

Информационные и интеллектуальные технологии

УДК 004.550

DOI:10.25729/ESI.2024.33.1.013

Разработка виртуальных пространств с интеллектуальным адаптивным интерфейсом для цифровых геологических систем

Ерёменко Виталий Сергеевич¹, Наумова Вера Викторовна¹, Загумённов Алексей Андреевич²

¹Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН,
Россия, Москва, *vitaer@gmail.com*

²Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН,
Россия, Владивосток

Аннотация. Статья посвящена разработке и последующей программной реализации подхода по созданию виртуального рабочего пространства с интеллектуальным адаптивным интерфейсом. В статье рассматриваются существующие решения для организации виртуальных рабочих мест, формулируются основные требования к виртуальному рабочему пространству и предлагается структура программного решения. Демонстрируется прототип разработанной программной платформы.

Ключевые слова: виртуальное рабочее пространство, web-сервис, программная платформа

Цитирование: Ерёменко В.С. Разработка виртуальных пространств с интеллектуальным адаптивным интерфейсом для цифровых геологических систем / В.С. Ерёменко, В.В. Наумова, А.А. Загумённов // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2024. – № 1(33). – С. 146-153. – DOI:10.25729/ESI.2024.33.1.013.

Введение. Целью данной работы является проектирование программной системы, предоставляющей исследователям единую точку доступа к научным данным и сервисам их обработки, анализа и визуализации в формате совместной работы в виртуальном рабочем пространстве с интеллектуальным адаптивным интерфейсом для решения геологических задач.

1. Обзор существующих систем и решений. Виртуальное рабочее пространство предполагает возможность удалённой работы пользователей в режиме рабочего стола в привычном окружении и с требуемым программным обеспечением. Существует несколько основных подходов для организации виртуального рабочего пространства:

- Virtual Desktop Infrastructure (VDI) – программно-аппаратный комплекс для централизованного создания виртуальных рабочих столов. Чаще всего такой подход предполагает наличие на стороне сервера набора виртуальных машин с клиентскими операционными системами и программным обеспечением. Каждая виртуальная машина работает независимо от других. Пользователь получает доступ к своему образу операционной системы удалённо через клиентское приложение.
- Remote Desktop Services (RDS) – клиент-серверная технология виртуализации рабочих мест, в которой пользователи совместно используют операционную среду сервера, программы и аппаратные ресурсы.

Оба варианта виртуализации рабочего пространства требуют значительных аппаратных ресурсов, позволяющих размещать набор образов операционных систем (в случае VDI), либо организовывать централизованный доступ к ресурсам одной операционной системы и её программного обеспечения (в случае RDS) для совместного использования несколькими клиентами. При этом настройка необходимого программного обеспечения выполняется либо самим пользователем, либо администратором поставщика услуги.

Ещё одним вариантом организации виртуального рабочего пространства является использование технологий виртуальной и дополненной реальности, предоставляющие пользователю возможность работы с привычными ему программными приложениями, используя VR-гарнитуру как инструмент для взаимодействия с приложениями и их визуализации [1].

Современное развитие web-технологий позволяет организовать виртуальное рабочее пространство в облачной среде, предоставляя пользователю рабочий стол в виде web-приложения, с набором программного обеспечения в формате облачных сервисов. Примером данного подхода являются облачные решения в рамках моделей Software as a Service (SaaS) и Platform as a Service (PaaS). Такой подход менее требователен к аппаратным ресурсам центральной программной платформы, т.к. выполнение рабочих процессов происходит на удалённых территориально-распределённых серверах поставщиков сервисов [2, 3]. Однако типовые разрабатываемые решения ориентированы под различные бизнес-задачи, и их сложно адаптировать под задачи поддержки научных исследований [4].

2. Проектирование виртуальных пространств с интеллектуальным адаптивным интерфейсом для цифровых геологических систем. Виртуальное рабочее пространство позволяет в интерактивном режиме получить доступ к наборам данных, сервисам их обработки, анализа и визуализации для решения определённой исследовательской задачи в рамках одной программной системы. Привычный пользователю графический интерфейс, используемый в современных операционных системах, позволяет упростить процесс взаимодействия с доступными в системе инструментами. Таким образом, можно выделить следующие основные требования к виртуальному рабочему пространству:

- возможность работы с данными и сервисами обработки совместно с другими пользователями;
- интерактивный пользовательский интерфейс в web-браузере в привычном пользователю формате рабочего окружения;
- расширение функциональности посредством подключения плагинов.

На основе поставленных требований можно сформулировать следующие функциональные требования:

- управление пользователями (регистрация, авторизация, редактирование аккаунта и т.д.);
- управление данными (загрузка, скачивание, редактирование, удаление);
- управление плагинами (добавление, удаление, включение/отключение);
- администрирование (управление системой, мониторинг, логирование и т.д.).

Для реализации сформулированных требований предлагается использовать программную платформу, включающую в себя следующие основные элементы:

- Ядро платформы – набор базовых компонентов платформы, обеспечивающий минимальную функциональность, необходимую для работы платформы. Ядро включает в себя компоненты по управлению пользователями, управлению данными и администрированию.
- Плагины – внешние программные модули, реализованные согласно определённым требованиям, позволяющие расширить существующую функциональность платформы.
- Пользовательский web-интерфейс – интерфейс для взаимодействия пользователей с платформой через web-браузер в интерактивном режиме.

В качестве инструментов для реализации требуемых функций рабочего пространства можно рассмотреть ряд существующих решений. Программные системы для организации совместной работы пользователей над одним или несколькими проектами позволяют управлять участниками проекта, списком задач, связанными ресурсами, а также следить за ходом выполнения проектов и формировать отчёты. Среди них можно выделить следующие системы:

- Trello – планировщик задач, который позволяет пользователям управлять проектами, рабочими процессами и заданиями любых типов [5]. Предоставляет возможность составления списка задач, добавления файлов, интеграции с внешними системами и автомати-

зации процессов. Основными элементами проекта являются карточки, описывающие задачи проекта; колонки, группирующие карточки; и доски, состоящие из набора сгруппированных по колонкам карточек, представляющие отдельный проект.

- Jira – платформа для управления проектами, задачами и отслеживания ошибок [6]. Платформа предназначена, в первую очередь, для разработчиков и ведения agile-проектов.
- Migo – интерактивная онлайн-доска для совместной работы команд [7]. Она позволяет пользователям писать, рисовать, добавлять файлы, делиться комментариями, управлять проектами в режиме канбан-доски.
- Notion – приложение, которое предоставляет такие компоненты, как базы данных, канбан-доски, вики, календари и напоминания [8]. Пользователи могут подключать эти компоненты для создания собственных систем управления знаниями, ведения заметок, управления данными, управления проектами и другими. Эти компоненты и системы могут использоваться индивидуально или совместно с другими.
- Yandex Tracker – сервис для совместной работы и организации процессов в компании [9]. В основном используется командами разработчиков по методологии agile, а также для ведения документооборота и создания отчётов по проектам.

Описанные выше программные системы являются универсальными инструментами для организации коллективной работы пользователей без учёта специфики определённой предметной области или категорий задач. Их основными функциями являются распределение задач между участниками проекта, отслеживание текущего статуса каждой задачи в проекте с возможностью формирования отчётов, ведение документации, фиксация замечаний и ошибок и т.д.

Среди систем для совместного просмотра и редактирования данных можно выделить следующие:

- Google Документы – офисный пакет, разработанный компанией Google, который помогает пользователям создавать и редактировать документы, электронные таблицы и презентации в облаке [10]. Поддерживает работу с документами форматов Microsoft Word и PDF. Сохранять результаты можно в форматах DOCX, PDF, ODT, RTF, TXT и HTML.
- Microsoft Office Online – это онлайн-пакет офисных приложений, который позволяет пользователям создавать и редактировать файлы, используя облегченные веб-версии приложений Microsoft Office: Word, Excel, PowerPoint, OneNote [11].

Использование таких систем позволяет организовать программную инфраструктуру для более эффективного решения задач в совместном режиме. При необходимости вышеперечисленные системы можно подключить к разрабатываемой платформе с помощью системы плагинов.

3. Разработка виртуальных пространств с интеллектуальным адаптивным интерфейсом для цифровых геологических систем. Разработка виртуального рабочего пространства для цифровых геологических систем ведётся на базе информационно-аналитической среды для поддержки научных исследований в геологии GeologyScience.ru [12 - 14].

В настоящий момент реализован прототип виртуального рабочего пространства (<https://workplace.geologyscience.ru>). Ядро платформы включает в себя реализованные компоненты управления пользователями и управления данными (рис. 1).

Важным подходом при разработке пространства является поддержка интерфейса на естественном языке для постановки и решения самых разнообразных геологических задач. При этом используются методы и технологии искусственного интеллекта и теории графов. Важным новым моментом является формальная постановка задачи на основе текстового описания задачи пользователем с использованием технологии чат-бота с генеративным искусственным

интеллектом, способного работать в диалоговом режиме, поддерживающего запросы на естественных языках. На основе результата работы чат-бота пользователю будет предложен набор данных и методов анализа, которыми он может воспользоваться для решения поставленной задачи.

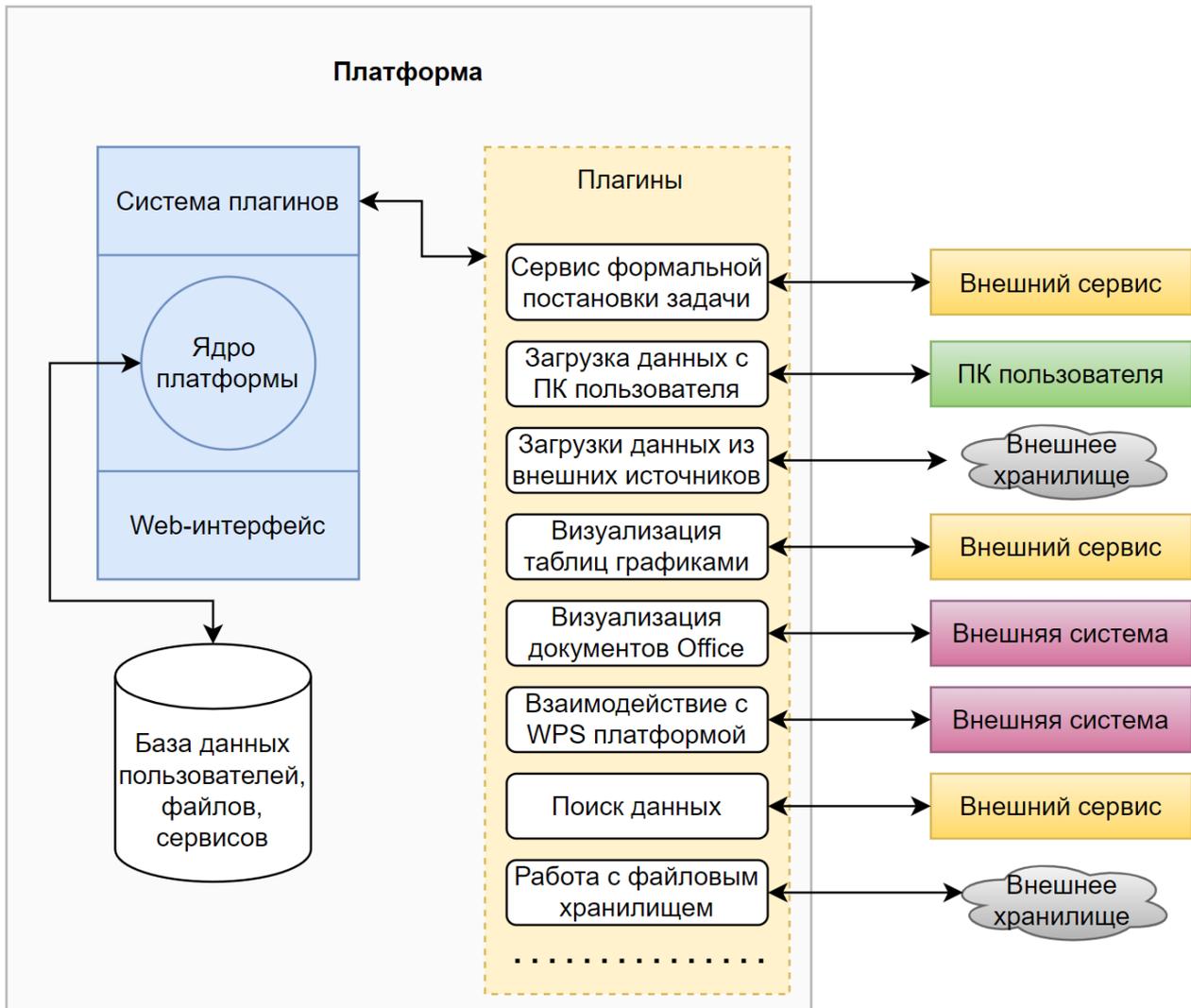


Рис. 1. Схема виртуального рабочего пространства

В настоящее время в прототипе через web-интерфейс доступны функции регистрации и авторизации; поиска, получения, сохранения и визуализации данных (рис. 2). Дальнейшее расширение функциональности платформы предполагается реализовать путём добавления в систему новых плагинов. На данный момент реализованы плагины для поиска данных по текстовому запросу, взаимодействия с WPS-платформой, включающей ряд web-сервисов для обработки количественных и текстовых данных, загрузки данных из внешних источников и ПК пользователя, работы с внешним облачным хранилищем.

В качестве программной архитектуры ядра был выбран микросервисный подход, предполагающий разделение программного продукта на небольшие относительно независимые элементы. Такой подход упрощает разработку и дальнейшую поддержку ядра платформы, и позволяет гибко распределять нагрузку на разные элементы ядра платформы (рис. 3).

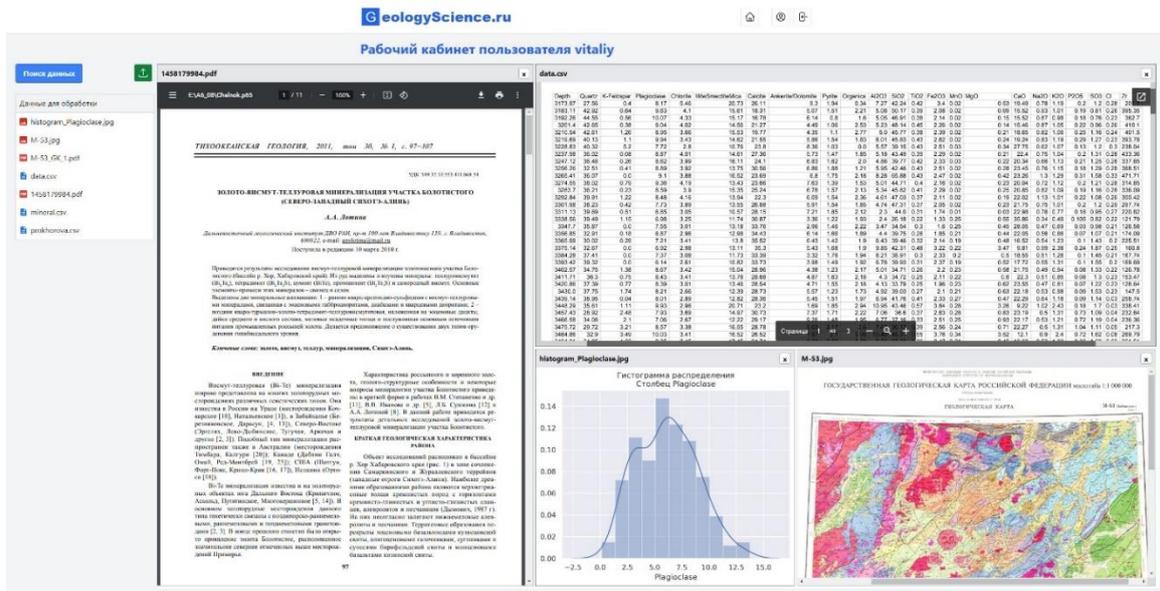


Рис. 2. Web-интерфейс прототипа виртуального рабочего пространства

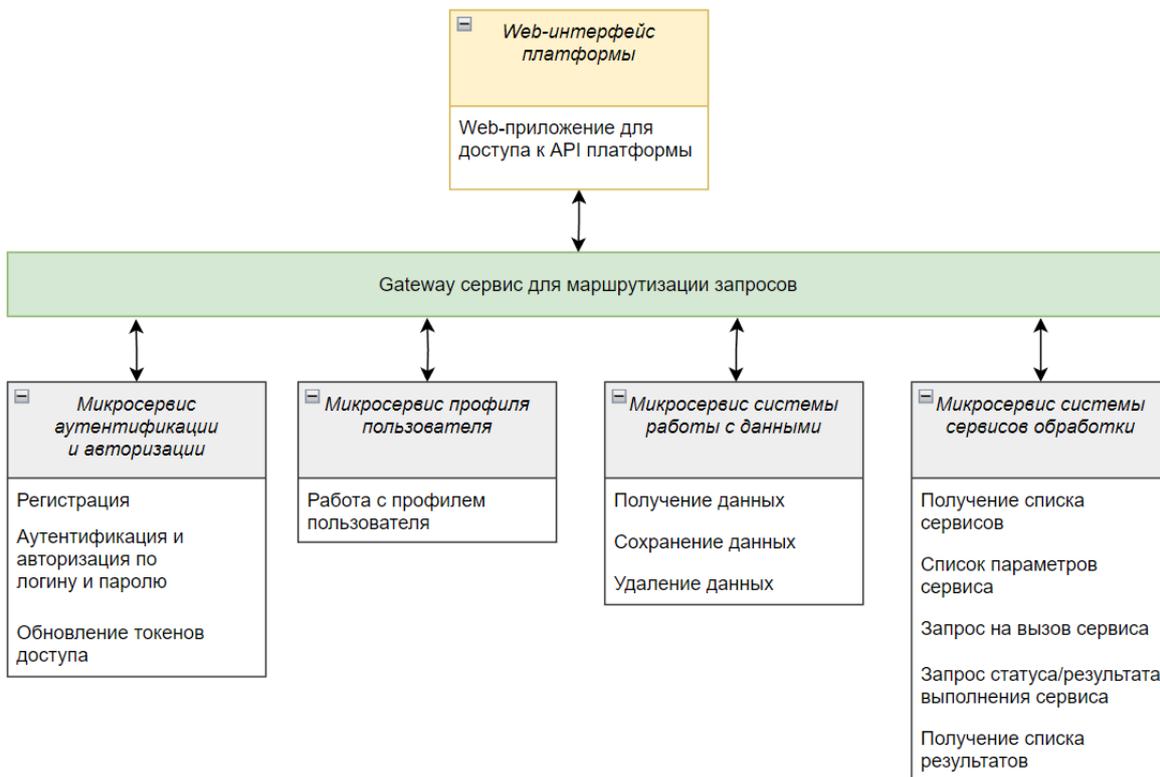


Рис. 3. Схема разбиения ядра платформы на отдельные микросервисы

Для регистрации и аутентификации пользователей используется общий сервис единой аутентификации, предоставляющий пару токенов (access и refresh), используя которые, пользователь может получить доступ к другим элементам платформы, согласно его правам доступа.

Поиск данных осуществляется через обращение к внешнему сервису. Этот сервис реализует поиск по задаваемой строке среди информационных блоков системы GeologyScience.ru. Результаты поиска можно сохранить в личном кабинете для дальнейшего использования, или скачать на свой ПК (рис. 4).

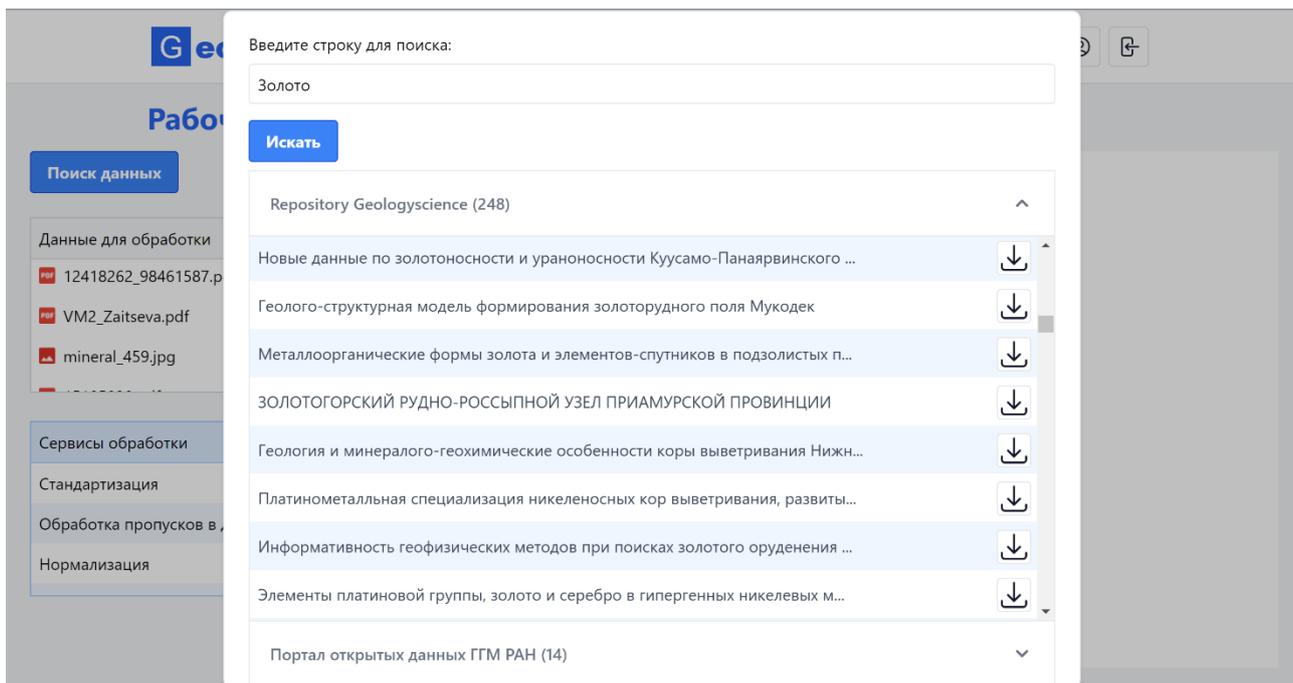


Рис. 4. Интерфейс поиска и получения геологических данных по заданной строке с использованием внешнего web-сервиса.

Для реализации микросервисов ядра платформы и плагинов используется фреймворк с открытым исходным кодом для Java-платформы Spring. Этот фреймворк широко применяется при создании современных web-приложений и сервисов. Каждый микросервис запускается в отдельном контейнере с использованием платформы контейнеризации приложений Docker. Для реализации web-интерфейса платформы используются JavaScript фреймворк Vue и CSS фреймворк Tailwind.

Заключение. Искусственный интеллект сегодня проникает во все сферы деятельности человека, в том числе и в научные исследования в геологии. Научное исследование включает в себя постановку задачи, сбор информации, выбор методов решения и анализ результатов. Это требует от облачных сервисов, инструментов поиска и обработки данных новых свойств и функций, возможности интеграции в виртуальное рабочее пространство исследователя, поддержки интерфейса на естественном языке для постановки и решения самых разнообразных задач: от поиска информации, предварительной обработки и анализа информации до моделирования, генерации карт и изображений, создания научных отчетов и набросков статей. В статье описан один из подходов к решению этой проблемы и приведено описание программной реализации предложенного подхода.

Благодарности. Работы выполняются в рамках Государственного задания ГГМ РАН по теме № 0140-2019-0005 «Разработка информационной среды интеграции данных естественно-научных музеев и сервисов их обработки для наук о Земле».

Список источников

1. Саенко А.А. Создание виртуального рабочего пространства / А.А. Саенко, В.С. Габов // Информационные технологии XXI века: сборник научных трудов. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2023. – С. 168-171.
2. Ерёмченко В.С. Облачные технологии для развития территориально распределенной вычислительно-аналитической геологической среды / В.С. Ерёмченко, В.В. Наумова, А.А. Загуменнов, С.В. Булов // Вычислительные технологии, 2021. – Т. 26. – № 1. – С. 86-98. – DOI:10.25743/ICT.2021.26.1.007.
3. Eremenko V.S., Naumova V.V. A multi-platform ecosystem for computing in Earth sciences. CEUR Workshop Proceedings, 2021, vol. 3006, p. 67-73.

4. Духанов А.В. Предметно-ориентированные технологии создания виртуальных рабочих пространств в среде облачных вычислений CLAVIRE / А.В. Духанов, Е.В. Болгова, Л.П. Гервич [и др.] // Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2013. – Т. 56. – № 5. – С. 45-51.
5. Trello — облачная программа для управления проектами. – URL: <https://trello.com> (дата обращения: 12.10.2023).
6. Jira – платформа для управления проектами. – URL: <https://jira.atlassian.com> (дата обращения: 12.10.2023).
7. Miro – платформа для совместной работы распределенных команд. – URL: <https://miro.com> (дата обращения: 12.10.2023).
8. Notion – приложение для работы с информацией, её организации и использования. – URL: <https://www.notion.so> (дата обращения: 12.10.2023).
9. Yandex Tracker – система управления проектами. – URL: <https://cloud.yandex.ru/services/tracker> (дата обращения: 12.10.2023).
10. Google Docs – текстовый онлайн-процессор. – URL: <https://docs.google.com/document> (дата обращения: 12.10.2023).
11. Microsoft Office Online – онлайн-пакет офисных приложений. – URL: <https://www.office.com> (дата обращения: 12.10.2023).
12. Naumova V.V., Platonov K.A., Eremenko V.S., Dyakov S.E. Information and analytical environment to support scientific research in geology: current status and development perspectives. CEUR Workshop Proceedings, 2019, vol. 2527, pp. 36-41.
13. Eremenko V.S., Naumova V.V., Platonov K.A., Dyakov S.E., Eremenko A.S. The main components of a distributed computational and analytical environment for the scientific study of geological systems. Russian journal of earth sciences, 2018, vol. 18, iss. 6.
14. Патук М.И. Цифровой репозиторий "geologyscience.ru": открытый доступ к научным публикациям по геологии России / М.И. Патук, В.В. Наумова, В.С. Ерёменко // Электронные библиотеки, 2020. – 23(6). – С. 1324-1338.

Ерёменко Виталий Сергеевич. Младший научный сотрудник, Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, AuthorID: 984069, SPIN: 3939-5998, ORCID: 0000-0002-5250-5743, vitaer@gmail.com, Москва, Россия.

Наумова Вера Викторовна. Д.г.-м.н., г.н.с., зав. научным отделом Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН, AuthorID: 1968, SPIN: 3919-4475, ORCID: 0000-0002-3001-1638, naumova_new@mail.ru, Москва, Россия.

Загумённых Алексей Андреевич. Младший научный сотрудник, Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, AuthorID: 641587, SPIN: 2196-4572, ORCID: 0000-0002-0501-5362, trueepikvic@gmail.com, Владивосток, Россия.

UDC 004.550

DOI:10.25729/ESI.2024.33.1.013

Development of virtual spaces with intelligent adaptive interface for digital geological systems

Vitaliy S. Eremenko¹, Vera V. Naumova¹, Alexey A. Zagumennov²

¹State Geological Museum named after Vladimir Vernadsky, Russia, Moscow, vitaer@gmail.com

²Institute of Automation and Control Processes FEB RAS, Russia, Vladivostok

Abstract. The paper is devoted to the development and subsequent software implementation of an approach to creating a virtual workspace with an intelligent adaptive interface. The paper discusses existing solutions for organizing virtual workspaces, formulates the basic requirements for a virtual workspace and proposes the structure of a software solution. A prototype of the software platform is demonstrated.

Keywords: virtual workspace, web service, software platform

Acknowledgements: The work is carried out within the framework of the State assignment of the SGM RAS on topic No. 0140-2019-0005 “Development of an information environment for integrating data from natural science museums and services for processing them for the Earth sciences”.

References

1. Saenko A.A., Gabov V.S. Sozdanie virtualnogo rabocheho prostranstva [Creation of a virtual workspace]. Informatsionnyye tekhnologii XXI veka: sbornik nauchnykh trudov [Information technologies of the XXI century: collection of scientific works]. Khabarovsk, Tikhookeanskiy gosudarstvennyy universitet [Pacific state university], 2023, pp. 168-171.
2. Eremenko V.S., Naumova V.V., Zagumennov A.A., Bulov S.V. Oblachnye tekhnologii dlja razvitiya territorialno raspredelennoj vychislitelno-analiticheskoy geologicheskoy sredy [Cloud technologies for development of geographically distributed computational and analytical Geological environment]. Vychislitel'nyye tekhnologii [Computational technologies], 2021, vol. 26, iss. 1, pp. 86-98.
3. Eremenko V.S., Naumova V.V. A multi-platform ecosystem for computing in Earth sciences. CEUR Workshop Proceedings, 2021, vol. 3006, p. 67-73.
4. Dukhanov A.V., Bolgova E.V., Gervich L.R. [et al.] Predmetno-orientirovannyye tekhnologii sozdaniya virtual'nykh rabochih prostranstv v srede oblachnykh vychislenij CLAVIRE [Subject-oriented technologies for creating virtual workspaces in the CLAVIRE cloud computing environment]. Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Priborostroenie [News of higher educational institutions. Instrumentation], 2013, vol. 56, no. 5, pp. 45-51.
5. Trello — a web-based, kanban-style, list-making application. — Available at: <https://trello.com> (accessed: 12/10/2023).
6. Jira — project management platform. — Available at: <https://jira.atlassian.com> (accessed: 12/10/2023).
7. Miro — platform for collaboration of distributed teams. — Available at: <https://miro.com> (accessed: 12/10/2023).
8. Notion — application for working with information, organizing and using it. — Available at: <https://www.notion.so> (accessed: 12/10/2023).
9. Yandex Tracker — project management system. — Available at: <https://cloud.yandex.ru/services/tracker> (accessed: 12/10/2023).
10. Google Docs — online word processor. — Available at: <https://docs.google.com/document> (accessed: 10/12/2023).
11. Microsoft Office Online — online office suite. — Available at: <https://www.office.com> (accessed: 10/12/2023).
12. Naumova V.V., Platonov K.A., Eremenko V.S., Dyakov S.E. Information and analytical environment to support scientific research in geology: current status and development perspectives. CEUR Workshop Proceedings, 2019, vol. 2527, pp. 36-41.
13. Eremenko V.S., Naumova V.V., Platonov K.A., Dyakov S.E., Eremenko A.S. The main components of a distributed computational and analytical environment for the scientific study of geological systems. Russian journal of earth sciences, 2018, vol. 18, iss. 6.
14. Patuk M.I., Naumova V.V., Eryomenko V.S. Cifrovoy repozitorij "geologyscience.ru": otkrytyj dostup k nauchnym publikacijam po geologii Rossii [Digital repository "geologyscience.ru": open access to scientific publications on russian geology]. Elektronnyye biblioteki [Electronic libraries], 2020, 23(6), pp.1324-1338.

Eremenko Vitaliy Sergeevich. Junior researcher of SGM scientific department, Vernadsky state geological museum RAS, AuthorID: 984069, SPIN: 3939-5998, ORCID: 0000-0002-5250-5743, vitaer@gmail.com, Moscow, Russia.

Naumova Vera Viktorovna. Prof., head of SGM scientific department, Vernadsky state geological museum RAS, AuthorID: 1968, SPIN: 3919-4475, ORCID: 0000-0002-3001-1638, naumova_new@mail.ru, Moscow, Russia.

Zagumennov Alexey Andreevich. Junior researcher of Institute of automatic and control processes of FEB RAS, AuthorID: 641587, SPIN: 2196-4572, ORCID: 0000-0002-0501-5362, trueepikvic@gmail.com, Vladivostok, Russia.

Статья поступила в редакцию 16.10.2023; одобрена после рецензирования 03.03.2024; принята к публикации 13.03.2024.

The article was submitted 10/16/2023; approved after reviewing 03/03/2024; accepted for publication 03/13/2024.