

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.383

Деренчук  
Виталий Игоревич

Алгоритмы управления видеосервисом на основе технологии Embedded

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра

по специальности 1-40 80 04 – Информатика и технологии программирования

Научный руководитель  
Смолякова О.Г.  
к.т.н., доцент

Минск, 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность диссертационного исследования обусловлена ростом популярности и частоты использования видеосервисов (в большей степени российских) на постсоветском пространстве. Как следует из данных сервиса «Кинопоиск Pro», в 2023 г. онлайн-кинотеатры в 2023 г. выпустили на 26 % больше оригинальных проектов, чем в 2022 г. Для видеосервисов оригинальные сериалы – это брендообразующие проекты, которые в том числе привлекают в последние годы больше новых пользователей в подписку и способствуют удержанию в ней текущей аудитории. Также число контента в библиотеках видеосервисов превысило показатели, зафиксированные до ухода голливудских студий (в связи с санкционной политикой в отношении Российской Федерации). Все это свидетельствует о росте популярности видеосервисов как для российского, так и для белорусского зрителя.

Таким образом, актуальность магистерской диссертации обусловлена возросшими требованиями к алгоритмам управления работой видеосервиса, что обусловлено ростом популярности данных видеосервисов.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель магистерской диссертации – разработка программного обеспечения, направленного на управление работой видеосервиса. Разработанный программный продукт должен обеспечивать доступ к видеоматериалу для каждого клиента.

Задачи магистерской диссертации:

– провести аналитический обзор технологий, методов, алгоритмов управления работой видеосервиса, в рамках которого необходимо сформулировать цели и задачи проектирования и разработки программного обеспечения;

– осуществить проектирование и разработку программного средства управления работой видеосервиса;

– провести экспериментальное исследование работоспособности спроектированного и реализованного программного решения и выявить его отличительные характеристики от существующих аналогов.

Личный вклад магистранта – разработка алгоритмов и их программная реализация, позволяющая осуществлять управление работой видеосервиса по технологии Embedded.

Объект исследования – спроектированное и реализованное программное обеспечение, направленное на управления работой видеосервиса.

Предмет исследования – эффективность работы алгоритмов управления работой видеосервиса в рамках спроектированного и реализованного программного обеспечения.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В рамках Главы 1 был проведен анализ существующих технологий, методов, алгоритмов управления работой видеосервиса, а также аналогов программного обеспечения можно выделить следующие общие функциональные возможности, которые должны присутствовать в любом видеосервисе:

- управление видеоконтентом;
- обеспечение безопасности контента;
- управление цифровыми правами и правами доступа со стороны клиентов;
- управление лицензиями;
- поддержка различных форматов видео и качества воспроизведения.

Были выведены следующие недостатки существующих технологий, методов, алгоритмов управления работой видеосервиса:

– высокая стоимость существующих программных решений, что влияет на стоимость подписок на сервисы для пользователей и снижает их конкурентоспособность по ценовому фактору;

– проблемы совместимости – существуют необходимость устранения существующих проблем совместимости программных решений, основанных на технологии Embedded с различными устройствами и платформами. Поскольку встраиваемые системы часто требуют специфических аппаратных компонентов или операционных систем, это может создавать сложности при интеграции или запуске на других устройствах;

– ограниченная функциональность – это ограничивает возможности пользователя и усложняет разработку новых функций, что также влияет на конкурентоспособность сервисов;

– сложность настройки и внедрения – необходимость установки и настройки дополнительных компонентов, а также возможные проблемы совместимости могут затруднить работу разработчиков и администраторов.

На основе проведенного анализа и сделанных выводов было сделано предположение о необходимости разработки программного решения, которое включает основные функции (поддержка различных форматов видео и качества воспроизведения, обеспечение безопасности видеоконтента, управление правами доступа, управления лицензиями) и будет обладать лучшими характеристиками по сравнению с существующими аналогами.

В рамках Главы 2 было разработано программное средство, предназначенное для управления видео-контентом, представляет собой инновационный инструмент, который значительно упрощает процесс собирания,

организации и предоставления видеоматериалов в разнообразных форматах и источниках. Это играет важную роль в современном медиа-пространстве, обеспечивая доступ к разнообразному видео-контенту и улучшая пользовательский опыт.

Диаграмма, представленная в соответствии с рисунком 1, демонстрирует обобщенный перечень функций, доступных пользователям в системе, представляя их в виде обобщенной диаграммы вариантов использования для создаваемого программного продукта.



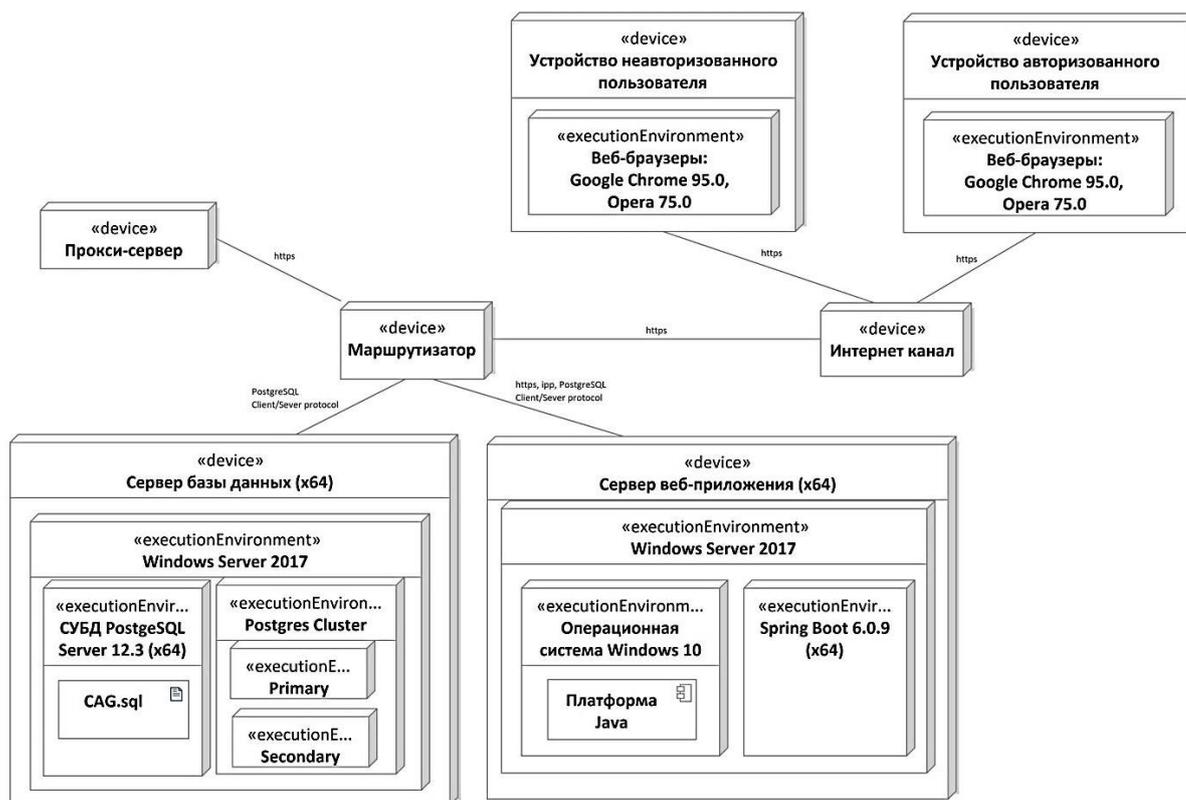
**Рисунок 1 – Обобщенная диаграмма вариантов использования**

Агрегация видео-контента в рамках разработанной программы происходит через HTTP-запросы, отправляемые на API провайдеров. Получение осуществляется в JSON-виде, из которого считываются метаданные (длительность, описание, рейтинги и т. д.) и формируется объект. Далее объект метаданных записывается в базу.

Для визуализации связей между компонентами системы и серверами может использоваться диаграмма развертывания, демонстрируемая на рисунке 2.

Исходя из анализа диаграммы, представленной на рисунке 2.5, были выработаны следующие предложения: серверное программное обеспечение PostgreSQL может быть размещено как на индивидуальном сервере, так и на серверном кластере; компоненты системы могут быть распределены по различным серверам, при этом оптимальным решением будет организация всей

инфраструктуры приложения в пределах одной локальной сети; для снижения сетевой нагрузки база данных выделена на отдельный сервер; взаимодействие с системой предусмотрено через протоколы HTTP и HTTPS; процесс загрузки и последующая обработка пользовательских данных предполагается на специализированной рабочей станции, что может быть реализовано как на одном компьютере, так и с использованием нескольких рабочих мест.



**Рисунок 2 – Диаграмма развертывания**

Для обеспечения безопасности и защиты в разработанном программном средстве используется token-based authentication.

Масштабируемость программного средства при увеличении числа пользователей и объемов видео-контента имеет горизонтальный и вертикальный характер.

Программное средство управления видео-контентом оказывает значительное воздействие на различные сферы деятельности, включая медиа, развлекательную индустрию, образование и бизнес. Оно способствует распространению и улучшению доступности видео-контента, обогащает информационное пространство и открывает новые перспективы для творчества и коммуникации.

В рамках Главы 3 были проведены экспериментальные исследования, в рамках которых на первом этапе было проведено ручное тестирование программного средства по следующим сценариям:

- запуск приложения;
- авторизация в приложении в роли клиента;
- авторизация в приложении в роли администратора;
- получение всех клиентов;
- удаление доступа к сервису у аккаунта;
- обновление сервиса по идентификатору;
- удаление аккаунта;
- получение сервисов;
- получение аккаунта по его идентификатору;
- получение ссылки на видеопоток.

В результате было сделан вывод о том, что все сценарии тестирования прошли успешно, что подтверждает работоспособность программы и готовность к её реальному использованию.

Далее было проведено сравнение показателей работы программного средства с аналогами по следующим параметрам: адаптивность, масштабируемость, пропускная способность, задержка, качество обслуживания, производительность.

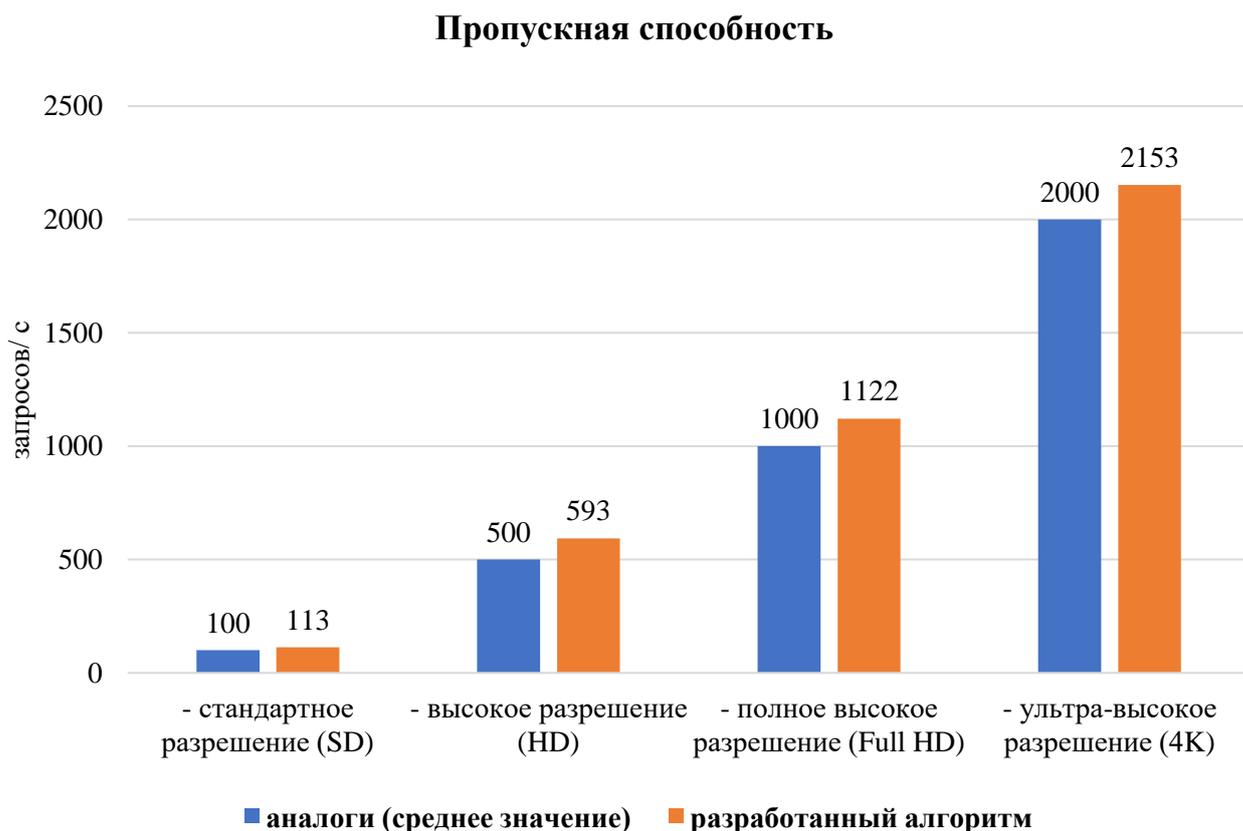
Характеристики адаптивности и масштабируемости разработанного алгоритма и существующих аналогов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика адаптивности и масштабируемости разработанного алгоритма и существующих аналогов

Функциональность	Характеристика	
	аналоги (среднее значение)	разработанный алгоритм
Десериализация	В большинстве требуют ручной перенастройки при изменениях в структуре JSON данных и имеет ограничения в масштабируемости.	Может автоматически подстраиваться под изменения в структуре JSON данных и увеличивать пропускную способность при необходимости
Получение потока видео-контента	Требуется остановка системы для добавления новых узлов	Поддерживает добавление новых узлов без прерывания работы
Обработка видео-контента	Требуется перезапуск для изменения разрешения и битрейта	Поддерживает изменение разрешения видео в реальном времени и подстройку битрейта
	Требуется остановка системы для добавления новых узлов и ручное масштабирование	Поддерживает добавление новых узлов без прерывания работы и автоматическое масштабирование

Таким образом, разработанный алгоритм демонстрирует более высокую адаптивность и масштабируемость. Это делает его более гибким и удобным в использовании по сравнению с имеющимися аналогами, что также упрощает внесение изменений и масштабирование системы.

Сравнение средних значений пропускной способности для существующих аналогов и разработанного решения при обработке различных типов видеоконтента представлено на рисунке 3.

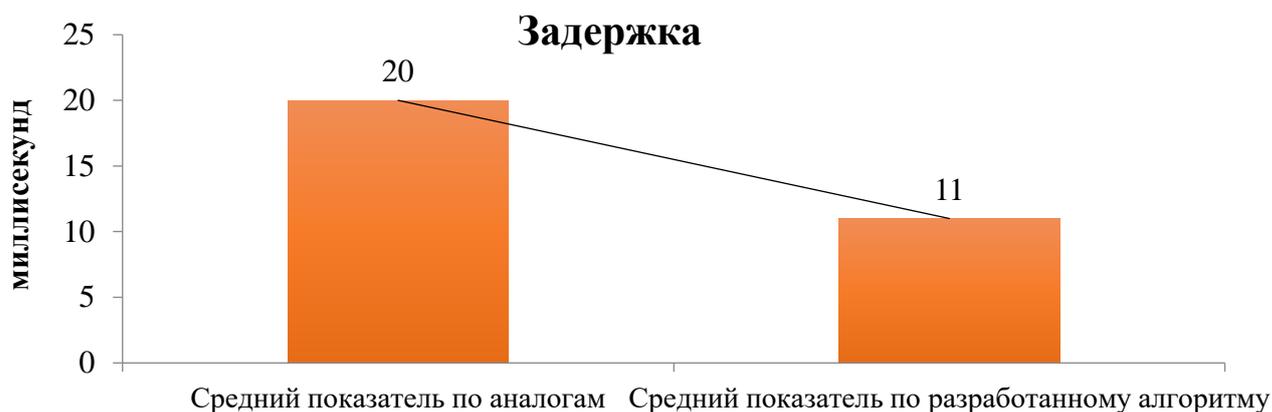


**Рисунок 3 – Сравнение средних значений пропускной способности у имеющихся аналогов и разработанного программного решения**

Таким образом, разработанное решение обладает большей пропускной способностью по сравнению со средними значениями аналогов.

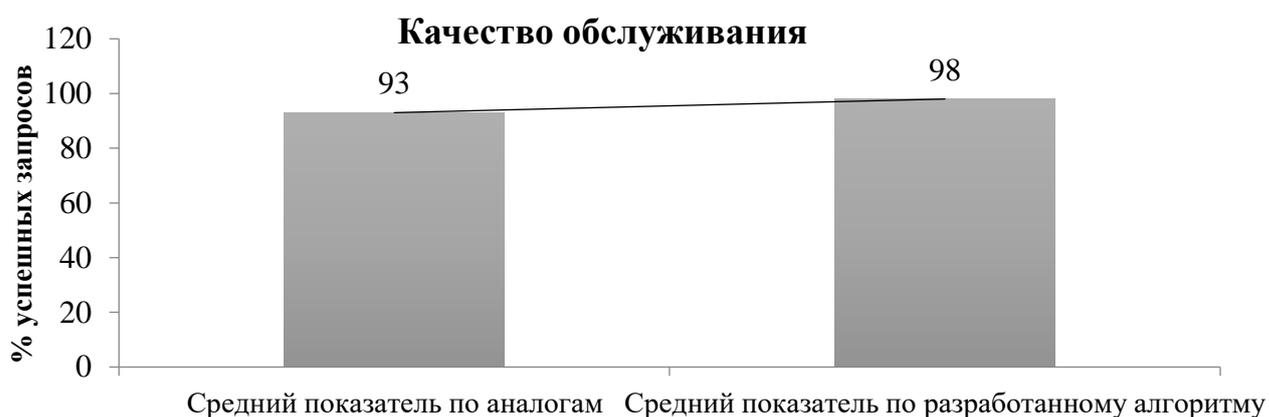
Сравнение средних значений задержки у аналогов и разработанного решения представлено на рисунке 4.

Так, средние значения задержки в разработанном решении ниже по сравнению со значениями у аналогов. Минимизация задержек улучшает пользовательский опыт и предотвращает возможные проблемы при потоковой.



**Рисунок 4 – Сравнение средних значений задержки у имеющихся аналогов и разработанного программного решения**

Сравнение средних значений качества обслуживания для существующих аналогов и разработанного программного решения представлено на рисунке 5.



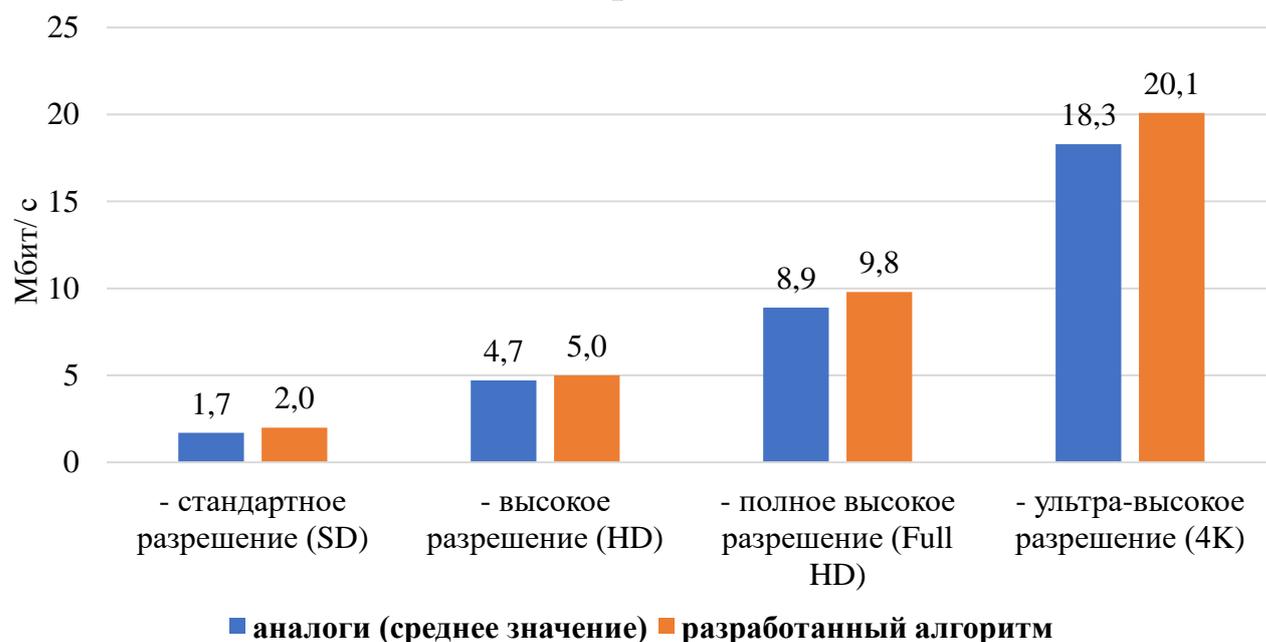
**Рисунок 5 – Сравнение средних значений качества обслуживания у имеющихся аналогов и разработанного программного решения**

Так, средние значения качества обслуживания разработанного решения выше по сравнению с аналогами. Улучшение качества обслуживания способствует повышению удовлетворенности пользователей и удержанию аудитории.

Сравнение средних значений минимальной производительности для существующих аналогов и разработанного программного решения представлено на рисунке 6.

Анализ данных показывает, что средние значения производительности разработанного решения превосходят аналогичные показатели у существующих аналогов. Эффективная работа программного решения позволяет пользователям оперативно получать доступ к контенту без проблем, что повышает их удовлетворенность и улучшает общий опыт использования сервиса.

## Минимальная производительность



**Рисунок 6 – Сравнение средних значений качества обслуживания у имеющихся аналогов и разработанного программного решения**

Более детальный сравнительный анализ разработанного программного средства с существующими аналогами по выделенным метрикам представлен в таблице 2.

**Таблица 2 – Сравнительный анализ разработанного программного средства с существующими аналогами**

Показатель	Ед. изм.	Значения		Изменение (+/-)	
		аналоги (среднее значение)	разработанный алгоритм	ед. изм.	%
1	2	3	4	5	6
<b>1. Минимальная производительность</b>					
- стандартное разрешение (SD)	Мбит/с.	1,7	2,0	+0,3	+17,6
- высокое разрешение (HD)	Мбит/с.	4,7	5,0	+0,3	+6,4
- полное высокое разрешение (Full HD)	Мбит/с.	8,9	9,8	+0,9	+10,1
- ультра-высокое разрешение (4K)	Мбит/с.	18,3	20,1	+1,8	+9,8
2. Задержка	миллисекунд	20	11	-9	-45,0
3. Качество обслуживания	процент успешных запросов	93	98	-5	+5,4

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6
4. Пропускная способность					
- стандартное разрешение (SD)	запросов/ с	100	113	+13	+13,0
- высокое разрешение (HD)	запросов/ с	500	593	+93	+18,6
- полное высокое разрешение (Full HD)	запросов/ с	1000	1122	+122	+12,2
- ультра-высокое разрешение (4K)	запросов/ с	2000	2153	+153	+7,7

Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы:

1 Разработанный алгоритм имеет более высокую минимальную производительность:

- в рамках стандартного разрешения – на 0,3 Мбит/ с или на 17,6 %;
- в рамках высокого разрешения – на 0,3 Мбит/ с или на 6,4 %;
- в рамках полного высокого разрешения – на 0,9 Мбит/ с или на 10,1 %;
- в рамках стандартного разрешения – на 1,8 Мбит/ с или на 9,8 %.

2 Разработанное программное решение обеспечивает меньшую длительность задержки (на 9 миллисекунд или на 45,0 %).

3 Предлагаемый алгоритм имеет более высокое качество обслуживания по сравнению с существующим аналогом (на 5 процентных пунктов).

4 Разработанный алгоритм имеет более высокую пропускную способность:

- в рамках стандартного разрешения – на 13 запросов/ с или на 13,0 %;
- в рамках высокого разрешения – на 93 запроса/ с или на 18,6 %;
- в рамках полного высокого разрешения – на 122 запроса/ с или на 12,2 %;
- в рамках стандартного разрешения – на 153 запроса/ с или на 7,7 %.

Таким образом, можно отметить, что разработанный алгоритм для получения потока видео-контента превосходит существующий аналог по ряду ключевых параметров, что делает его более эффективным и удобным в использовании.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании был проведен анализ технологий управления видеосервисом и выявлены основные функциональные требования к такому сервису, такие как управление контентом, обеспечение безопасности, управление лицензиями и доступом, а также поддержка различных форматов видео. Также были обозначены недостатки существующих программных решений, такие как высокая стоимость, проблемы совместимости, ограниченная функциональность и сложность настройки. В итоге было предложено создать новое программное решение с улучшенными характеристиками, такими как адаптивность, масштабируемость, пропускная способность, длительность задержек, качество обслуживания и производительность.

Разработанное программное средство, предназначенное для управления видео-контентом, представляет собой инновационный инструмент, который значительно упрощает процесс собирания, организации и предоставления видеоматериалов в разнообразных форматах и источниках. Это играет важную роль в современном медиа-пространстве, обеспечивая доступ к разнообразному видео-контенту и улучшая пользовательский опыт.

Агрегация видео-контента в рамках разработанной программы происходит через HTTP-запросы, отправляемые на API провайдеров. Получение осуществляется в JSON-виде, из которого считываются метаданные (длительность, описание, рейтинги и т. д.) и формируется объект. Далее объект метаданных записывается в базу.

Для обеспечения безопасности и защиты в разработанном программном средстве используется token-based authentication.

Масштабируемость программного средства при увеличении числа пользователей и объемов видео-контента имеет горизонтальный и вертикальный характер.

Таким образом, программное средство управления видео-контентом оказывает значительное воздействие на различные сферы деятельности, включая медиа, развлекательную индустрию, образование и бизнес. Оно способствует распространению и улучшению доступности видео-контента, обогащает информационное пространство и открывает новые перспективы для творчества и коммуникации.

В рамках проведенного исследования были выявлены существенные преимущества разработанного алгоритма по сравнению с существующими аналогами:

1 Разработанный алгоритм демонстрирует большую гибкость и удобство в использовании, что упрощает внесение изменений и масштабирование системы по сравнению с текущими аналогами.

2 Разработанный алгоритм имеет более высокую минимальную производительность:

- в рамках стандартного разрешения – на 0,3 Мбит/ с или на 17,6 %;
- в рамках высокого разрешения – на 0,3 Мбит/ с или на 6,4 %;
- в рамках полного высокого разрешения – на 0,9 Мбит/ с или на 10,1 %;
- в рамках стандартного разрешения – на 1,8 Мбит/ с или на 9,8 %.

Это указывает на возможность более высокой скорости передачи данных при просмотре видео в различных разрешениях.

3 Разработанное программное решение обеспечивает меньшую длительность задержки (на 9 миллисекунд или на 45,0 %). Полученные данные свидетельствуют о более быстрой реакции системы на запросы.

4 Предлагаемый алгоритм имеет более высокое качество обслуживания по сравнению с существующим аналогом (на 5 п. п.). Полученные данные свидетельствуют о том, что новый алгоритм обеспечивает более успешную обработку запросов пользователей.

5 Разработанный алгоритм имеет более высокую пропускную способность:

- в рамках стандартного разрешения – на 13 запросов/ с или на 13,0 %;
- в рамках высокого разрешения – на 93 запроса/ с или на 18,6 %;
- в рамках полного высокого разрешения – на 122 запроса/ с или на 12,2 %;
- в рамках стандартного разрешения – на 153 запроса/ с или на 7,7 %.

Это говорит о более эффективной передаче данных новым программным решением.

Разработанный алгоритм превосходит текущие аналоги по ключевым параметрам, обеспечивая более высокую производительность, сокращенную задержку, улучшенное качество обслуживания и увеличенную пропускную способность. Эти улучшения в совокупности повышают эффективность работы программного продукта, обеспечивая пользователям более быстрый, стабильный и качественный доступ к видеоконтенту.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о превосходстве разработанного алгоритма и его способности обеспечить быстрый и стабильный доступ к видеоконтенту.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Деренчук, В.И. Проектирование алгоритмов обеспечения работы видеосервиса / В.И. Деренчук // Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам LXXVIII междунар. науч.-практ. конф. — № 11(72). — М., Изд. «Интернаука», 2023. — С. 110–116.

2. Болтак, С. В. Проблемы дешифрования в криптосистеме Рабина / С. В. Болтак, В. И. Деренчук // Компьютерные системы и сети : сборник статей 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2023. – С. 143–144.

3. Деренчук, В. И. Классификация данных прецизионной моделью нейронной сети = Data classification with a precision neural network model / В. И. Деренчук, С. В. Болтак, Г. М. Рябинкин // Компьютерные системы и сети : сборник статей 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2023. – С. 156–159.

4. Рябинкин, Г. М. Расширение возможностей языка программирования за счёт добавления средств поддержки различных парадигм программирования / Г. М. Рябинкин, В. И. Деренчук // Информационные технологии и системы 2022 (ИТС 2022) = Information Technologies and Systems 2022 (ITS 2022) : материалы Международной научной конференции, Минск, 23 ноября 2022 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 41–42.

5. Деренчук, В. И. Использование чат-ботов для построения персонализированной траектории обучения = Using chatbots to build a personalized learning path / В. И. Деренчук, Г. М. Рябинкин // Высшее техническое образование : проблемы и пути развития = Engineering education: challenges and developments : материалы XI Международной научно-методической конференции, Минск, 24 ноября 2022 года / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск : БГУИР, 2022. – С. 58–64.