

Научная статья

УДК 37

DOI: 10.25688/2072-9014.2024.68.2.10

**РЕАЛИЗАЦИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ
В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБУЧЕНИЯ****Тимур Муртазович Босенко***Московский городской педагогический университет,**Москва, Россия**bosenkotm@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5375-096X>*

Аннотация. В статье рассматривается применение микросервисов в системе управления процессом обучения на основе технологий контейнеризации и протоколов обмена данными между микросервисами. Описанный в работе исследовательский метод обучения студентов позволяет оптимизировать процесс выполнения задач по ряду дисциплин. *Цель исследования:* реализация методического подхода мониторинга активностей пользователей, основанного на использовании информационных технологий. *Задача исследования:* оценка существующей архитектуры LMS-системы Moodle, разработка концепции микросервисной архитектуры в системе управления процессом обучения. Представленная архитектура, позволяет значительно улучшить функциональность, гибкость и масштабируемость системы, особенно в части сервиса для управления образовательными материалами и сервиса оценки знаний обучающихся. Такая архитектура обеспечивает высокую отказоустойчивость и безопасность работы с данными, что является ключевым фактором при выборе технологий для управления процессом обучения.

Ключевые слова: микросервисная архитектура; система управления обучением; контейнер; аналитика данных; оценка знаний.

Original article

UDC 37

DOI: 10.25688/2072-9014.2024.68.2.10

**IMPLEMENTATION OF MICROSERVICE ARCHITECTURE
IN THE TRAINING PROCESS MANAGEMENT SYSTEM****Timur M. Bosenko***Moscow City University,**Moscow, Russia**bosenkotm@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5375-096X>*

Abstract. The article discusses the use of microservices in a learning process management system based on containerization technologies and data exchange protocols between microservices. The research method of teaching students described in the work makes it possible to optimize the process of completing tasks in a number of disciplines. *Purpose of the study:* implementation of a methodological approach to monitoring user activities

based on the use of information technology. *Research objective:* assessment of the existing architecture of the Moodle LMS system, development of the concept of microservice architecture in the learning process management system. The presented architecture can significantly improve the functionality, flexibility and scalability of the system, especially in terms of the service for managing educational materials and the service for assessing students' knowledge. This architecture ensures high fault tolerance and security of data processing, which is a key factor when choosing technologies for managing the learning process.

Keywords: microservice architecture; learning management system; container; data analytics; knowledge assessment.

Для цитирования: Босенко Т. М. Реализация микросервисной архитектуры в системе управления процессом обучения / Т. М. Босенко // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2024. № 2 (68). С. 106–114.

For citation: Bosenko T. M. Implementation of microservice architecture in the training process management system / T. M. Bosenko // MCU Journal of Informatics and Informatization of Education. 2024. № 2 (68). P. 106–114.

Введение

Стремительный рост спроса на онлайн-обучение дал импульс развитию LMS-систем. Этот рост стал ощутим с переходом на дистанционное обучение [1]. Опыт работы с готовыми решениями показал в большинстве случаев невозможность их использования, когда к системе могут получить доступ сразу сотни тысяч пользователей. В большинстве случаев проблемы масштабирования таких систем решаются путем экспоненциального увеличения мощности оборудования. Это связано с тем, что LMS-системы построены на монолитной архитектуре.

Традиционные подходы к развитию образовательных ресурсов очень часто ограничиваются монолитной архитектурой, которая уменьшает возможность к адаптивности и препятствует масштабируемости. Появление микросервисной архитектуры (далее — МСА), основанной на принципах сервисно ориентированной архитектуры, позволяет расширить возможности в этой области. Разбивая сложные системы на более простые автономные сервисы, МСА обеспечивает более гибкий и модульный процесс разработки.

Разработка программного обеспечения (далее — ПО) для автоматизации обучения становится все более преобладающим фактором оптимизации различных аспектов учебного процесса. Автоматизированное ПО позволяет преподавателям и студентам получать доступ к образовательным материалам в любое время и с любого устройства, что делает процесс обучения индивидуальным и гибким.

Наблюдается тенденция активного и повсеместного применения технологий контейнеризации микросервисов в образовании. Сегодня контейнеризация является одним из самых популярных способов для упаковки и развертывания приложений [2]. По мнению специалистов [3; 4], использование технологии

микросервисной архитектуры упаковки образовательных сервисов в настоящее время — это ключевой фактор повышения качества предоставляемых образовательных ресурсов в LMS-системе.

Технология контейнеризации является одним из ключевых трендов в области информационных технологий. Она позволяет организовать ресурсы и управлять ими как изолированными контейнерами, что обеспечивает масштабируемость и безопасность. Интеграция микросервисной архитектуры на основе контейнеризации может значительно улучшить функциональность LMS-системы Moodle, особенно в части сервиса для управления образовательными материалами и оценки знаний обучающихся.

Методы исследования

Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и разработке научных основ использования технологии контейнеризации и протоколов обмена данными между микросервисами для повышения эффективности обучения, а также реализации методического подхода микросервисного построения учебных курсов в LMS-системе Moodle.

Задачами проекта являются:

1. Оценка существующей архитектуры LMS-системы Moodle.
2. Разработка концепции микросервисной архитектуры, учитывая специфические потребности при обучении студентов учебному курсу аналитики данных.
3. Определение основных подходов к обучению студентов на основе контейнеризации, протоколов обмена данными между микросервисами.

В исследовании задействованы следующие методы: обзор литературы в области информатизации образования и применения технических средств в педагогическом процессе; анализ построения LMS-систем через возможные варианты организации очного или дистанционного обучения и их специфику в результате использования технологий контейнеризации и протоколов обмена данными между микросервисами; изучение и анализ педагогического опыта использования средств цифровизации образования; анализ существующих кейсов образовательных учреждений, которые используют микросервисы в LMS-системах; опросы компаний, предоставляющих ПО корпоративного уровня, о применении технологий контейнеризации и протоколов обмена данными между микросервисами в учебном процессе; анализ эффективности, масштабируемости микросервисов, реализованных в LMS-системах; обобщение полученных в результате анализа данных в виде концепции микросервисной архитектуры в системе управления процессом обучения; анализ данных, сгенерированных микросервисами, что способствует глубокому пониманию того, как микросервисы влияют на вовлеченность студентов, успеваемость и результаты обучения.

Результаты исследования

Вопросы внедрения технологии контейнеризации и протоколов обмена данными между микросервисами в систему образования напрямую связаны с повышением эффективности, гибкости и масштабируемости образовательных систем и процессов. Микросервисная архитектура, широко применяемая в разработке программного обеспечения, предоставляет эффективные инструменты для организации учебного процесса.

Проведенный анализ зарубежных [5] и отечественных научных и научно-педагогических публикаций [6] выявил существенное влияние данных технологий на подготовку ИТ-специалистов и формирование у них профессиональных компетенций, с помощью которых они смогут успешно решать практико-ориентированные задачи, возникающие на всех этапах жизненного цикла хранения, анализа и обработки данных, программных средств бизнес-аналитики.

Технология контейнеризации подразумевает, что каждый сервис может быть развернут и масштабирован независимо от других. Изоляция сервисов позволяет избежать единой точки отказа и уменьшить влияние отказов на другие компоненты системы. Микросервисы могут взаимодействовать между собой через API. Это позволяет разработчикам использовать различные технологии и языки программирования для каждого сервиса.

В настоящее время учебный курс по аналитике данных направлен на овладение обучающимися фундаментальными основами обработки данных и базируется на четырех [7] содержательно-методических трекерах (рис. 1).



Рис. 1. Содержательно-методические линии курса обучения аналитике данных

С опорой на содержательно-методические трекары обучения курсу аналитики данных сформированы специфические требования к процессам управления образовательными материалами и проверки заданий обучающихся.

Обязательной составляющей процесса управления образовательными материалами являются данные или источники данных, работа с которыми предполагает:

- наличие актуального источника данных, или источника больших данных;
- хранение данных в специализированных системах управления базами данных (далее — СУБД), хранилищах данных, облачных системах;
- извлечение данных по запросу;
- визуализацию результатов.

Процесс оценки заданий обучающихся требует интерпретации решения задания за счет оформления решений на специализированных платформах JupyterLab, Hadoop или Spark.

По своей структуре LMS-система Moodle является монолитной архитектурой, модули которой не могут запускаться независимо. На рисунке 2 представлена монолитная архитектуры LMS-системы Moodle, в которой процессы оценки знаний и управления образовательными материалами не могут быть интегрированы в связи с наличием типизированной СУБД и ограниченным хранилищем. При использовании такой архитектуры каждое приложение запускается одновременно, поскольку все модули приложения содержатся в одном общем приложении.



Рис. 2. Монолитная архитектура LMS-системы Moodle

Этот факт не позволяет расширять модульность управления процессом обучения с использованием внешних программных средств.

С использованием технологии контейнеризации и протоколов обмена данными между микросервисами LMS-система Moodle может включать в себя микросервисы. В контексте обучения это означает разделение учебного процесса на несколько этапов, или модулей, каждый из которых реализуется отдельным сервисом.

Основные подходы, с учетом специфических потребностей при обучении студентов аналитике данных на основе микросервисной архитектуры, включают:

1) использование облачных технологий: микросервисная архитектура позволяет использовать облачные сервисы для хранения данных и обеспечивать доступ к ним. Это упрощает процесс обучения, так как не требуется загружать большие объемы данных на устройства в учебной аудитории при работе с таким ПО, как JupyterLab, Hadoop, Spark;

2) применение искусственного интеллекта и машинного обучения: микросервисы интегрируются с системами искусственного интеллекта, что позволяет в первую очередь преподавателю проводить независимую оценку, а также ускорять процесс оценки знаний студентов;

3) интеграцию разнотипных систем управления данными с внешними информационными системами, что дает возможность расширить функциональность системы управления процессом обучения.

На основе проведенного анализа содержательно-методического трекера и подходов к процессу обучения курсам по анализу данных спроектирована обобщенная структура организации работы системы управления процессом обучения (рис. 3), которая позволяет реализовать переход LMS-системы Moodle от монолита к микросервисам.

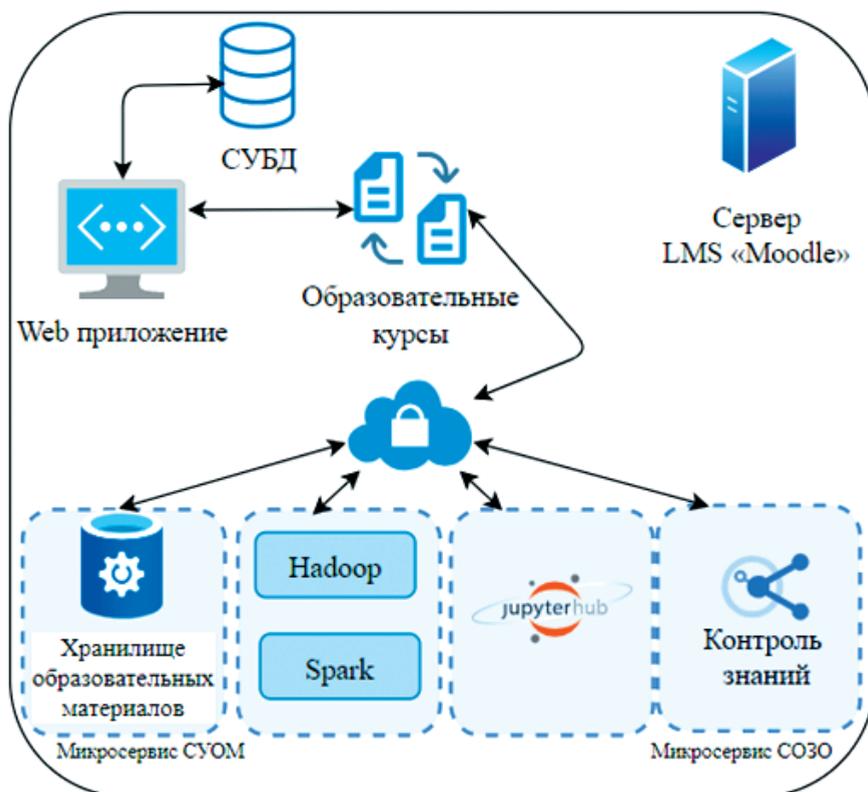


Рис. 3. Микросервисная архитектура LMS-системы Moodle

Технология контейнеризации и архитектура микросервисов были использованы для создания модульных масштабируемых приложений. Для того чтобы воспользоваться преимуществами обоих подходов, учебные курсы в LMS-системе Moodle построены как модули, изолированные микросервисы, которые упаковываются в контейнеры.

В результате получены два микросервиса:

- сервис для управления образовательными материалами (далее — СУОМ);
- сервис оценки знаний обучающихся (далее — СОЗО).

СУОМ в результате сформированной концепции поддерживается благодаря двухуровневому кластеру данных: уровни определяются в зависимости от гетерогенности данных, используемых в образовательном процессе. Последний уровень в хранилище данных всегда является фильтром и источником данных конечных потребителей, в нашем случае — это обучающиеся и преподаватели. К СУОМ могут подключаться как студенты, так и преподаватели и, не изменяя данных, их анализировать.

СОЗО основан на использовании блокнотов платформы JupyterLab, которая является основным инструментом для анализа данных и научных исследований. Платформа предоставляет ряд инструментов и функций, которые упрощают преподавателям создание и совместное использование интерактивных блокнотов, учебных материалов, используемых на лекциях, онлайн-курсах и в самостоятельной работе обучающихся.

Микросервисная архитектура (далее — МСА) позволяет масштабировать только те сервисы, которые необходимы на текущий момент. Приложения, использующие микросервисную архитектуру, получают более короткое время отклика, чем монолитные архитектуры. Микросервисную архитектуру можно использовать для повышения производительности приложений. Это особенно важно для студентов и преподавателей, которые требуют мгновенного доступа к информации и ресурсам.

Заключение

Методология обучения студентов на основе микросервисной архитектуры представляет собой инновационный подход к образованию, способствующий формированию у студентов не только технических навыков, но и умения решать сложные задачи в команде. Внедрение этой методологии может стать ключевым шагом в развитии современного образования, а также способствовать более успешной адаптации выпускников к требованиям современной индустрии.

Технология контейнеризации открывает новые возможности для совершенствования образовательного процесса, что позволяет повышать интерес учащихся к обучению, улучшать их результаты обучения. Использование МСА особенно целесообразно в случае многовариантного доступа к онлайн-

ресурсам LMS-системы Moodle, когда происходит распределение пользователей по различным микросервисам. При разработке системы МСА определены основные свойства микросервисов, которые необходимо предусмотреть для оптимального функционирования работы СУОМ и СОЗО. Небольшой размер микросервисов позволяет справляться с высокой нагрузкой на использование сервиса. Независимость сервисов увеличивает надежность информационной системы.

Список источников

1. Чернышев В. А. Разработка приложения подбора средств контейнеризации для различных сервисных платформ / В. А. Чернышев, Е. В. Трофимова // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 97-11. С. 125–129.
2. Паночевный П. Н. Анализ качества цифровых образовательных ресурсов и платформ для поддержки обучения в вузе / П. Н. Паночевный // Педагогический журнал. 2023 Т. 13, № 2А-3А. С. 533–539.
3. Барсуков Н. Д. Распределенная микросервисная архитектура системы анализа логов платформы «Открытое образование» / Н. Д. Барсуков, Д. Посметный, И. В. Никифоров // Современные технологии в теории и практике программирования: сборник материалов научно-практической конференции. СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021. С. 83–85.
4. Босенко Т. М. Использование экосистемного подхода в разработке образовательных ресурсов на основе микросервисной архитектуры / Т. М. Босенко // Актуальные проблемы теории и практики обучения физико-математическим и техническим дисциплинам в современном образовательном пространстве: сборник трудов VII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции (Курск, 14–15 декабря 2023 г.). Курск: Курский государственный университет, 2023. С. 268–272.
5. Antony B. Containerization: Practical Infrastructure and Accessibility Efficiency for the Virtual Learning Environment / B. Antony // Pacific Journal of Technology Enhanced Learning. 2020. Vol. 2, № 1. P. 41.
6. Фролов Ю. В. Анализ тенденций на рынке труда молодых специалистов в сфере ИТ-индустрии / Ю. В. Фролов, Д. К. Чумов // Вестник МГПУ. Серия «Экономика». 2023. № 1 (35). С. 103–109.
7. Власов Д. А. Возможности новой содержательно-методической линии «Анализ больших данных» для модернизации системы профессиональной подготовки будущего экономиста / Д. А. Власов, П. А. Карасев, А. В. Синчуков // Статистика и экономика. 2021. Т. 18, № 4. С. 60–70.

References

1. Chernyshev V. A. Development of an application for the selection of containerization tools for various service platforms / V. A. Chernyshev, E. V. Trofimova // Trends in the development of science and education. 2023. № 97-11. P. 125–129.
2. Panochevny P. N. Analysis of the quality of digital educational resources and platforms to support learning at the university / P. N. Panochevny // Pedagogical journal. 2023 Vol. 13, № 2A-3A. P. 533–539.
3. Barsukov N. D. Distributed microservice architecture of the log analysis system of the Open Education platform / N. D. Barsukov, D. Posmetnyis, I. V. Nikiforov // Modern

technologies in theory and practice of programming: collection of materials of the scientific and practical conference. St. Petersburg: St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, 2021. P. 83–85.

4. Bosenko T. M. The use of an ecosystem approach in the development of educational resources based on microservice architecture / T. M. Bosenko // Actual problems of theory and practice of teaching physical, mathematical and technical disciplines in the modern educational space: proceedings of the VII All-Russian (with international participation) scientific and practical conference (Kursk, December 14–15, 2023). Kursk: Kursk State University, 2023. P. 268–272.

5. Antony B. Containerization: Practical Infrastructure and Accessibility Efficiency for the Virtual Learning Environment / B. Antony // Pacific Journal of Technology Enhanced Learning, 2020. Vol. 2, № 1. P. 41.

6. Frolov Yu. V. Analysis of trends in the labor market of young professionals in the IT industry / Yu. V. Frolov, D. K. Chumov // MCU Journal of Economic Studies. 2023. № 1 (35). P. 103–109.

7. Vlasov D. A. Possibilities of a new content-methodical line “Big data analysis” for the modernization of the system of professional training of a future economist / D. A. Vlasov, P. A. Karasev, A. V. Sinchukov // Statistics and Economics. 2021. Vol. 18, № 4. P. 60–70

Статья поступила в редакцию: 16.01.2024;
одобрена после рецензирования: 22.03.2024;
принята к публикации: 22.03.2024.

The article was submitted: 16.01.2024;
approved after reviewing: 22.03.2024;
accepted for publication: 22.03.2024.

Информация об авторе / Information about author:

Тимур Муртазович Босенко — доцент департамента информатики, управления и технологий, Институт цифрового образования, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Timur M. Bosenko — Associate Professor of the Department of IT, Management and Technology, Institute of Digital Education, Moscow City University, Moscow, Russia.

bosenkotm@mgpu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5375-096X>