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ

Кулаков И. Ю., Андреев И. А., Петров Р. В.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (Великий Новгород, Россия)

Аннотация. Целью данной статьи является анализ данных по использованию операционных систем и выявления трендов в использовании архитектур операционных систем за 2024 год. Для анализа используются данные использования операционных систем за период октябрь 2023 – ноябрь 2024 г. Результатом является выявление основных трендов по использованию архитектур в указанный период. Результаты могут быть полезны для прогнозирования дальнейшего развития архитектур и трендов использования операционных систем в науке. Выявленные тренды могут быть полезны для прогнозирования дальнейшего развития архитектур и тенденций использования операционных систем в научных исследованиях, особенно в контексте развития искусственного интеллекта, где востребованы как высокопроизводительные гибридные архитектуры, так и гибкие системы с монолитным ядром и модульными принципами.

Ключевые слова: операционные системы, архитектуры операционных систем, статистика, разработка, гибридная архитектура, монолитное ядро, микроядро.

Для цитирования: Кулаков И. Ю., Андреев И. А., Петров Р. В. Использование архитектур операционных систем для персональных компьютеров в 2024 году: анализ статистики // Вестник НовГУ. 2025. 1 (139). 82–90. DOI: 10.34680/2076-8052.2025.1(139).82-90

Research Article

USING THE OPERATING SYSTEM ARCHITECTURES FOR PERSONAL COMPUTERS IN 2024: STATISTIC ANALYSES

Kulakov I. Yu., Andreev I. A., Petrov R. V.

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (Veliky Novgorod, Russia)

Abstract. The purpose of this paper is to analyze operating system usage data and identify major trends in the usage of operating system architectures for the year 2024. The data used for the analysis is operating system usage data for the period October 2023 – November 2024. The result is to identify the major trends in the usage of architectures in the mentioned period. The results can be useful for predicting the future development of architectures and trends of operating system usage in science. The identified trends can be useful for predicting the future development of architectures and trends in the use of operating systems in scientific research, especially in the context of the development of artificial intelligence, where both high-performance hybrid architectures and flexible systems with a monolithic kernel and modular principles are in demand.

Keywords: operating systems, operating system architectures, statistics, development, hybrid architecture, monolithic kernel, microkernels.

For citation: Kulakov I. Yu., Andreev I. A., Petrov R. V. Using the operating system architectures for personal computers in 2024: statistic analyses // Vestnik NovSU. 2025. 1 (139). 82–90. DOI: 10.34680/2076-8052.2025.1(139).82-90

Введение

В современном мире существует множество операционных систем и их архитектур для персональных компьютеров. Для отслеживания дальнейшего развития архитектур операционных систем необходимо следить за статистикой использования пользователями операционных систем и нынешних взглядов на их актуальность.

Термины и определения

Гибридная архитектура операционной системы – это архитектура операционной системы, которая сочетает элементы монолитного ядра и микроядра. В такой системе ядро включает в себя как компоненты, отвечающие за низкоуровневое управление аппаратными ресурсами (типично для монолитных ядер), так и механизмы взаимодействия между компонентами системы, характерные для микроядерных архитектур. Это позволяет достичь баланса между высокой производительностью и гибкостью системы, а также улучшить безопасность и стабильность.

Принципы модульности в архитектурах операционных системах – это концепция разработки операционной системы, при которой система делится на независимые компоненты или модули, каждый из которых выполняет свою определённую задачу. Модульность позволяет легко добавлять, заменять или удалять компоненты, обеспечивая гибкость, масштабируемость и удобство в обслуживании и развитии операционной системы. Модульные системы могут быть более устойчивыми к сбоям, поскольку неисправность одного компонента не влияет на другие части системы.

Контейнеризация – это метод упаковки, развертывания и запуска приложений в изолированных пространствах, называемых контейнерами. Каждый контейнер содержит все необходимое для работы приложения: код, системные инструменты, библиотеки и настройки. Контейнеры обеспечивают переносимость приложений между различными средами, такими как разработка, тестирование и продакшн, а также упрощают масштабирование и управление приложениями. Контейнеризация позволяет разработчикам создавать и развертывать приложения быстрее и эффективнее, обеспечивая согласованную работу приложений независимо от инфраструктуры.

Микроядра – это тип архитектуры операционной системы, где ядро выполняет минимально необходимые функции, такие как управление памятью, процессами и межпроцессное взаимодействие. Все остальные функциональные компоненты, например, файловая система, драйверы и сети, выполняются в пользовательском пространстве, как отдельные процессы. Такая архитектура обладает высокой устойчивостью, поскольку сбой в одном из компонентов не влияет на работу системы в целом, однако может страдать производительность из-за дополнительных затрат на взаимодействие между компонентами.

Монолитное ядро – это архитектура операционной системы, в которой ядро управляет всеми основными функциями системы, включая управление процессами, памятью, вводом-выводом, файловыми системами и устройствами. Все компоненты системы взаимодействуют внутри одного ядра, что позволяет достичь высокой производительности и тесной интеграции. Однако такая структура может быть менее гибкой и устойчивой к сбоям, поскольку ошибка в одном из компонентов может привести к сбою всей системы.

История архитектур операционных систем

История архитектур операционных систем – это история непрерывного поиска баланса между простотой, производительностью, надежностью и безопасностью. Путь от самых ранних, примитивных систем до сложных многоядерных операционных систем, которые мы используем сегодня, пролегает через несколько ключевых этапов, каждый из которых определялся технологическими возможностями и потребностями времени.

Самые первые операционные системы были невероятно простыми. Они представляли собой, по сути, программы-загрузчики, которые последовательно выполняли задачи, введенные пользователем. Здесь о какой-либо архитектуре говорить сложно, так как понятие «операционная система» было еще очень расплывчатым. Главной задачей было эффективное использование ограниченных ресурсов ранних компьютеров. В этих системах часто не было разделения памяти или процессов, что делало их крайне уязвимыми к ошибкам в программах.

С развитием вычислительной техники появились потребности в более сложных системах. В 1960-х годах начали формироваться концепции, которые позже определили основные архитектурные подходы. Возникла монолитная архитектура. В монолитном ядре все компоненты операционной системы (управление памятью, планировщик задач, файловая система и т. д.) находятся в одном адресном пространстве. Это упрощало разработку и взаимодействие между компонентами, но несло в себе серьезный недостаток: сбой в одной части системы мог привести к краху всей операционной системы. Ранние версии Unix, MS-DOS и CP/M – яркие представители систем с монолитной архитектурой. Их простота и эффективность для своего времени были неоспоримы, но ограниченные возможности в масштабируемости и надежности стали очевидными с ростом сложности задач.

Негативные стороны монолитной архитектуры стимулировали поиск альтернатив. В ответ на эти проблемы появилась концепция микроядра. В микроядерной архитектуре ядро содержит лишь минимальный набор функций, необходимых для управления процессами и памятью. Все остальные сервисы (файловые системы, сетевые протоколы, драйверы устройств) реализованы как отдельные процессы, работающие в пользовательском пространстве

и взаимодействующие с ядром через строго определенные интерфейсы. Это значительно повысило надежность – ошибка в одном из сервисов не могла привести к падению всей системы. Однако, такой подход привел к снижению производительности из-за повышенных накладных расходов на межпроцессное взаимодействие. Классическими примерами операционных систем с микроядерной архитектурой являются Mach и QNX. QNX, в частности, стала популярной в системах реального времени [1], где надежность является критическим фактором.

На практике чистая микроядерная архитектура оказалась не слишком эффективной. Поэтому появился компромиссный подход – гибридная архитектура. В гибридных ядрах некоторые функции реализованы непосредственно в ядре, а другие – в пользовательском пространстве. Это позволило сохранить преимущества обоих подходов: высокую надежность и относительно хорошую производительность. Большинство современных операционных систем, включая Linux [2], macOS, Windows NT и ее потомков, используют именно гибридную архитектуру. Linux, например, имеет массивное ядро, но при этом использует модули, которые могут подгружаться и выгружаться динамически, частично приближаясь к принципам микроядра.

Параллельно с развитием архитектур ядер происходила эволюция способов управления памятью. От простых схем сегментации к более сложным методам виртуализации памяти, позволяющим запускать множество процессов одновременно, без взаимного влияния. Развитие виртуализации привело к появлению виртуальных машин, которые позволяют запускать целые операционные системы внутри других операционных систем. Это позволило улучшить изоляцию и безопасность, а также повысило эффективность использования ресурсов.

Технологии виртуализации и контейнеризации оказали значительное влияние на архитектуру современных операционных систем. Виртуализация позволяет запускать несколько операционных систем на одном физическом сервере, что повышает эффективность использования ресурсов и упрощает управление инфраструктурой. Контейнеризация, в свою очередь, предоставляет более легкий способ изоляции приложений, позволяя им работать в изолированных окружениях без необходимости запуска полноценной виртуальной машины. Эти технологии требуют поддержки со стороны операционной системы, включая механизмы управления виртуальными машинами и контейнерами, а также поддержку виртуальных устройств и сетевых интерфейсов. Примерами операционных систем, активно использующих виртуализацию и контейнеризацию, являются Linux и Windows Server.

Эволюция аппаратного обеспечения, особенно процессоров и памяти, оказала огромное влияние на развитие архитектур операционных систем. С появлением многоядерных процессоров возникла необходимость в операционных системах, способных эффективно распределять задачи между ядрами и обеспечивать параллельную обработку данных. Это привело к развитию техник многопоточности

и асинхронного программирования, а также к усовершенствованию планировщиков задач в операционных системах. Увеличение объемов оперативной памяти позволило операционным системам более эффективно использовать виртуальную память и кэширование, что значительно повысило производительность системы в целом [3]. Развитие графических процессоров (GPU) также привело к необходимости интеграции новых API и драйверов в операционные системы для обеспечения поддержки графических приложений и игр.

В последнее время появляются новые архитектурные подходы, например, экзоядра. В экзоядрах ядро практически отсутствует, все функции реализованы в пользовательском пространстве, взаимодействуя через высокопроизводительные механизмы межпроцессного взаимодействия. Этот подход пока находится на стадии развития и не получил широкого распространения, но имеет потенциал для повышения безопасности и масштабируемости [4].

История архитектур операционных систем – это не просто последовательность отдельных этапов, а сложный и взаимосвязанный процесс. Каждый новый подход является ответом на вызовы времени, и поиск оптимального решения продолжается по сей день. Развитие аппаратного обеспечения и появление новых технологий непрерывно влияют на архитектуру операционных систем, заставляя разработчиков искать новые и более эффективные способы организации работы вычислительных систем.

Основная часть

Для понимания нынешних трендов рассматривается статистика, предоставленная StatCounter [5] о тенденции использования операционных систем в мире. Рассматриваются данные Desktop Operating System Market Share Worldwide (Oct 2023 – Oct 2024) [6].

Данные, представленные в таблице 1, показывают лидирующее место у разработки корпорации Microsoft, а именно Windows, доля использования на конец периода составляет 73,39%. За отчетный период произошел рост 4,52%.

С большим отрывом на втором месте по популярности располагается OS X, предоставляемая корпорацией Apple. На данный момент доля использования составила 15,52%, что ниже первоначальной доли на 4,82%.

Меньшая популярность досталась операционным системам Linux и Chrome OS, которые занимают 4,3% и 2,13% соответственно. Заметим, что доля Linux возросла 1,38%, а Chrome OS понизилась на 1,97%.

Оставшиеся доли получили другие операционные системы, которые не представлены в обозреваемых данных. Их доля составила 4,67%, что увеличило значение на 0,91%.

Таблица 1. Данные StatCounter по использованию различных операционных систем за период октябрь 2023 г. – октябрь 2024 г.

Date	Windows	OS X	Unknown	Linux	Chrome OS	Other
2023-10	68,87	20,34	3,75	2,92	4,1	0,01
2023-11	69,02	21,01	3,03	3,22	3,71	0,01
2023-12	72,72	16,38	4,64	3,83	2,42	0,01
2024-01	73	16,11	5,33	3,77	1,78	0,01
2024-02	72,17	15,42	6,1	4,03	2,27	0,01
2024-03	72,47	14,68	6,52	4,05	2,27	0,01
2024-04	73,5	14,7	5,34	3,88	2,56	0,01
2024-05	73,91	14,9	4,87	3,77	2,54	0,01
2024-06	72,81	14,97	6,23	4,05	1,93	0,01
2024-07	72,1	14,92	7,13	4,44	1,41	0,01
2024-08	71,46	15,48	6,77	4,55	1,73	0,01
2024-09	73,35	15,45	4,47	4,48	2,25	0,01
2024-10	73,39	15,52	4,66	4,3	2,13	0,01
Difference	4,52	-4,82	0,91	1,38	-1,97	0

Можно сделать вывод из данных, что на данный момент основное использование у операционных систем Windows и OS X, которые имеют гибридную архитектуру с элементами монолитного ядра [7]. Система Chrome OS имеет монолитное ядро [8], в то время как операционная система Linux имеет монолитное ядро и реализует модульные принципы. Можно констатировать, что основные тенденции в использовании операционных систем сейчас акцентируют применение гибридных архитектур, монолитного ядра, в том числе с использованием модульных принципов.

Рассмотрим данные другого информационного ресурса Яндекс Радар [9], представленные в таблице 2. Данный ресурс предоставляет информацию об использовании операционных систем в России с декабря 2023 года по ноябрь 2024 года. Мы видим уменьшение общей доли использования Windows на 1,33%, при этом стоит отметить, что произошел скачек использования остальных операционных систем семейства Windows. Также по данным из источника можно предположить, что под «Windows Остальные» подразумевается недавно выпущенная операционная система Windows11.

В то же время операционные системы семейства MacOS, наоборот, увеличивают по данным источника общую долю использования на 0,33%. Остальные операционные системы увеличили свою долю на 1%.

Таблица 2. Данные Яндекс Радар по использованию различных операционных систем в России

Операционная система	01.12.2023	16.11.2024	Изменение
Windows Vista	0,02%	0,01%	-0,01%
Mac OS X Yosemite	0,01%	0,01%	0,00%
Mac OS X El Capitan	0,02%	0,03%	0,00%
Mac OS X Sierra	0,04%	0,04%	0,00%
macOS Mojave	0,09%	0,07%	-0,03%
Windows XP	0,22%	0,12%	-0,11%
Mac OS X High Sierra	0,16%	0,14%	-0,02%
Windows 8	0,39%	0,33%	-0,06%
Windows 8.1	2,36%	1,96%	-0,40%
macOS Catalina	2,66%	2,81%	0,15%
Windows 7 или 2008 Server	13,18%	11,15%	-2,03%
Windows 10	71,27%	68,19%	-3,08%
macOS Big Sur	0,00%	0,01%	0,01%
Mac OS Остальные	0,94%	1,17%	0,23%
Windows Остальные	6,41%	10,75%	4,34%
Остальные	2,21%	3,21%	1,00%

Под остальными операционными системами подразумеваются операционные системы для разработчиков, такие как Linux и его дистрибутивы. Данная статистика показывает рост потребности в сфере операционных систем для разработчиков на территории России. Это может быть обусловлено значительным ростом разработок в области искусственного интеллекта, примером которых может являться ChatGPT или из российских разработок – ЯндексGPT или SberAI [10].

Высокий уровень производительности могут обеспечивать гибридные архитектуры операционных систем, такие как Windows и MacOS, что является одним из важных факторов при работе пользователей с ресурсоёмким программным обеспечением и игровыми технологиями. Тем не менее, для разработки программного обеспечения и исследовательской деятельности востребованными являются операционные системы с монолитным ядром, такие как Linux, это достигается за счёт модульности и обширных возможностей работы с открытым исходным кодом, который дает возможность модифицировать операционные системы.

Текущие тенденции подтверждаются и в Российской Федерации, так как уменьшение общей доли Windows может быть следствием развития разработок на территории страны. Именно поэтому происходит скачек использования в сегменте «Остальные» операционные системы, примерами которых могут служить Unix-подобные операционные системы, а также модифицированные операционные системы.

Заключение

Из всего вышесказанного можно заключить, что на данный момент актуальными являются гибридные архитектуры операционных систем с использованием в них монолитных ядер, микроядер и встроенными принципами модульности.

Понимание трендов на основе статистического анализа является важным для дальнейших исследований в области архитектур операционных систем и возможности внедрения технологий, таких как искусственный интеллект, в данную область разработки.

Список литературы

1. Zhang J., Yao R., Zhang Y. Heap memory vulnerability detection and protection in embedded real-time operating systems // Proceedings of the 2024 8th International Conference on Electronic Information Technology and Computer Engineering (EITCE '24). USA, NY, Association for Computing Machinery. P. 750–754. DOI: 10.1145/3711129.3711258
2. Уорд Б. Внутреннее устройство Linux. Пер. с англ. 3-е изд. Санкт-Петербург, Москва, Нижний Новгород: Питер, 2023. 480 с.
3. Байгузин Т. Р., Копылова Ю. А. Современные операционные системы: исследования и прогноз развития // Научный лидер. 2024. 1 (151). 26–27.
4. Таненбаум Э. С., Вудхалл А. С. Операционные системы: разработка и реализация. 3-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2024. 960 с.
5. Statcounter Global Stats – Browser, OS, Search Engine including Mobile Usage Share. URL: <https://gs.statcounter.com/> (дата обращения: 01.12.2024).
6. Desktop Operating System Market Share Worldwide | Statcounter Global Stats. URL: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/worldwide> (дата обращения: 01.12.2024).
7. Abdalkarim B. A., Akgün D. Analysis of Hybrid Kernel-based Operating Systems // 1st International Conference on Innovative Academic Studies. Konya, 2022. P. 208–211.
8. Shinto Kurian K, K. Nirmala. Mobile OS - High Level Glance // International Journal of Computer Sciences and Engineering. 2018. 6 (11). 182–193.
9. Типы устройств в России. URL: https://radar.yandex.ru/device_categories (дата обращения: 01.12.2024).
10. Столяров А. Д., Абрамов В. И., Абрамов А. В. Генеративный искусственный интеллект для инноваций бизнес-моделей: возможности и ограничения // Beneficium. 2024. 3 (52). 43–51. DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2024.3(52).43-51

References

1. Zhang J., Yao R., Zhang Y. Heap memory vulnerability detection and protection in embedded real-time operating systems // Proceedings of the 2024 8th International Conference on Electronic Information Technology and Computer Engineering (EITCE '24). USA, NY, Association for Computing Machinery. P. 750–754. DOI: 10.1145/3711129.3711258

2. Ward B. The internal structure of Linux. Transl. from English 3rd ed. Saint Petersburg, Moscow, Nizhny Novgorod: Peter, 2023. 480 p. (In Russian).
3. Baiguzin T. R., Kopylova Yu. A. Modern operating systems: research and development forecast // Scientific leader. 2024. 1 (151). 26–27. (In Russian).
4. Tanenbaum E. S., Woodhull A. S. Operating systems: development and implementation. 3rd ed. St. Petersburg: St. Petersburg, 2024. 960 p. (In Russian).
5. Statcounter Global Stats – Browser, OS, Search Engine including Mobile Usage Share. URL: <https://gs.statcounter.com/> (Accessed: 12.01.2024)
6. Desktop Operating System Market Share Worldwide | Statcounter Global Stats. URL: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/worldwide> (Accessed: 12.01.2024)
7. Abdalkarim B. A., Akgün D. Analysis of Hybrid Kernel-based Operating Systems // 1st International Conference on Innovative Academic Studies. Konya, 2022. P. 208–211.
8. Shinto Kurian K, K. Nirmala. Mobile OS - High Level Glance // International Journal of Computer Sciences and Engineering. 2018. 6 (11). 182–193.
9. Types of devices in Russia. URL: https://radar.yandex.ru/device_categories (Accessed: 12.01.2024). (In Russian).
10. Stolyarov A.D., Abramov V. I., Abramov A.V. Generative artificial intelligence for business model innovation: opportunities and limitations // Beneficium. 2024. 3 (52). 43–51. DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2024.3(52).43-51 (In Russian).

Информация об авторах

Кулаков Игорь Юрьевич – ассистент, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (Великий Новгород, Россия), ORCID: 0009-0000-1064-9717, s241910@std.novsu.ru

Андреев Игорь Алексеевич – лаборант, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (Великий Новгород, Россия), ORCID: 0009-0001-3373-2502, rogiandreev@gmail.com

Петров Роман Валерьевич – доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник, профессор, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (Великий Новгород, Россия), ORCID: 0000-0002-9751-116X, Roman.Petrov@novsu.ru