



Д.Д. Пилясова, О.В. Кононова,
Д.Н. Бархатов

**Проектирование банка цифровых
решений города: особенности
реализации**

Рекомендуемая форма библиографической ссылки

Пилясова Д.Д., Кононова О.В., Бархатов Д.Н. Проектирование банка цифровых решений города: особенности реализации // Научный сервис в сети Интернет: труды XXII Всероссийской научной конференции (21-25 сентября 2020 г., онлайн). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2020. — С. 539-552.

<https://doi.org/10.20948/abrau-2020-36>

<https://keldysh.ru/abrau/2020/theses/36.pdf>

Видеозапись выступления

Проектирование банка цифровых решений города: особенности реализации

Д.Д. Пилясова¹, О.В. Кононова¹, Д.Н. Бархатов²

¹ *Университет ИТМО*

² *ООО «В Контакте»*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы проектирования и реализации банка цифровых решений для проектов городских цифровых инициатив и проектов Умный город. Идея создания банка цифровых решений возникла как следствие того факта, что при наличии планов и программ по цифровизации городов или отдельных городских сфер деятельности на федеральном и региональном уровнях, отсутствуют и опыт реализации цифровых решений на местах, и инструмент для интеллектуальной поддержки и осознанного выбора цифровых решений. Результаты сравнительного анализа городских практик, учитывающих местные особенности – характеристики, определяющие уникальность городской экосистемы, позволили максимально адаптировать продукт к потребностям пользователей. Банк цифровых решений имеет широкое применение, хотя проектировался в первую очередь для нужд сферы образования и культуры. Особенности реализации банка цифровых решений являются: учет опыта создания подобных продуктов с учетом потребностей сфер образования и культуры; использование типологизации городов, взявших курс на цифровизацию; использование идентификаторов Дублинского ядра для формирования структуры и мета-описания банка; конструктивные решения, обеспечивающие оптимальные показатели скорости ответа на запросы и гибкость системы.

Ключевые слова: Банк цифровых решений, Умный город, Образование, Культура, Архитектура умного города, Типология городов

Designing a bank of digital city solutions: implementation features

D.D. Pilyasova¹, O.V. Kononova¹, D.N. Barkhatov²

¹ *ITMO University*

² *“V Kontakte” LLC*

Abstract. The paper presents issues of design and implementation of a digital solutions bank for urban digital initiatives and Smart city projects. The

idea of a digital solutions bank creation came up because of if even there are plans and programs for cities' digitalization or individual urban areas at the Federal and regional levels, there is no experience in implementing digital solutions locally and no tool for intellectual support and deliberate choice of digital solutions. The comparative analysis results of urban practices, which consider local characteristics that determine urban ecosystem uniqueness, allowed us to adapt product to the users' needs as much as possible. Although it has been designed primarily for the education and culture needs the digital solutions bank has a widespread application. Here are the features of digital solutions bank implementation: considering experience of creating such products considering education and culture needs; using cities' typology that have taken a course towards digitalization; using identifiers of Dublin core to form the structure and meta description of the bank; constructive solutions that provide optimal indicators of responses speed to requests and system flexibility.

Keywords: Bank of digital city solutions, Smart city, Education, Culture, Smart City Architecture, Typology of cities

Введение

С каждым годом цифровизация как отдельных городов, так и регионов, становится более заметна. Цифровизация позволяет всестороннее развивать экономические показатели и повышать, в первую очередь, уровень жизни граждан.

К цифровому развитию городов можно также отнести как отдельные инициативы и проекты, так и всеобъемлющие проекты, выполняемые в соответствии с программой «Умный город». Программа «Проект Цифровизации городского хозяйства «Умный город»» [1] реализуется при поддержке Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в рамках национальных проектов «Жилье и городская среда» и «Цифровая экономика».

Акцентирование внимания в исследовании на сферы образования и культуры обусловлено не только необходимостью их развития, за счет применения цифровых технологий поскольку анализ показал, что как в мировой, так и в Российской практике, этим сферам уделяется недостаточно внимания (Таблица 1), опыт цифровизации этих сфер УГ разобщен и не систематизирован.

Таблица 1. – Процент городов, развивающих сегменты

Умный город (УГ): Сферы реализации	Количество городов (%), реализующих проект УГ по сферам
Экономика	66%
Образование	72%
Энергетика	50%
Вода и санитария	33%
Окружающая среда	72%
Финансы	33%

Управление	77%
Здравоохранение	83%
Отдых	72%
Культура	50%
Безопасность	38%
Кров	55%
Телекоммуникации и инновации	50%
Транспорт	100%
Градостроительство	66%
Сточные воды	27%

Несмотря на то, что образование и культура не являются первоочередными сферами, за которые берутся городские власти и инициативные группы, участвующие в реализациях проектов УГ, эти сферы имеют высокую общественную значимость и интерес со стороны горожан. Это доказывает проведенное в рамках проекта «Умный Санкт-Петербург» социологическое исследование, которое показало, что жители Санкт-Петербурга заинтересованы в развитии социальной сферы при реализации проекта «Умный город Санкт-Петербург» [2]. Один из 5 принципов программ «Умный город» также декларирует ориентацию на человека и его потребности, что подтверждает актуальность исследования и предлагаемого проектного решения.

Проведя анализ развития регионов в России и мире было выявлено, что сферам образования и культуры уделяется недостаточно внимания, поскольку данные сферы являются сложными для цифровизации, в связи с их высоким социальным фактором. Однако, все-таки существует множество удачных примеров решений, реализованных в рамках различных проектов. Именно поэтому возникает необходимость агрегировать и неким образом систематизировать подобные примеры. Для этого был разработан банк цифровых решений в сферах образования и культуры, который, в последствии можно будет расширить на любые необходимые сферы.

Банк цифровых решений, разработанный для сфер образования и культуры, является универсальным инструментом поддержки принятия решений в области городского управления. Банк позволяет ознакомиться с наиболее удачными цифровыми решениями и подобрать те, которые гармонично впишутся в существующую экосистему.

1. Архитектура Умного города и типология городов

Исследователи работают над определением общей архитектуры умного города, чтобы облегчить разработку и внедрение информационных и коммуникационных технологий умных городов в будущем. Проведя анализ архитектур УГ [2-6], и принимая во внимание цели умных городов и показатели, обозначенные в стандартах, были выделены следующие

минимально необходимый набор элементов архитектуры УГ для последующего рассмотрения применения для моделирования архитектур образования и культуры, состоящих из: слоя технических элементов; слоя передачи данных; слоя работы с данными; слоя интерфейсов и технологий; слоя потребителей. Архитектура умного города представлена на Рисунке 1.

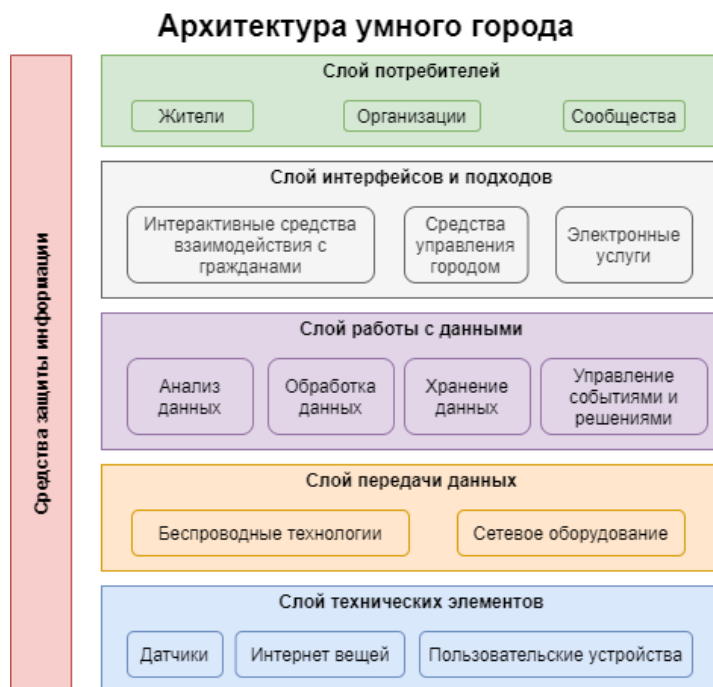


Рис. 1. Архитектура Умного города

Отличительной особенностью предложенного подхода к описанию архитектуры является: заполнение таблиц производится «сверху вниз с 1 по 5 слой», т.е. в первую очередь выявляются заинтересованные стороны (слой потребителей), далее выявляются предлагаемые для каждого из них существующие или внедряемые на рынке интерфейсы и подходы, при этом интерфейсы включают в себя один или несколько подходов, затем описывается работа с данными в каждом из них, и в последнюю очередь выявляются применяемые технологии передачи данных и технические элементы. Дублирующийся элемент не записывается повторно.

После определения потребностей необходимо выявить особенности региона для дальнейшего определения, какие решения наиболее удачно применить в каждом конкретном случае [7]. Для описания можно обратиться к классификации и типологизации городов. Существует множество подходов к классификации и типологизации городов. Так, например, классификация городов для градостроительных целей может основываться на следующих основных признаках: численности населения; административно-политическом значении (общесоюзный, республиканский, областной, краевой, районный центр); народнохозяйственном значении (промышленный центр, транспортный узел, порт, город-курорт); природных и исторических особенностях.

2. Результаты анализ опыта реализаций банков цифровых решений

Для банка решения были собраны все найденные подходы к классификации, а также предусмотрена возможность добавления новых, если такая необходимость возникнет. Благодаря этому появляется возможность наиболее полно описать город, используя систему «тегов» - характеристик, описывающих особенности города.

Рассмотрев город можно получить наиболее полное представление о потребностях и особенностях. Изучив потребности и особенности необходимо сформировать рекомендации для реализации проектов «Умный город». Для этого можно воспользоваться «Банком решений» - списком успешных практик, применяемых для реализации проекта. Упомянутый ранее «Банк решений Умного Города» и созданный при поддержке Минстроя России содержит реестр проектов (на ноябрь 2019 года их всего 358), обязательным условием размещения в котором является то, что проект уже должен быть реализован на территории РФ. Таким образом отсеивается большой пласт общемировых успешных практик. Также на платформе нет возможности фильтрации проектов, относящиеся к сферам образования и культуры, и отсутствует функция подбора проектов в зависимости от особенностей города.

Для проектирования «Банка цифровых решений» был рассмотрен опыт реализации подобных банков. Было выявлено что ни один из них не удовлетворяет потребностям, возникающим при реализации проектов «Умный город» в сферах образование и культура [9-11]. Результаты сравнительного анализа рассмотренных банков решений представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Результаты сравнительного анализа

Название банка	Назначение	Фильтрация по сферам	Возможность фильтровать по особенностям и характеристикам города
ЭБД кейсов политической геймификации	Сбор и анализ информации о случаях использования геймификации в политической деятельности	Нет	Нет
База практик умного города, созданная ICT.MOSCOW и ДИТ Москвы	Сбор данных о решениях «Умного города», изучение международных и российских практик, а также поиск новых идей для развития существующих проектов	Нет	Нет

«Банк решений Умного города» Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации	Сбор данных о Российских реализованных решениях «Умного города»	Нет	Нет
Проектируемый «Банк цифровых решений в сферах образование и культура»	Сбор и анализ данных о цифровых решениях в сфере образование и культура, поиск решений по определенным характеристикам города	Только сферы образования и культуры	Да

3. Назначение и функциональные возможности Банка цифровых решений

Банк цифровых решений в сферах образования и культуры должен являться единым централизованным ресурсом, в котором размещены данные о успешных проектах, реализованных в рамках проектов цифровизации в сферах образования и культуры. Система должна позволять производить поиск по различным критериям, а именно: город реализации, тип города, тип решения, название, сфера, стоимость реализации. Публикация решения возможна только при предоставлении полной информации о нем, при этом система сама производит классификацию и разметку документа. Для понимания вектора развития сфер образование и культура в рамках определенного города необходимо определить особенности города, потребности и рассмотреть уже имеющийся опыт. Для определения особенностей города можно воспользоваться одной из предложенных в системе классификаций.

Основываясь на типе города можно отобрать лишь те решения, которые будут вписываться в основное направление городского развития. Также для определения особенностей города можно воспользоваться архитектурным подходом. Исследователи работают над определением общей архитектуры умного города, чтобы облегчить разработку умных городов в будущем. Однако возможность определения универсальной архитектуры «умного города» для развертывания в реальном мире далека от реальности, хотя теоретически выполнима. Резкие изменения в требуемых функциях от города к городу ограничивают универсальную архитектуру.

4. Проектирование банка цифровых решений в сферах образования и культуры

На основе анализа бизнес-процессов работы с банком цифровых решений в сферах образования и культуры построена интегрированная модель автоматизированной системы в соответствии с нотацией UML 2.0 и представлена в виде диаграммы вариантов использования банка цифровых решений в сферах образование и культура на рис. 2.

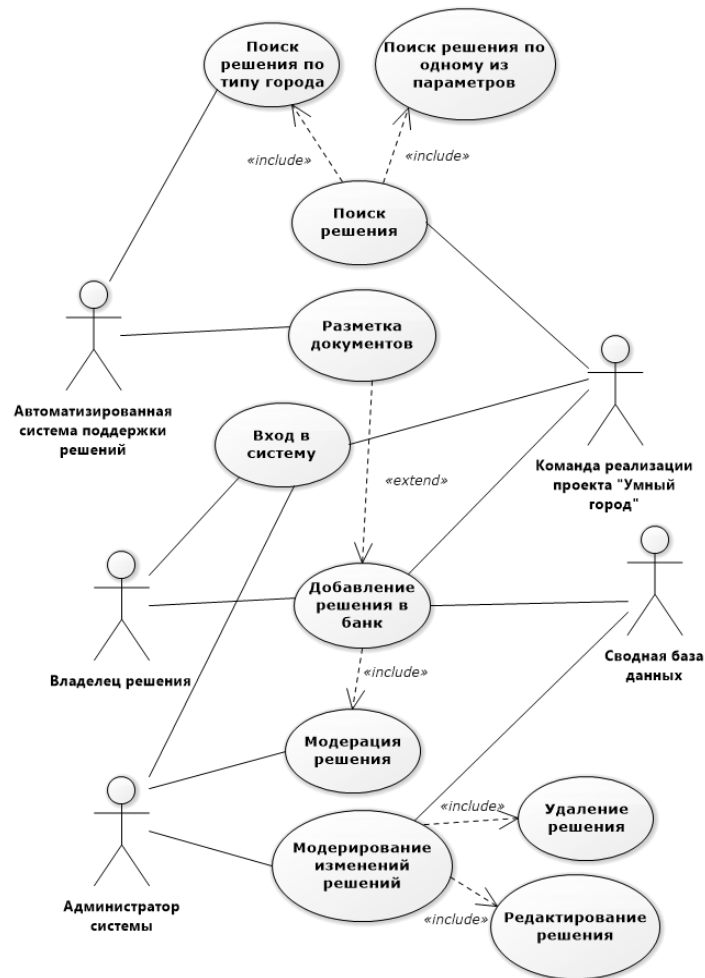


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования банка цифровых решений в сферах образование и культура

Исходя из анализа рассмотренных решений и принимая во внимание опыт реализации существующих банков цифровых решений были выделены следующие общие и необходимые элементы для описания цифровых решений в сферах образования и культуры: название; владелец; описание; источник; язык; информация о реализации; затраты; эффекты; дата начала реализации; дата окончания реализации; дата публикации. Также для выполнения задач поиска решения по характеристикам города необходимо иметь информацию о городе, в котором реализуется решение, его характеристиках и особенностях.

Решения, которые размещаются и хранятся в банке представляют собой описание проектов, реализованных в рамках программ и проектов цифровизации городских сфер, в первую очередь для сфер образование и культура. Для удобного поиска решения предусмотрена возможность фильтрации кейсов по выбранной сфере. Решение должно быть полно и понятно описано. Для того, чтобы сформировать мета-описание решения были проанализированы 158 решений, относящихся к сферам образования и культуры, и было выявлено, что существуют как достаточно часто встречающиеся поля (такие как название, язык и т. д.), так и достаточно редкие (например, экономические эффекты).

Для разработки структуры и мета-описания цифровых решений, размещаемых в банке цифровых решений, используется семантическая сеть основных понятий английского языка, предназначенный для унификации метаданных – Дублинское ядро («Dublin Core»). Набор элементов метаданных Dublin Core представляет собой словарь, состоящий из элементов, используемых для описания ресурсов. Набор описываемых свойств носит общий базовый характер и может быть использован для описания самых разных ресурсов. Для описания решения были использованы такие параметры как: название, владелец, описание, источник, язык. Использование Дублинского ядра позволило унифицировать описание решения и избежать избыточности информации. Данная структура обеспечивает полноту данных и позволяет искать по любому столбцу, комбинации столбцов, производить любые операции, в том числе и контекстный поиск.

Для построения информационно-логической модели данных было использовано CASE-средство – ComputerAssociates ErWin7.3. Информационно-логическая модель, выполненная в нотации IDEF1X, отображает сущности базы данных, состоящие из атрибутов (рис. 3).

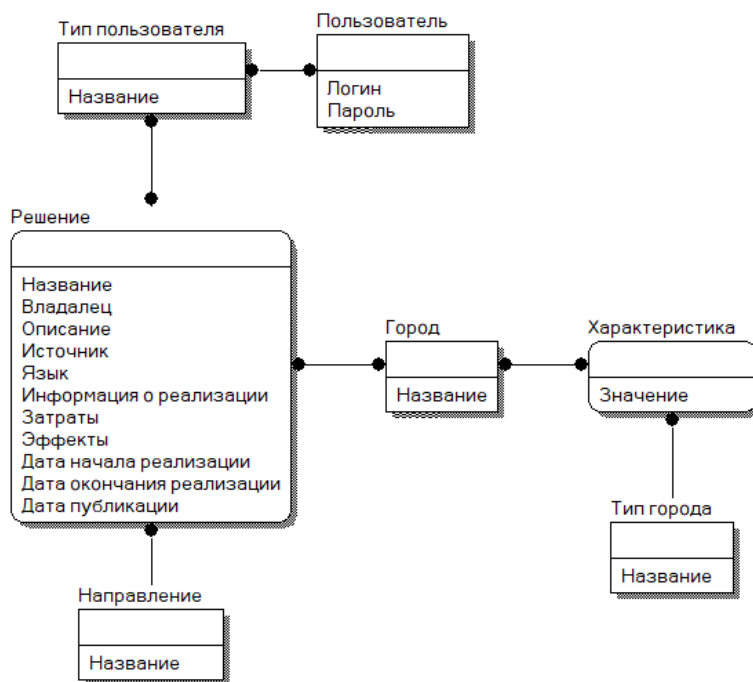


Рис. 3. Полная атрибутивная модель

Предлагаемая структура, сущности и связи в архитектуре базы данных позволят осуществлять поиск решений по характеристикам города, а также производить выборку решений по сферам. Стоит отметить, что технология поиска может быть применена к любым сферам, не только к образованию и культуре. Предложенная структура позволит хранить необходимую и полную информацию о решении [12].

Диаграмма физической модели базы данных, разработанная в нотации EER представлена на рис. 4.

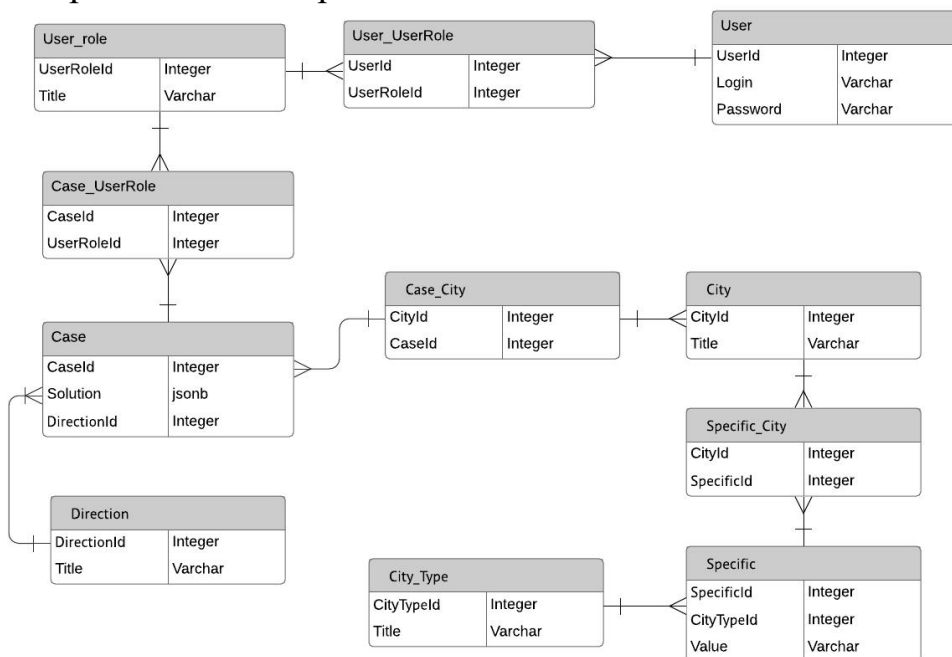


Рис. 4. Физическая модель данных

На основании логической информационной модели произведена разработка проекта базы данных с учетом особенностей генерирования данной модели на сервер PostgreSQL. Для проектирования использовался инструмент PgAdmin версии 4.19.

Поле Solution формата jsonb позволяет достичь необходимой гибкости. Во-первых, обеспечивается достаточно произвольный формат данных (например, можно в поле окончания написать дату, а можно текст или ничего не писать). Во-вторых, это добавляет гибкости – можно некоторое количество «решений» написать в одном формате, а в последствии, из-за каких-либо причин, изменить формат, при этом не придется менять структуру таблицы (добавлять колонки, удалять колонки, обновлять данные). Таким образом в jsonb можно писать любую информацию в любом удобном виде, и обработку этой информации переложить на код.

Компонентная архитектура системы представлена на рис. 5.

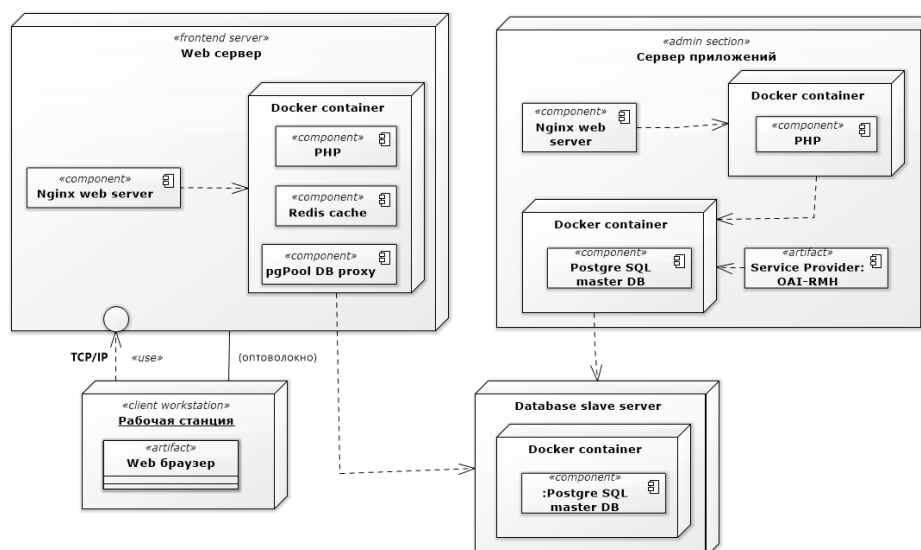


Рис. 5. Диаграмма развертывания информационной системы Банк цифровых решений в сферах образования и культуры

Для реализации связи СУБД, используемой в информационной системе с прикладной программой, требуется профессиональное администрирование: для обеспечения информационного обмена между компонентами внутри системы требуются локально-вычислительная сеть.

Связь между компонентами информационной системы осуществляется программно с использованием стандартных технологий интеграции программного обеспечения.

Контейнеризация позволяет быстро разворачивать части приложения (к примеру, поднять быстро N фронт-серверов или N реплик БД) и быстро и надежно их перемещать между физическим железом, если возникает такая необходимость. Кроме того, это позволит, к примеру, на одной

физической машине поднять несколько узлов разом (к примеру, на одном сервере с высокими характеристиками запустить все узлы системы). Использование master-slave репликации позволяет записывать данные всегда только в мастер, а получать - из необходимого количества слейвов. Мастер нужно поместить в контейнер, чтобы его быстро можно было перемещать при необходимости (например, перевезти в другой датацентр), а слейвы в контейнерах нужны прежде всего, для того, чтобы быстро их разворачивать. Master-slave репликация увеличивает пропускную способность всего решения в целом и добавляет отказоустойчивости.

Фронт-сервер нужно контейнеризовать таким образом, чтобы внутри одного контейнера был исполняемый код (PHP), кэш данных для него (redis) и прокси, который знает про все слейвы (pgpool). А находиться в одном контейнере они должны для того, чтобы исключить сетевые задержки между узлами контейнера - ситуацию, при которой понадобится отдельно держать код, а отдельно прокси для базы данных, представить невозможно. Практичнее будет развернуть прокси и кэш на локальном сокете рядом с исполняемым кодом.

Наполнение базы данных происходит из источников, таких как: сайты проектов, сайты администраций городов, СМИ с помощью специалистов, которые добавляют найденную информацию, связанную с решением в поля формы ввода. Для каждого специалиста заводится аккаунт с правами редактирования. Планируется что наполненности банка будет достаточно для того, чтобы команды цифровизации на основании имеющегося опыта реализовывали свой проект.

5. Заключение

Результатом исследования стал банк цифровых решений, являющийся одним из инструментов, который можно использовать при развитии сфер образования и культуры в рамках проектов цифровизации регионов и «Умный город». Полученный результат опубликован в открытом доступе (с апреля 2020 г.) на портале «Банк цифровых решений города в сферах образования и культуры» в тестовом режиме.

При проектировании банка цифровых решений были учтены опыт создания подобных продуктов и потребности сфер образования и культуры. Отличительными особенностями от существующих продуктов стали: акцент на сферах образования и культуры, и возможность поиска в зависимости от особенностей региона. Для обеспечения поиска решений, в зависимости от особенностей региона, была введена система «тегов» для типологизации городов. Для мета-описания были использованы идентификаторы Дублинского ядра, что позволило описать решение избежав избыточности информации. Также при проектировании были применены ряд конструктивных особенностей, обеспечивших оптимальные показатели скорости ответа на запросы и гибкость системы.

В перспективе базовые программно-технологические и методические решения, примененные при разработке банка цифровых решений для сфер образования и культуры, можно адаптировать для любой из сфер городской деятельности.

Литература

1. Проект цифровизации городского хозяйства «Умный город» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minstroyrf.ru/trades/gorodskaya-sreda/proekt-tsifrovizatsii-gorodskogo-khozyaystva-umnyu-gorod/> (дата обращения 12.05.2020).
2. Приложение №2 к концепции внедрения технологий умного города в Санкт-Петербурге «Умный Санкт-Петербург» Проблемный анализ ситуации в Санкт-Петербурге // Санкт-Петербург. 2018.
2. Митягин С.А., Карсаков А.С., Бухановский А.В., Васильев В.Н., «Умный Санкт-Петербург»: комплексный подход к внедрению информационных технологий управления мегаполисом // «Вестник Электроники» 2019 №1 (65).
3. Gaura, V. Scotneya, G. Parra, S. McClean Smart City Architecture and its Applications based on IoT // The 5th International Symposium on Internet of Ubiquitous and Pervasive Things, 2015.
4. Cisco, официальный сайт компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cisco.com/c/dam/m/ru_ru/internet-of-everything-iae/assets/pdfs/celc-iggirkin-smartcity-overview.pdf (дата обращения 30.03.2019).
5. Robinson R., The new architecture of Smart Cities. – URL: <https://theurbantechnologist.com/2012/09/26/the-new-architecture-of-smart-cities/> (дата обращения 05.04.2019).
6. Bhagya N. S., Murad K., Kijun H. Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities // Sustainable Cities and Society, 2018.
7. Бабюх В.А., Кайсарова Ж.Е. Понятие «Город» и типологизация городов: проблемы соотношения при определении даты возникновения городских поселений // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №20.
8. Smart learning environments of the future [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://forumvirium.fi/en/smart-learning-environments-of-the-future> (дата обращения: 28.01.2020).
9. Pro IoT: ICT.MOSCOW и ДИТ Москвы создали базу практик умного города [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://pro-iot.pro/materials/iot-rynok/news/ict-moscow-i-dit-moskvy-sozdali-bazu-praktik-umnogo-goroda/> (дата обращения: 28.01.2020).
10. «Банк решений Умного города» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://russiasmartcity.ru/> (дата обращения: 13.03.2020).

11. База практик умного города [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ict.moscow/projects/smart-cities/> (дата обращения: 13.03.2020).
12. Базы данных. Практическое применение СУБД SQL и NoSQL-типа для проектирования информационных систем: учеб. пособие / С.А. Мартишин, В. Л. Симонов, М. В. Храпченко. — М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. — 368 с.

References

1. Projekt tsifrovizatsii gorodskogo khozyaystva «Umnyy gorod» [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <https://www.minstroyrf.ru/trades/gorodskaya-sreda/proekt-tsifrovizatsii-gorodskogo-khozyaystva-umnyy-gorod/> (data obrashcheniya 12.05.2020).
2. Prilozheniye №2 k kontseptsii vnedreniya tekhnologiy umnogo goroda v Sankt-Peterburge «Umnyy Sankt-Peterburg» Problemnyy analiz situatsii v Sankt-Peterburge // Sankt-Peterburg. 2018.
2. Mityagin S.A., Karsakov A.S., Bukhanovskiy A.V., Vasil'yev V.N., «Umnyy Sankt-Peterburg»: kompleksnyy podkhod k vnedreniyu informatsionnykh tekhnologiy upravleniya megapolisom // «Vestnik Elektroniki» 2019 №1 (65).
3. Gaura, B. Skotneya, G. Parra, S. MakKlin. Arkhitektura umnogo goroda i yeye prilozheniya na osnove IoT // 5-y Mezhdunarodnyy simpozium po povsemestnomu rasprostraneniyu Interneta.
4. Sisco, ofitsial'nyy sayt kompanii [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: https://www.cisco.com/c/dam/m/ru_ru/internet-of-everything-ioe/iac/assets/pdfs/celc-iggirkin-smartcity-overview.pdf (data obrashcheniya 30.03. 2019).
5. Robinson R. Novaya arkhitektura umnykh gorodov. - URL: <https://theurbantechnologist.com/2012/09/26/the-new-architecture-of-smart-cities/> (data obrashcheniya 05.04.2019).
6. Bkhag'ya N. S., Murad K., Kidzhun KH. Na puti k ustoychivym umnym gorodam: obzor tendentsiy, arkhitektury, komponentov i otkrytykh zadach v umnykh gorodakh // Ustoychivyye goroda i obshchestvo, 2018.
7. Babyukh V.A., Kaysarova ZH.Ye. Ponyatiye «Gorod» i tipologizatsiya gorodov: problemy vzaimootnosheniy pri poseshchenii gorodov i poseleniy // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. №20.
8. Umnaya uchebnaya sreda budushchego [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <https://forumvirium.fi/en/smart-learning-environments-of-the-future> (data obrashcheniya: 28.01.2020).
9. Pro IoT: ICT.MOSCOW i DIT Moskvyy sozdali bazu praktikuyushchikh umnogo goroda [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://pro-iot.pro/materials/iot-rynok/news/ict-moscow-i-dit-moskvy-sozdali-bazu-praktik-umnogo-goroda/> (data obrashcheniya: 28.01.2020).

10. «Bank resheniy Umnogo goroda» [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <https://russiasmartcity.ru/> (data obrashcheniya: 13.03.2020).
11. Baza praktik umnogo goroda [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <https://ict.moscow/projects/smart-cities/> (data obrashcheniya: 13.03.2020).
12. Bazy dannykh. Prakticheskoye primeneniye SUBD SQL i NoSQL-tip dlya proyektirovaniya informatsionnykh sistem: ucheb. posobiye / S.A. Martishin, V.L. Simonov, M.V. Khrapchenko. - M .: ID «FORUM»: INFRA-M, 2018. - 368 s.