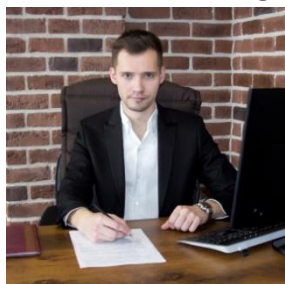


УДК 004.65

## АРХИТЕКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ «СКОРИНА» С УЧЁТОМ ДАЛЬНЕЙШЕЙ МАСШТАБИРУЕМОСТИ



**А.Г. Савенко**

*Заместитель заведующего кафедрой ЮНЕСКО ИИТ БГУИР, старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий ИИТ БГУИР, аспирант БГУИР, магистр технических наук*



**А.С. Гавриленко**

*Инженер-программист ООО «ТКП-Софт»*

*Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь  
ООО «ТКП-Софт», Республика Беларусь  
E-mail: savenko@bsuir.by*

### **А.Г. Савенко**

*Окончил факультет компьютерного проектирования Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (БГУИР), магистратуру БГУИР. Аспирант кафедры информатики БГУИР. Работает в Институте информационных технологий БГУИР. Направления научных исследований: разработка методов, моделей, алгоритмов и программного обеспечения организации и управления современным образовательным процессом, разработка программного обеспечения для автоматизации процессов, виртуальная и дополненная реальность, инклюзивное образование. Лауреат премии Специального фонда Президента Республики Беларусь по социальной поддержке одаренных учащихся и студентов. Лауреат Международной премии молодых инженеров имени 31-го Президента США Герберта Гувера (Herbert Hoover Young Engineer Award), финалист международного конкурса Intel ISEF.*

### **А.С. Гавриленко**

*Окончил факультет компьютерных технологий Института информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Работает в ООО «ТКП-Софт» в должности инженера-программиста. Направление научных исследований: разработка и масштабирование крупных информационных систем, перераспределение и сокращение нагрузки на сервера.*

**Аннотация.** В соответствии с тенденциями цифровизации образования во всём мире и в Республике Беларусь [1] в частности и преимуществами технологий такого обучения [2-6], системы управления обучением имеют перспективу применения в Республике Беларусь на глобальном уровне по всем формам получения образования (дневная, заочная и дистанционная) любого уровня (средне-специальное, высшее, дополнительное).

Любая система управления обучением предполагает использование большим числом пользователей, в том числе и одновременного использования в один и тот же момент времени, даже в рамках одного факультета. Быстродействие, удобство и масштабируемость системы управления обучением зависит в первую очередь от архитектуры, функционала и инструментария системы, применяемых технологий и проще всего может быть обеспечено при её проектировании, нежели при доработке универсальных систем под нужды конкретного владельца [7].

В работе изложен подход построения архитектуры разрабатываемой системы управления обучением «Скорина» с учётом возможности дальнейшего масштабирования и специфики используемых инструментов для обработки большого объёма данных.

**Ключевые слова:** архитектура информационных систем, система управления обучением, масштабирование, распределение нагрузки, большие данные.

*Введение.* Разрабатываемая система управления обучением имеет ряд отличительных особенностей и инструментов таких как:

- модуль искусственного интеллекта, обеспечивающий круглосуточную поддержку пользователей системы в режиме онлайн;
- конструктор обучающего контента, включающий модуль искусственного интеллекта, который анализирует успеваемость обучаемых, выявляет тонкие места в обучающем контенте и сигнализирует о необходимости совершенствования конкретного материала;
- онлайн визуализатор трёхмерных моделей для выполнения лабораторных и практических работ на виртуальных макетах, стендах и т.д.;
- модуль итоговой онлайн аттестации обучающихся;
- встроенные модули документооборота и файлового хранилища;
- модуль планирования автоматических и пользовательских событий (календарь);
- встроенные месседжер для общения всех пользователей системы и др.

Такие инструменты и особенности системы накладывают определённые условия на архитектурное решение, в том числе, в плане возможности её дальнейшего масштабирования при увеличении числа пользователей.

*Применяемые технологии и архитектура.* При разработке системы управления обучением «Скорина» применены современные подходы к архитектуре и масштабированию программной составляющей. Для хранения данных используется реляционная СУБД PostgreSQL в которой каждая сущность представлена в виде таблицы. Каждая таблица представляет из себя набор атрибутов, которые связаны с сущностью. Данная система удовлетворяет требованиям по высокой нагрузке, а также быстрой загрузке данных. Кроме того, для ускорения получения ответов от БД и рационального её использования, PostgreSQL используется с оболочкой PgBouncer.

Общая схема системы построена по принципу клиент-сервер, где основные формы приложения написаны на языке программирования JavaScript с библиотекой React и фреймворком Angular. За счет асинхронности самого фреймворка, формы будут динамическими, а интерфейсы будут без перезагрузки и обновления страницы. По своей структуре каждая форма находится на отдельном URL адресе, где конечная его часть интуитивно понятна.

Серверная часть написана на языке программирования C# и платформе .NET Core, что позволяет дорабатывать и тестировать систему без компиляции, а также сокращает время расширения системы и скорость исправления возможных ошибок. Также используется фреймворк Entity Framework Core, который имеет стандартную обработку данных с PostgreSQL. В момент использования приложения, форма должна передавать запрос серверу, где в свою очередь сервер должен обработать этот запрос и вернуть ответ по запросу формы. Ввиду того, что Entity Framework Core ограничивает количество обрабатываемых запросов от пользователей и при большом количестве запросов память, выделяемая для обработки, превышает имеющееся количество памяти на серверах, то необходимо:

- использовать разграничение долгих запросов и вынесения таких запросов в отдельный сервис. Посредством очередей, программный брокер сообщений RabbitMQ производит обмен сообщениями между сервисом по выгрузке долгих запросов (СДЗ) и самим сервером, где в сообщении указываются параметры для выдачи результата. Таким образом, запустив несколько экземпляров СДЗ с использованием очередей, происходит балансировка

нагрузки и данный сервис может быть развернут на компьютерах любой производительности. С таким подходом модули планирования автоматических и пользовательских событий, анализа учебного контента и итоговой онлайн аттестации будут работать в ускоренном режиме;

– при обработки всех запросов с форм, используется серверное программное обеспечение высокой доступности и балансировки нагрузки Nginx, которое балансирует нагрузку между серверами. При одновременном запуске нескольких экземпляров системы управления обучением, нагрузка между серверами будет перераспределяться по принципу доступности и «следующего сервера», который переопределяет запрос на следующий экземпляр;

– при прохождении тестирования, данные о прохождении теста хранятся локально в имеющемся локальном хранилище браузера. Это не вынуждает систему в каждом ответе на вопрос использовать базу данных. За счет этого скорость обработки результата увеличена в сравнении с простым запросом к серверу. Также, правильность ответа будет сравниваться с уже имеющейся посредством веб-сокеты, где будет происходить обмен данными между сервером веб-сокеты и системой управления обучением;

– сообщения, которые использованы в системе, будут храниться на стороне сервиса веб-сокеты (СВС). Сохранения в БД, будут происходить в определенный промежуток времени. В свою очередь, СВС окажет положительное влияние на скорости работы системы, а также скорости отправки и получения сообщений;

– модуль файлового хранилища, вынесен в отдельный сервис, который посредством HTTP-протокола даёт доступ к документам системы управления обучением. Сам сервис взаимодействует с внутренней памятью находящейся на SSD-накопителях, что влияет на скорость скачивания, удаления и добавления файлов.

*Заключение.* При данном архитектурном решении, за счёт вышеперечисленных особенностей, система управления обучением «Скорина» поддаётся быстрому расширению, а также обладает улучшенной интеграцией для расширения функционала. Вся система будет имеет версиюность и использовать систему управления версиями Git, где под каждый сервис используется репозиторий.

### **Список литературы**

[1] Савенко, А. Г. Анализ технологий современного дистанционного образовательного процесса в Республике Беларусь и перспективы их развития / А. Г. Савенко // Актуальные вопросы профессионального образования = Actual issues of professional education : тезисы докладов II Международной научно-практической конференции, Минск, 11 апреля 2019 г. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: С. Н. Анкуда [и др.]. – Минск, 2019. – С. 227 – 228.

[2] Савенко, А. Г. Преимущества и перспективы использования виртуальной и дополненной реальности в дистанционном образовательном процессе / А. Г. Савенко // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы X международной научно-методической конференции (Минск, 7 - 8 декабря 2017 года). – Минск : БГУИР, 2017. – С. 119.

[3] Савенко, А. Г. Преимущества и реализация дистанционного образовательного процесса для лиц с особыми потребностями / А. Г. Савенко // Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями: сборник статей международной науч.- практической конференции (Минск, 14 - 15 декабря 2017 года). – Минск: БГУИР, 2017. – С. 106 – 108.

[4] Савенко, А. Г. Виртуальная реальность, как способ получения и доставки учебного контента / А. Г. Савенко, Н. А. Кукалев, А. Г. Савенко // Высшее техническое образование : проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments : материалы IX Международной научно-методической конференции, Минск, 1-2 ноября 2018 года / редкол. : В. А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 394 – 397.

[5] Суский, А. А. Преимущества и перспективы внедрения нейронных сетей в образовательный процесс, как инструмент повышения качества подготовки специалистов / А. А. Суский, А. Г. Савенко // Высшее техническое образование : проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments : материалы IX Международной научно-методической конференции, Минск, 1-2 ноября 2018 года / редкол. : В. А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2018. – С. 454 – 456.

[6] Карпекин, И. А. Преимущества и эффективность внедрения дистанционной формы образования в образовательный процесс учреждений образования любого типа / Карпекин И. А., Савенко А. Г. // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI Международной научно-методической конференции, Минск, 12-13 декабря 2019 г. / редкол. : В. А. Прытков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 136-137.

[7] Савенко, А. Г. Распределение нагрузки при построении отчётов и запросов с большим объёмом данных / Савенко А. Г., Гавриленко А. С. // Системи обробки інформації. – 2019. – № 2 (157). – С. 71-75.

## **ARCHITECTURAL DECISION OF IMPLEMENTATION OF THE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM «SCORINA» TAKING INTO FURTHER SCALABILITY**

**A.G.SAVENKO**

Vice-Head of UNESCO Chair IIT BSUIR,  
Senior Lecturer of the Department of  
Information Systems and Technologies of IIT  
BSUIR, Postgraduate Student of BSUIR,  
Master of Engineering

**A.S. GAVRILENKO**

Software Engineer TKP-Soft LLC

*Institute of Information Technologies of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus TKP-Soft LLC, Republic of Belarus  
E-mail: savenko@bsuir.by*

**Abstract.** In accordance with the digitalization trends of education all over the world and in the Republic of Belarus [1] in particular and the advantages of such educational technologies [2-6], learning management systems have the prospect of being applied in the Republic of Belarus at the global level in all forms of education (full-time, part-time and distance) of any level (specialized secondary, higher, additional).

Any learning management system involves the use of a large number of users, including the simultaneous use at the same time, even within the same faculty. The speed, convenience and scalability of the learning management system depends primarily on the architecture, functionality and tools of the system, the technologies used and can be most easily ensured during its design, rather than when finalizing universal systems for the needs of a particular owner [7].

The paper sets out an approach to building the architecture of the learning management system «Skorina» under development, taking into the possibility of further scaling and the specifics of the tools used to process a big data.

**Keywords:** architecture of information systems, learning management system, scaling, load balancing, big data.