

УДК 378.141 : 004.9

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ЗАЯВЛЕНИЙ И ЗАЧИСЛЕНИЯ ЗА СЧЕТ МАСШТАБИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ



**Б. В. Никульшин**  
Заведующий кафедрой  
электронных вычислительных  
машин,  
Белорусского  
государственного  
университета информатики и  
радиоэлектроники кандидат  
технических наук,  
доцент  
nik@bsuir.by



**В.М. Бондарик**  
Декан факультета  
доуниверситетской  
подготовки и  
профессиональной  
ориентации  
Белорусского  
государственного  
университета информатики и  
радиоэлектроники,  
кандидат  
технических наук,  
доцент  
bondarik@bsuir.by



**Н. В. Русина**  
Ассистент кафедры  
программного обеспечения  
информационных технологий,  
кафедры физики Белорусского  
государственного  
университета информатики и  
радиоэлектроники  
rusina@bsuir.by

### **Б. В. Никульшин**

Образование: Минский радиотехнический институт. Область научного интереса – инновационные технологии принятия решений в проектной и управленческой деятельности, методы и модели принятия решений, теория системного анализа и принятия решений в инфокоммуникациях, системный анализ.

### **В.М. Бондарик**

Образование: 1983-1988 – Минский радиотехнический институт, специальность «Конструирование и производство радиоаппаратуры», квалификация – инженер-конструктор-технолог. Область научного интереса – проектирование медицинских электронных систем, внедрение дистанционных образовательных технологий.

### **Н. В. Русина**

Образование : МГУ им. А. Кулешова, специальность-математик, физик. Область научных интересов связана с разработкой информационной системы электронного зачисления в ВУЗы, организацией учебного и научно-исследовательского процессов в техническом университете.

**Аннотация.** Описан один из возможных вариантов масштабирования базы данных с использованием шардинга для увеличения скорости обработки структурированных данных и производительности всей системы. Определены большинство возможностей и ограничений шардинга. Описано применение его на практике в приложении.

**Ключевые слова:** масштабирование, шардинг, база данных, производительность.

Организация конкурса, зачисление в учреждение высшего образования и передача данных личного дела студента в информационную систему университета – финальный этап организации приемной кампании учреждения высшего образования.

Приемная кампания для получения общего высшего и специального высшего образования в Республике Беларусь регламентируется следующими основными нормативно-правовыми актами:

1. Правила приема лиц для получения общего высшего и специального высшего образования, утвержденные Указом Президента Республики Беларусь от 27.01.2022 № 23.
2. Порядок приема в учреждение высшего образования на текущий год.
3. Положение о приемной комиссии учреждения высшего образования, утвержденное Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 23.03.2006 № 23.

Организация приемной кампании для крупных учреждений высшего образования без применения средств автоматизации неэффективна.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР) уже более десяти лет ведет приемную кампанию с применением автоматизированной системы подачи заявлений и зачисления (АСПЗиЗ) [1]. При этом автоматизированная система ежегодно дорабатывается, так как регулярно вносятся изменения в порядок приема учреждения образования и в правила приема лиц для получения общего высшего и специального высшего образования, а также углубленного высшего образования.

Приемная кампания в 2023 году проходит в несколько этапов:

- прием документов и зачисление в университет льготных категорий абитуриентов и абитуриентов, планирующих получение высшего образования на условиях целевой подготовки – первая половина июня;
- прием документов и зачисление в университет лиц для получения углубленного высшего образования – конец июня – первая половина июля;
- прием документов и зачисление в университет лиц для получения общего высшего и специального высшего образования за счет средств республиканского бюджета – вторая половина июля;
- прием документов и зачисление в университет лиц для получения общего высшего и специального высшего образования на условиях оплаты обучения из собственных средств – первая половина августа.

При автоматизации приемной кампании необходимо неоднократно фильтровать и пересылать большое количество данных различных типов. Существует несколько способов повышения производительности запросов к базам данных [2].

Можно повышать производительность АСПЗиЗ за счет вертикального масштабирования. Это экстенсивный путь: необходимо обновить оборудование для сервера, добавить количество оперативной памяти и т.д. Он является достаточно дорогим, длительным по времени имеет свой предел роста. Можно приобрести лучшее оборудование, однако и оно может не справиться со всеми требованиями приложения.

При горизонтальном масштабировании предполагается расширение вычислительных ресурсов, доступных приложению, за счет увеличения количества серверов, на которых размещена база данных. При размещении базы данных на одном сервере в какой-то момент она перестает справляться с нагрузкой и значительно увеличивается время отклика приложения.

Для ускорения работы АСПЗиЗ в условиях массовых запросов пользователей к базам данных приложения можно использовать стратегию шардинга, которая позволяет распределять данные между разными физическими серверами. Это существенно облегчает обработку данных [3].

Существует два типа шардинга: вертикальный и горизонтальный. При организации приемной кампании с применением АСПЗиЗ предлагается использовать горизонтальный шардинг – разделение базы данных на разные сервера. Этот способ рекомендуется использовать при обработке больших таблиц, которые не умещаются на одном сервере и замедляют работу приложения. Разделение базы данных делается по следующему алгоритму:

- на нескольких новых серверах создается одна и та же база данных (только структура, без данных);

- определяются таблицы, данные которых должны присутствовать во всех базах данных, и те, у которых данные будут уникальными во всей системе;

- перед каждым обращением к базе данных происходит выбор нужного соединения.

При реализации этого алгоритма необходимо произвести классификацию таблиц, что позволяет в дальнейшем в программном коде добавить процесс синхронизации и переноса данных. При этом заранее известно с каким шардом работает приложение и нет необходимости менять соединение между главным шардом по умолчанию и дополнительным шардом.

Процесс переноса данных между шардами в реальном времени может быть длительным из-за большого количества данных, что уменьшит скорость работы как сервера, с которого будут переноситься данные, так и сервера, на который они будут мигрировать.

Перед процессом переноса данных необходимо заблокировать все операции на таблицах, данные которых будут переноситься на другой шард. Для сокращения времени передачи данных рекомендуется создать специальный процесс, генерирующий в файловой системе SQL файлы, в которых будут находиться все данные для импорта, а также создать новый процесс, который займется импортом этих данных. Все эти действия рекомендуется выполнять на специальном сервере, чтобы не замедлять работу самого приложения.

Недостатком горизонтального шардинга является необходимость организации поиска и фильтрации данных. Данная проблема может быть решена путем написания дополнительного кода, в котором производится выборка данных со всех шардов, затем данные группируются в один массив, и в итоге в полученном массиве данных производится внутренняя фильтрация данных.

Вторым недостатком горизонтального шардинга может стать уникальность данных, однако эта проблема решается довольно просто. На этапе разработки архитектуры приложения необходимо заранее спланировать возможную нагрузку и на основе полученных результатов можно определить количество серверов для комфортной работы приложения. Для устранения ситуации, когда две или более записи с разных шардов имеют одинаковый ID, рекомендуется произвести следующие операции с серверами баз данных:

- на каждом сервере баз данных нужно установить начальное значение ID, т.е. на первом сервере это будет 1, на втором – 2, и т.д.;

- определить значение `auto_increment` величине, равной количеству планируемых серверов.

Преимуществом горизонтального масштабирования является возможность практически бесконечного масштабирования разрабатываемой базы данных.

Процесс горизонтального масштабирования базы данных является эффективным способом как повышения общей производительности системы и обработки больших объемов данных, так и снижения общей нагрузки на один единственный сервер. Предложенный способ может быть применен как при планировании архитектуры приложения, так и на готовом проекте. Однако применение горизонтального масштабирования на готовом проекте рекомендуется применять только в крайнем случае при снижении производительности приложения до критического уровня.

При разработке АСПЗиЗ было применено горизонтальное масштабирование с использованием шардинга, т.к. на стадии планирования приложения было решено изначально предотвратить возможное уменьшение производительности приложения. Разработанное программное обеспечение успешно работает в сетевой версии со множеством клиентов.

Таким образом, в БГУИР постоянно совершенствуется единое информационное пространство поддержки приемной кампании, что позволит в комфортных условиях принимать в БГУИР наиболее подготовленных абитуриентов при одновременном сокращении временных и финансовых затрат.

#### **Список литературы**

[1] Развитие единого информационного пространства приемной кампании Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники / Никульшин Б. В. [и др.] // 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. 219.

[2] Повышение быстродействия системы электронного обучения / Бондарик В. М. [и др.] // Глобальный научный потенциал. – 2021. – № 9(126). – С. 66–69.

[3] Слепов, И. В. Масштабирование базы данных с использованием шардинга / И. В. Слепов, А. Д. Тюменцев, В. М. Бондарик // BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 – 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]. – Minsk, BSUIR, 2018. – P. 184–186.

## **IMPROVING PERFORMANCE AUTOMATED APPLICATION AND ENROLLMENT SYSTEM BY SCALING A DATABASE**

***Б. В. Никульшин***

*Head of the Department of Electronic Computing Machines, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, candidate of technical Sciences*

***В.М. Бондарик***

*Dean of the faculty of Pre-University training and vocational guidance Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, candidate of technical*

***Н. В. Русина***

*Assistant of IT Software Department, Department of Physics, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics*

*Department of Electronic Computing Machines*

*Department of Physics*

*Faculty of Pre-University training and vocational guidanc*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronic*

*E-mail: nik@bsuir.by*

**Abstract.** The main goal of this research is to describe one of the possible ways of scaling a database using sharding to increase the processing speed of structured data and, in general, the performance of the entire system. During the research, I was able to determine most of the possibilities and limitations of sharding, and also applied it in practice in a application.

**Keywords:** scaling, sharding, database, performance.