

DOI: 10.25558/VOSTNII.2024.27.36.007

УДК 551.583, 662.764, 504.054

© Д.С. Михалев, А.В. Марцияш, М.П. Макеев, 2024

**Д.С. МИХАЛЕВ**

лаборант

ИУ ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово

e-mail: mikhalev@mail.ru

**А.В. МАРЦИЯШ**

ведущий инженер

ИУ ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово

аспирант

ФГБОУ ВО КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева

e-mail: loginova.annett.21@yandex.ru

**М.П. МАКЕЕВ**

канд. техн. наук,

старший научный сотрудник

ИУ ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово

e-mail: makeev75@ya.ru

## МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСЧЕТНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

*Представлена модель взаимодействия расчетных модулей цифровой платформы для расчетов парниковых газов. Программное обеспечение модулей цифровой платформы реализовано с применением общедоступных и открыто распространенных технологий, структура и форма представления входных и выходных данных цифровой платформы соответствуют стандарту RFC 8259. Описаны преимущества и недостатки веб-приложений и десктопных приложений как наиболее подходящих для реализации цифровой платформы. Для организации взаимодействия расчетных модулей на Python и React выбран архитектурный подход, основанный на REST API. Этот подход позволяет создать гибкую и масштабируемую систему, где каждый расчетный модуль представляет собой отдельный python-модуль, взаимодействующий с другими сервисами через API.*

Ключевые слова: ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ, ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА, РАСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ, РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ, ДЕСКТОПНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ, ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ, СТАНДАРТ RFC 8259, PYTHON, REACT, REST API.

Основным документом, регулирующим выбросы парниковых газов в Российской Федерации, является Федеральный закон № 296 «Об ограничении выбросов парниковых газов», вступивший в силу 30 декабря 2021 г. Концепция документа соответствует Указу Президента «О сокращении выбросов

парниковых газов» [1], который требует обеспечить к 2030 г. сокращение выбросов парниковых газов до 70 % относительно уровня 1990 г. с учетом максимально возможной поглощающей способности лесов и иных экосистем. В соответствии с Указом Правительству поручено разработать Стратегию

долгосрочного развития РФ до 2050 г. с низким уровнем выбросов парниковых газов. Закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» определяет основы правового регулирования отношений в сфере хозяйственной и иной деятельности, которая сопровождается выбросами парниковых газов, предусматривает ведение государственного учета выбросов парниковых газов и создание соответствующего реестра, а также вводит обязанность «регулируемых организаций» представлять ежегодные отчеты о выбросах парниковых газов.

В соответствии с Федеральным законом № 296 «Об ограничении выбросов парниковых газов» предприятия формируют отчет для отправки в уполномоченный федеральный орган исполнительной власти. В целях реализации подготовки отчета используется Приказ № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» [2], в котором приведены методы расчета выбросов парниковых газов с перечнем необходимых исходных данных. Расчет по соответствующим формулам (методам) выполняется непосредственно предприятием или с привлечением организации, специализирующейся на составлении отчетности в данной области [3]. В настоящее время развивающееся направление в разработке и реализации цифровых платформ является неотъемлемой частью электронного правительства [4]. Так, коллективом авторов [5] обоснована необходимость в применении цифровых платформ и обоснована их связь с уровнем технологического развития стран. В [6] проанализированы частные определения понятия цифровой платформы, использующиеся в различных областях промышленности и предлагается рассматривать цифровые платформы как информационно-экономическую систему, обеспечивающую продуктивное взаимодействие всех её участников.

Для автоматизации расчетов выбросов парниковых газов обоснована разработка алгоритмического и программного обеспечения цифровой платформы мониторинга

фугитивных выбросов парниковых газов и их сокращений при использовании чистых угольных технологий, обеспечивающая автоматизацию предоставления отчетности. Цифровые платформы являются разновидностью многосторонних платформ и представляют собой гибридные структуры, ориентированные на создание ценности путем обеспечения прямого взаимодействия и осуществления транзакций между несколькими группами сторонних пользователей [7].

При выборе программного обеспечения для алгоритмической реализации цифровой платформы необходимо учитывать конкретные требования и цели проекта, чтобы определить типовые приложения для разработки и использования. К типовому программному обеспечению относятся:

– *Веб-приложения* запускаются с помощью веб-браузера и работают при условии стабильного интернет-подключения. Примерами веб-приложений могут послужить различные социальные сети, интернет-магазины, почтовые и финансовые сервисы и прочее.

– *Десктопные приложения* устанавливаются и запускаются на локальном компьютере пользователя. К ним относятся различные программы для работы с документами, мультимедиа, игры и другие.

– *Консольные приложения* — приложения, работающие в текстовом режиме через командную строку или терминал. Они могут выполнять различные задачи, такие как управление файлами, автоматизация задач и так далее.

– *Серверные приложения* представляют собой программное обеспечение, которое работает на сервере и предоставляет услуги или данные для других приложений. К таким приложениям относятся веб-серверы, базы данных, почтовые серверы.

Таким образом, в целях реализации цифровой платформы возможно использование только десктопных и веб-приложений.

При углубленном изучении возможности применения веб-приложений в качестве программного обеспечения реализации цифровой платформы выявлены преимущества

и недостатки, которые важно учитывать при разработке и использовании [8].

Преимущества веб-приложений:

– Доступность. Веб-приложения могут быть доступны из любого устройства с доступом к интернету и браузером, что обеспечивает гибкость и удобство использования.

– Обновления и обслуживание. Выполнение производится на сервере, что обеспечивает актуальную версию приложения на постоянной основе и быстрое устранение неполадок работы системы.

– Кроссплатформенность. Запуск веб-приложения возможен без установки дополнительного ПО, а также отсутствуют специальные требования к операционной системе.

– Масштабируемость. Веб-приложения более просто масштабируются в случае увеличения количества пользователей или объема данных путем добавления вычислительных ресурсов на стороне сервера.

– Удобство совместной работы. Веб-приложения обеспечивают простой доступ к общим данным и совместной работе над проектами для нескольких пользователей.

К недостаткам веб-приложений относятся:

– Зависимость от Интернета. Для работы веб-приложений требуется постоянное подключение к интернету, что может быть недоступно в некоторых ситуациях.

– Ограниченные возможности доступа к аппаратным ресурсам. Веб-приложения имеют ограниченный доступ к аппаратным ресурсам устройства пользователя, что может ограничить их функциональность.

– Усложненная процедура защиты данных. Сохранение конфиденциальности и безопасности данных пользователей в веб-приложениях требует дополнительных мер защиты и безопасности.

– Низкая производительность. Некоторые сложные операции и вычисления могут выполняться медленнее в веб-приложениях из-за ограничений браузера и интернет-соединения.

– Ограничения функциональности. Некоторые функциональные возможности,

доступные в десктопных приложениях, могут оказаться сложнее реализовать в веб-приложениях из-за технологических ограничений.

В рамках выполнения работы по реализации цифровой платформы были изучены преимущества и недостатки десктопных приложений, которые следует учитывать при выборе этого типа приложения. К преимуществам десктопных приложений относится следующее [9].

– Полный доступ к аппаратным ресурсам. Десктопные приложения имеют прямой доступ к аппаратным ресурсам компьютера, что позволяет им выполнять сложные вычисления и операции более эффективно.

– Отсутствие зависимости от интернета. Десктопные приложения могут работать в автономном режиме без доступа к интернету, что особенно важно для некоторых задач или в условиях ограниченной связи.

– Лучшая производительность. За счет прямого доступа к аппаратным ресурсам десктопные приложения могут работать быстрее и эффективнее, особенно при выполнении ресурсоемких задач.

– Большая функциональность. Десктопные приложения имеют более широкий спектр функциональных возможностей, так как они не ограничены ограничениями веб-браузера.

– Более высокий уровень безопасности. Десктопные приложения обычно имеют более высокий уровень безопасности в сравнении с веб-приложениями, так как не предоставляют доступ к данным через интернет.

Недостатки десктопных приложений:

– Ограниченная мобильность. Десктопные приложения обычно привязаны к конкретному устройству и операционной системе, что снижает их мобильность и доступность для работы на разных устройствах.

– Сложность обновления и установки. Обновления десктопных приложений требуют установки новых версий на каждом устройстве отдельно, что может привести к сложностям управления и обновлений.

– Ограничения по обеспечению совместной работы. Десктопные приложения могут

иметь ограниченные возможности совместной работы нескольких пользователей над общими данными.

– Сложность распространения и поддержки. Desktopные приложения требуют установки и настройки на пользовательском устройстве, что может вызывать сложности с поддержкой и распространением программы.

– Большие затраты на разработку и тестирование. Разработка desktopных приложений может потребовать больших затрат на разработку, тестирование и поддержку из-за специфики обеспечения доступности и функциональности на разных устройствах.

Принимая во внимание рассмотренные преимущества и недостатки различных вариантов реализации цифровых платформ, в ФИЦ угля и углехимии СО РАН разработана цифровая платформа мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов и их сокращений при использовании чистых угольных технологий, обеспечивающая автоматизацию предоставления отчетности, на основе комбинированного варианта. Клиентская часть устанавливается на компьютер пользователя, а расчетная часть находится на удаленном сервере. Программное обеспечение модулей цифровой платформы реализовано с применением общедоступных и открыто распространенных технологий, структура и форма представления входных и выходных данных цифровой платформы соответствуют стандарту RFC 8259 [10]. Форма расчетов открывается при переходе к конкретному проекту,

путем вызова элемента проекта в списке. При этом каждый проект имеет свой список расчетов (рисунок 1), представляющих соответствующую форму выходных данных.

Цифровая платформа содержит программное обеспечение, позволяющее проводить расчеты эмиссии метана и углекислого газа, каптируемых при открытом и подземном способах добычи угля. При этом, форма представления выходных данных для списка расчетов отображается в виде переменных текстового типа: тип расчета, наименование расчета [6].

Расчеты выбросов ПГ выполняются на серверном приложении цифровой платформы, программное обеспечение которого разработано на языке программирования Python. Реализована трехуровневая схема обработки информации, включающая извлечение информации пользователя и справочных материалов из базы данных; выполнение расчетов и управление данными в серверном приложении; ввод исходных данных и отображение результатов в клиентском приложении [11].

Для организации взаимодействия расчетных модулей на Python и React выбран архитектурный подход, основанный на REST API. Этот подход позволяет создать гибкую и масштабируемую систему, где каждый расчетный модуль представляет собой отдельный python-модуль, взаимодействующий с другими сервисами через API.

Принцип взаимодействия прикладных модулей заключается в следующем:

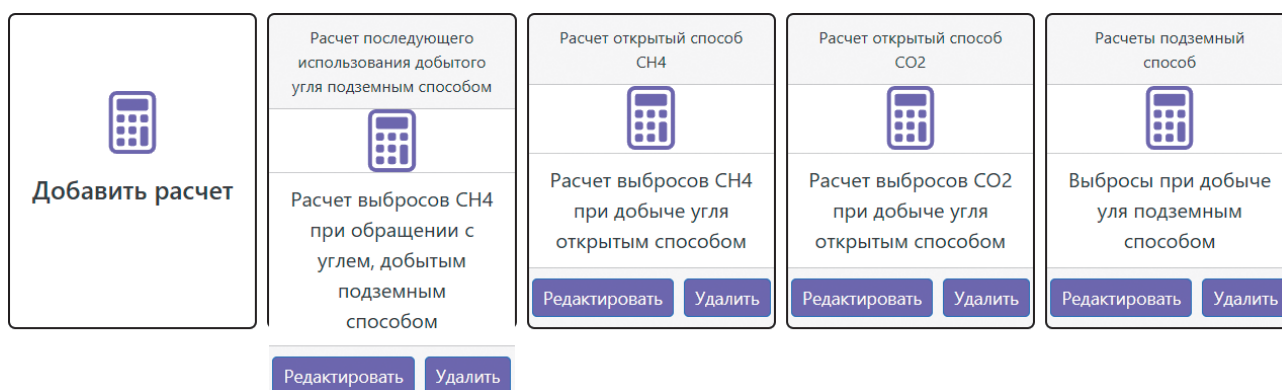


Рис. 1. Список расчетов



1. Каждый расчетный модуль реализован как отдельный микросервис, который предоставляет набор RESTful API endpoint'ов для взаимодействия с ним.

2. React-приложение взаимодействует с каждым расчетным модулем через HTTP запросы к их API endpoint'ам.

3. Python-модули функционируют как backend для каждого микросервиса, обрабатывая запросы от React-приложения и возвращая необходимые данные.

4. Для обеспечения безопасности и аутентификации между модулями можно использовать механизм JWT токенов.

Такая модель организации взаимодействия расчетных модулей обеспечивает высокую гибкость и расширяемость системы. Каждый модуль ответственен только за свою функциональность, что упрощает поддержку и разработку новых модулей. Предложенный подход позволяет масштабировать отдельные модули для повышения производительности системы.

В настоящее время ведется тестирование функционирования Цифровой платформы

при выполнении расчетов выбросов парниковых газов при угледобыче и операций последующего обращения с углем. Программное обеспечение будет дополнено возможностями предиктивного анализа содержания метана в горных выработках угольных шахт с учетом горно-геологических и горнотехнических условий.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. № 1144 р (Соглашение № 075–15–2022–1196)*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об ограничении выбросов парниковых газов: федеральный закон от 02.07.2021 N 296-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_388992/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/) (дата обращения 15.11.2023).
2. Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов: приказ Минприроды России от 27.05.2022. N 371. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207290034> (дата обращения 15.11.2023).
3. Тайлаков О. В., Застрелов Д. Н., Смыслов А. И. Количественное определение объемов выбросов парниковых газов на угольных предприятиях // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. Специальный выпуск 49. С. 507–514.
4. Габов А. В. Цифровая платформа как новое правовое явление // Пермский юридический альманах. 2021. № 4. С. 13–82.
5. Гретченко А. И., Горохова И. В. Цифровая платформа: новая бизнес-модель в экономике России // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. 2019. № 1 (103). С. 62–72.
6. Ниязова Ю. М., Гарин А. В., Злыднев М. И. Цифровая платформа как информационно-экономическая структура // Компетентность. 2021. № 1. С. 31–36.
7. Фофилов Н. А., Абрамова О. Ф., Лясин Д. Н. Исследование и анализ взаимодействия пользователя со конфиденциальными данными // Форум молодых ученых. 2019. № 6 (34). С. 1233–1243.
8. Якубова М. З., Мананкова О. А. Разработка программной реализации многоуровневой криптосистемы в среде python для обеспечения сетевой безопасности IP PBX Asterisk // Вестник АУЭС. 2024. Т. 1. № 64. С. 86–99.

9. Гелисханов И. З., Юдина Т. Н., Бабкин А. В. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития // *π-Economy*. 2018. Т. 11. № 6. С. 22–36.

10. Тайлаков О. В., Чернецкая А. В., Тайлаков А. А., Михалев Д. С., Черкасов А. В. Программное обеспечение расчета выбросов метана и углекислого газа при добыче угля // *Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности*. 2023. № 4. С. 51–57.

11. Крюкова А. А., Почебут В. А. Особенности тестирования, внедрения и разработки десктопных приложений // *Синергия наук*. 2017. № 12. С. 964–971.

---

**DOI: 10.25558/VOSTNII.2024.27.36.007**

**UDC 551.583, 662.764, 504.054**

**© D. S. Mikhalev, A. V. Martsiiash, M. P. Makeev, 2024**

**D. S. MIKHALEV**

Laboratory Assistant

Institute of the Federal Research Center of the Chemistry and Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo

e-mail: mikhalev@mail.ru

**A. V. MARTSIASH**

Leading Engineer

Institute of the Federal Research Center of the Chemistry and Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo

Postgraduate Student

KuzSTU, Kemerovo

e-mail: loginova.annett.21@yandex.ru

**M. P. MAKEEV**

Candidate of Engineering Sciences,

Senior Researcher

Institute of the Federal Research Center of the Chemistry and Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo

e-mail: makeev75@ya.ru

**A MODEL FOR ORGANIZING THE INTERACTION OF CALCULATION MODULES FOR THE SOFTWARE IMPLEMENTATION OF A DIGITAL PLATFORM**

*A model of interaction of calculation modules of a digital platform for greenhouse gas calculations is presented. The software of the digital platform modules is implemented using publicly available and openly distributed technologies, the structure and presentation form of the input and output data of the digital platform comply with the RFC 8259 standard. The advantages and disadvantages of web applications and desktop applications as the most suitable for the implementation of a digital platform are described. To organize the interaction of calculation modules in Python and React, an architectural approach based on the REST API has been chosen. This approach allows you to create a flexible and scalable system where each calculation module is a separate python module that interacts with other services through the API.*

Keywords: GREENHOUSE GASES, DIGITAL PLATFORM, CALCULATION MODULES, CALCULATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS, DESKTOP APPLICATIONS, WEB APPLICATIONS, RFC 8259 STANDARD, PYTHON, REACT, REST API.

#### REFERENCES

1. On limiting greenhouse gas emissions: Federal Law of 02.07.2021 N 296-FZ. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_388992/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/) (date of access 15.11.2023). [In Russ.].
2. On approval of methods for quantitative determination of greenhouse gas emissions and greenhouse gas absorption volumes: order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 05/27/2022. N 371. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207290034> (date of access 15.11.2023). [In Russ.].
3. Taylakov O. V., Zastrellov D. N., Smyslov A. I. Quantitative determination of greenhouse gas emissions at coal enterprises // Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal) [Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal)]. 2018. Special issue 49. P. 507–514. [In Russ.].
4. Gabov A. V. Digital platform as a new legal phenomenon // Perm legal almanac [Permskiy yuridicheskiy almanakh]. 2021. No. 4. P. 13–82. [In Russ.].
5. Gretchenko A. I., Gorokhova I. V. Digital platform: a new business model in the Russian economy // Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics [Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G. V. Plekhanova]. 2019. No. 1 (103). P. 62–72. [In Russ.].
6. Niyazova Yu. M., Garin A. V., Zlydnev M. I. Digital platform as an information and economic structure // Competence [Kompetentnost]. 2021. No. 1. P. 31–36. [In Russ.].
7. Fofilov N. A., Abramova O. F., Lyasin D. N. Research and analysis of user interaction with confidential data // Forum of young scientists [Forum molodykh uchenykh]. 2019. No. 6 (34). P. 1233–1243. [In Russ.].
8. Yakubova M. Z., Manankova O. A. Development of software implementation of a multi-level cryptosystem in the Python environment to ensure network security of IP PBX Asterisk // Bulletin of AUES [Vestnik AUES]. 2024. Vol. 1. No. 64. P. 86–99. [In Russ.].
9. Geliskhanov I. Z., Yudina T. N., Babkin A. V. Digital platforms in the economy: essence, models, development trends //  $\pi$ -Economy. 2018. Vol. 11. No. 6. P. 22–36. [In Russ.].
10. Taylakov O. V., Chernetskaya A. V., Taylakov A. A., Mikhalev D. S., Cherkasov A. V. Software for calculating methane and carbon dioxide emissions during coal mining // Bulletin of the Scientific Center of the Eastern Research Institute for Industrial and Environmental Safety [Vestnik Nauchnogo tsentra VostNII po promyshlennoy i ekologicheskoy bezopasnosti]. 2023. No. 4. P. 51–57. [In Russ.].
11. Kryukova A. A., Pochebut V. A. Features of testing, implementation and development of desktop applications // Synergy of sciences [Sinergiya nauk]. 2017. No. 12. P. 964–971. [In Russ.].