

УДК 551.583; 662.764; 504.054 © О.В. Тайлаков✉, Е.А. Уткаев,
С.В. Соколов, Е.С. Снетова, Д.С. Михалев, А.А. Тайлаков, 2024

UDC 551.583; 662.764; 504.054 © O.V. Tailakov✉, E.A. Utkaev,
S.V. Sokolov, E.S. Snetova, D.S. Mikhalev, A.A. Tailakov, 2024

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук,
650000, г. Кемерово, Россия
✉ e-mail: oleg2579@gmail.com

Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo,
650000, Russian Federation
✉ e-mail: oleg2579@gmail.com

Цифровизация расчетов выбросов парниковых газов при добыче и транспортировке угля*

Digitalization of calculations of greenhouse gas emissions from coal mining and transportation

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-4-50-56>

ТАЙЛАКОВ О.В.

Доктор техн. наук, профессор,
главный научный сотрудник
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук»,
Институт угля,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: oleg2579@gmail.com

УТКАЕВ Е.А.

Канд. техн. наук, заведующий лабораторией
ресурсов и технологий извлечения угольного метана
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук»,
Институт угля,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: utkaev@mail.ru

Обсуждаются вопросы обязательного учета и формирования отчетной документации по выбросам парниковых газов в угольной промышленности при добыче угля и последующем обращении с ним. Представлена цифровая платформа мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов и их сокращения при использовании чистых угольных технологий, которая предназначена для автоматизации учета выбросов парниковых газов. Приводятся описание алгоритма работы и структура программного обеспечения. По результатам тестовых расчетов установлено, что разработанная цифровая платформа расчета выбросов метана и углекислого газа характеризуется устойчивым функционированием расчетных модулей фугитивных выбросов ПГ. Отмечено, что разработанная цифровая платформа мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов и их сокращений при использовании чистых уголь-

* 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 № 1144-р (Соглашение № 075-15-2022-1196).



**НОЦ
КУЗБАСС**

Научно-образовательный
центр «Кузбасс»

ных технологий способна обеспечить повышение качества подготовки отчетов угольных компаний об инвентаризации выбросов ПГ и эффективности внедрения технологий утилизации шахтного метана.

Ключевые слова: мониторинг, инвентаризация выбросов, шахтный метан, углекислый газ, парниковые газы, цифровая платформа, фугитивные выбросы, модуль расчета, база данных, коэффициент эмиссии.

Для цитирования: Цифровизация расчетов выбросов парниковых газов при добыче и транспортировке угля / О.В. Тайлаков, Е.А. Уткаев, С.В. Соколов и др. // Уголь. 2024;(4):50-56. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-4-50-56.

Abstract

The issues of mandatory accounting and development of reporting documentation on greenhouse gas emissions in the coal industry during coal mining and its subsequent handling are discussed. A digital platform of fugitive greenhouse gas emissions monitoring and their reductions with clean coal technologies using, which is developed to automate the accounting of greenhouse gas emissions, is presented. A description of the operating algorithm and software structure is provided. The results of test calculations indicated that the developed digital platform for calculating methane and carbon dioxide emissions is characterized by the stable functioning of calculation modules for fugitive greenhouse gases emissions. The ability of developed digital platform for monitoring fugitive greenhouse gas emissions and their reductions when using clean coal technologies for improving the quality of development of reports from coal companies on the inventory of greenhouse gas emissions and the efficiency of implementation of coal mine methane utilization technologies is noted.

Keywords

Monitoring, emissions inventory, coalmine methane, carbon dioxide, greenhouse gases, digital platform, fugitive emissions, calculation module, database, emission factor.

For citation

Tailakov O.V., Utkaev E.A. Sokolov S.V., Snetova E.S. Mikhalev D.S., Tailakov A.A. Digitalization of calculations of greenhouse gas emissions from coal mining and transportation. *Ugol'*. 2024;(4): 50-56. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-4-50-56.

Acknowledgements

The research was carried out as part of the 'Development and implementation of complex technologies in the areas of exploration and extraction of minerals, industrial safety, bioremediation, creation of new deep conversion products from coal raw materials while consistently reducing the environmental impact and risks to human life' Integrated Scientific and Technical Programme of the Full Innovation Cycle, approved by Order No. 1144-p of the Government of the Russian Federation dated May 11, 2022 (Agreement No. 075-15-2022-1196).

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день одним из важнейших реализуемых направлений технологического развития РФ является обеспечение цифровизации действующих отраслей промышленности. В рамках данного направления активно проводится и цифровизация процессов, сопутствующих осуществлению мониторинга климатических изменений [1]. Известно, что на основа-

СОКОЛОВ С.В.

Канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: sokolovsviuu@bk.ru

СНЕТОВА Е.С.

Ведущий инженер
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: katya.snetova.97@mail.ru

МИХАЛЕВ Д.С.

Лаборант
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук»,
Институт угля,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: mikhalev@mail.ru

ТАЙЛАКОВ А.А.

Инженер
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
угля и углехимии
Сибирского отделения Российской академии наук»,
Институт угля,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: aleksandr.tailakov@mail.ru

нии Федерального закона № 296 «Об ограничении выбросов парниковых газов» предприятиями самостоятельно или с привлечением организаций, специализирующихся на составлении отчетности в данной области [2], должны формироваться отчеты для отправки в уполномоченный федеральный орган исполнительной власти. При этом методы расчета выбросов парниковых газов и перечень необходимых исходных данных регламентируются Приказом № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» [3, 4]. В настоящий момент правительственные структуры РФ подчеркивают важность обеспечения цифровизации процессов, сопутствующих осуществлению мониторинга климатических изменений, как официально (Распоряжение Правительства РФ от 29 октября 2022 г. № 3240-р Об утверждении важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» и плана мероприятий («дорожной карты») по реализации первого этапа (2022-2024 гг.) важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» от 1 декабря 2022 г.), так и неофициально (заявление о необходимости формирования модели «цифровой карбоновый двойник нашей страны», озвученное в рамках проведения Петербургского международного экономического форума в 2022 г. [5]). Очевидно, что такие шаги, как формирование информационной базы национальной системы мониторинга климатически активных веществ, а тем более, разработка модели «цифровой карбоновый двойник страны», требуют всестороннего учета объемов выбросов и поглощений парниковых газов, что обуславливает необходимость разработки совокупности специализированных аналитических и технических решений для осуществления расчетов различного типа в различных отраслях промышленности и на различных уровнях [3, 6].

Одним из таких решений является цифровая платформа мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов и их сокращений при использовании чистых угольных технологий, разработанная ФИЦ УУХ СО РАН для автоматизации учета выбросов парниковых газов на угольных предприятиях [7]. Цифровая платформа представляет собой онлайн-программный аналитический комплекс сбора, обработки и хранения данных о выбросах в атмосферу метана и углекислого газа при добыче угля и его транспортировке [8]. Применение цифровой платформы обеспечивает выполнение расчетов фугитивных выбросов парниковых газов при добыче угля подземным и открытым способами, а также выбросов, осуществляемых в рамках последующего обращения с углем, добытым подземным способом [9].

Цифровая платформа расчета выбросов метана и углекислого газа разработана с использованием общедоступных и открыто распространенных технологий. Цифровая платформа расчета выбросов метана и углекислого газа включает клиентскую и серверную части. В цифровой платформе реализована трехуровневая схема обработки информации, обеспечивающая [7]: 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. Управление данными с клиентской стороны осуществляется с помощью интерфейса API, который позволяет подключаться к серверу отдельным HTTP-методом для выполнения конкретной задачи с получением ответа сервера [10]. Для разработки серверной части применены технологии python, django, flask, postgresql, для разработки клиентской части – react.js, javascript, typescript, electron, bootstrap, node.js [11, 12]. Преобразование данных из Python в формат JSON осуществляется путем использования встроенного функционала сериализатора Django Rest Framework [13]. Окно каждого приложения клиентской части представлено уникальной структурой входных данных. Структура выходных данных имеет вид HTTP либо JSON ответа сервера. Входными и выходными данными клиентского приложения являются переменные на его окнах, каждое из которых характеризуется уникальной структурой данных. Для каждого из методов расчета реализован собственный сериализатор, позволяющий выполнить гибкую настройку любого расчета на получение или представление данных с заданными структурой и форматом.

Разработанный интерфейс цифровой платформы обеспечивает следующий основной функционал приложений: авторизация и регистрация пользователей («Авторизация и регистрация»); настройки («Настройка»); работа с проектами («Проект»); выполнение расчетов («Расчеты»); работа с меню вкладок («Меню»); работа со справочниками («Справочники»). Модуль расчета выбросов метана и углекислого газа относится к серверной части. Реализация модуля представляет собой единый класс, методы которого обеспечивают расчет выбросов метана и углекислого газа при добыче угля открытым способом; метана и углекислого газа при добыче угля подземным способом; метана при последующем обращении с углем, добытым подземным способом и вызываются в зависимости от выбранного типа расчета (рис. 1).

С целью хранения требуемых для расчета фугитивных выбросов парниковых газов при угледобыче и последующем обращении с углем справочных данных на удаленном сервере развернута база данных. Разработанный интерфейс обеспечивает возможность контроля корректности заполнения коэффициентов, а также их создания, редактирования и удаления.

Представленные особенности цифровой платформы расчета выбросов метана и углекислого газа обеспечивают принципиальную возможность ее применения для расчетов выбросов на угледобывающих предприятиях. Для верификации работоспособности модулей цифровой платформы мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов были выполнены тестовые расчеты с использованием набора синтетических данных и сопоставлены с аналитическими расчетами, выполненными в соответствии с Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.05.2022 № 371 «Об утверждении методик количественного определе-

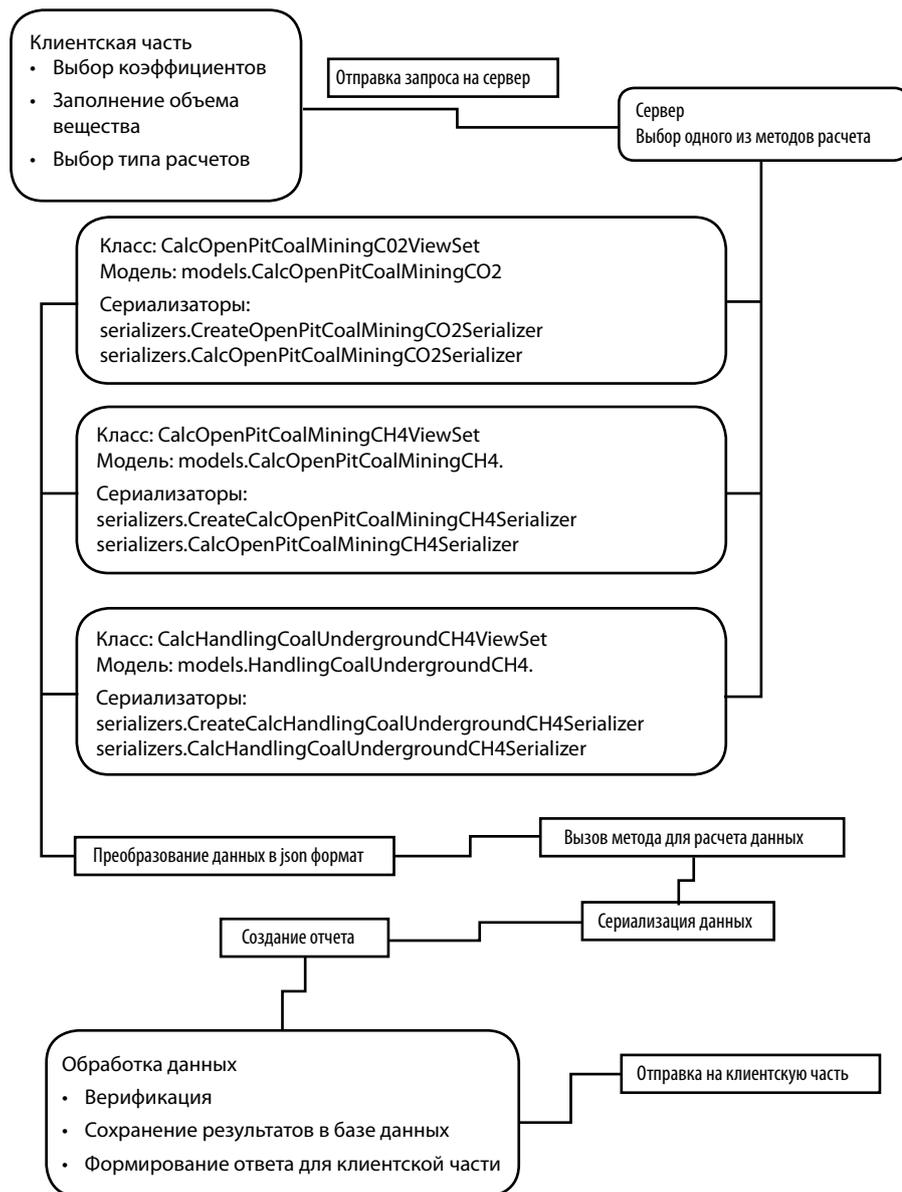


Рис. 1. Принципиальная схема работы модуля расчетов
Fig. 1. A principle diagram of the calculations module operation

ния объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов» и «Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006» [3, 6]. Контрольный расчет проведен без использования средств автоматизации и стороннего ПО и представлен ниже для следующих категорий выбросов парниковых газов: выбросы CH_4 и CO_2 при добыче угля подземным способом, выбросы CH_4 при добыче угля открытым способом, выбросы CO_2 при добыче угля открытым способом (выбросы от транспорта), выбросы CH_4 после добычи угля подземным способом.

Расчет выбросов CO_2 и CH_4 при добыче угля подземным способом

Для определения объема фугитивных выбросов при добыче угля подземным способом принятые данные о расходе углеводородной смеси для осуществления техно-

логических операций или объеме их отведения (стравливания, рассеивания) без сжигания или каталитического окисления – 2498176 тыс. м^3 . Концентрация CO_2 и CH_4 в углеводородной смеси – 0,05 и 0,18% соответственно. Эмиссия парниковых газов от действующих вентиляционных и дегазационных систем рассчитывается по формуле:

$$E_{i,y} = \sum (FC_y \cdot W_{i,y} \cdot \rho_i \cdot 10^{-2}) \quad (1)$$

где $E_{i,y}$ – фугитивные выбросы i -парникового газа за период y , т; FC_y – расход углеводородной смеси на технологические операции (объем отведения без сжигания) за период y , тыс. м^3 ; $W_{i,y}$ – содержание i -парникового газа в углеводородной смеси за период y , % об.; ρ – плотность i -парникового газа, $\text{кг}/\text{м}^3$ (принимается по таблице 1.2 Методики № 371) [3]; i – CO_2 , CH_4 .

Расчет объема выбросов CO_2 и CH_4 :

$$\begin{aligned} E_{\text{CO}_2 \text{ центр.транс.ствол пл.42}} &= \\ &= 2\,498\,176 \cdot 0,05 \cdot 1,8738 \cdot 0,01 = \\ &= 2\,340,54 \text{ т } \text{CO}_2\text{-экв.}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{CH}_4 \text{ центр.транс.ствол пл.42}} &= \\ &= (2\,498\,176 \cdot 0,18 \cdot 0,6797 \cdot 0,01) \cdot 25 = \\ &= 76\,410,46 \text{ т } \text{CO}_2\text{-экв.} \end{aligned}$$

Суммарные выбросы при добыче угля подземным способом:

$$\begin{aligned} E_{i,y} &= 2\,340,54 + 76\,410,46 = \\ &= 78\,751,00 \text{ т } \text{CO}_2\text{-экв.} \end{aligned}$$

Результаты автоматизированного расчета, выполненного в цифровой платформе (рис. 2), совпадают с результатами аналитического расчета, что свидетельствует о корректности функционирования модуля расчетов выбросов метана и углекислого газа при добыче угля подземным способом.

Расчет выбросов CO_2 при добыче угля открытым способом (выбросы от транспорта)

Расчет объема выбросов CO_2 при сжигании топлива транспортом рассчитываются по формуле:

$$E_{\text{CO}_2,y} = \sum (FC_{j,b,y} \cdot EF_{i,b}) \quad (2)$$

где $E_{\text{CO}_2,y}$ – выбросы CO_2 от сжигания топлива в двигателях автотранспортных средств за период y , т CO_2 -экв; $FC_{j,b,y}$ – расход топлива вида j транспортным средством типа b за период y , т; $EF_{i,b}$ – коэффициент выбросов CO_2 при использовании в транспортном средстве типа b вида топлива j , т CO_2 -экв/т (для бензина $EF = 3,026$ т CO_2 -экв/т) [3]; i – вид топлива; b – тип транспортного средства.

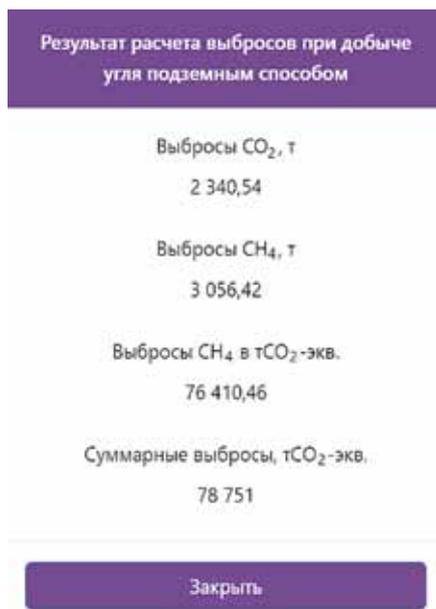


Рис. 2. Результаты расчета выбросов CO₂ и CH₄ при добыче угля подземным способом

Fig. 2. Calculation results of the CO₂ and CH₄ emissions in underground coal mining

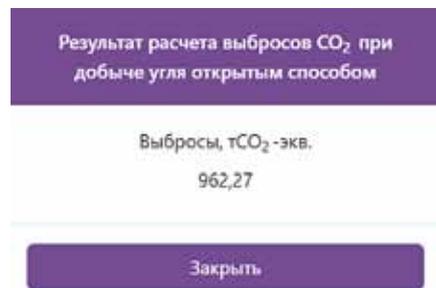


Рис. 3. Результаты расчета выбросов CO₂ при добыче угля открытым способом

Fig. 3. Calculation results of the CO₂ emissions in surface coal mining



Рис. 4. Результаты расчета выбросов CH₄ при добыче угля открытым способом

Fig. 4. Calculation results of the CH₄ emissions in surface coal mining

Количество сожженного топлива составляет 318,00 т бензина. Таким образом, выбросы парниковых газов при сжигании топлива транспортом за отчетный период:

$$E_{\text{CO}_2, \text{б.}} = 318,00 \cdot 3,026 = 962,27 \text{ т CO}_2\text{-эquiv.}$$

Результаты автоматизированного расчета, выполненного в цифровой платформе, представлены на рис. 3.

Расчет выбросов CH₄ при добыче угля открытым способом

Объем выбросов метана в атмосферу при открытой добыче угля определяется по формуле:

$$\text{Выбросы CH}_4 = \text{Коэффициент CH}_4 \times \text{открытая добыча угля} \times \text{Коэффициент преобразования}, \quad (3)$$

где Выбросы CH₄ – выбросы метана при открытой добычи угля, тыс. т/год; Добыча угля – производство угля при открытой разработке, т; Коэффициент выбросов CH₄ – коэффициент выбросов метана, м³/т [6]; Коэффициент преобразования – плотность метана при 20°C и давлении в 1 атм. (составляет $0,67 \cdot 10^{-3} \text{ т/м}^3$) [6].

В соответствии с Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК значение коэффициента выбросов CH₄ зависит от толщины вскрышных пород.

На принятом для расчета угледобывающем предприятии добыто 952 805 т угля, толщина вскрышных работ – 135 м. При толщине вскрышных пород более 50 м принимается коэффициент выброса CH₄, равный 2,0 м³т⁻¹. Таким образом, выбросы парниковых газов при открытой добыче угля составят:

$$\text{Выбросы CH}_4 = (2,0 \cdot 952\,805 \cdot 0,67 \cdot 10^{-3}) \cdot 25 = 31\,918,97 \text{ т.}$$

Результаты автоматизированного расчета, выполненного в цифровой платформе, представлены на рис. 4.

Результаты автоматизированного расчета выбросов парниковых газов при добыче угля открытым способом, выполненного в цифровой платформе, совпадают с результатами аналитического расчета, что свидетельствует о корректности функционирования модуля расчетов выбросов метана и углекислого газа при добыче угля открытым способом.

Расчет выбросов CH₄ при обращении с углем, добытым подземным способом

Расчет выбросов метана в атмосферу при обращении с углем, добытым подземным способом выполняется по формуле:

$$\text{Выбросы CH}_4 = \text{Коэффициент CH}_4 \times \text{подземная добыча угля} \times \text{Коэффициент преобразования}, \quad (4)$$

где Выбросы CH₄ – выбросы метана после подземной добычи угля, тыс. т/год; Добыча угля – производство угля при открытой разработке, т; Коэффициент выбросов CH₄ – коэффициент выбросов метана, м³/т [6]; Коэффициент преобразования – плотность метана при 20°C и давлении в 1 атм. (составляет $0,67 \cdot 10^{-3} \text{ т/м}^3$) [6].

В соответствии с Руководящими принципами национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК значение коэффициента выбросов CH₄ зависит от глубины залегания угольных пластов.

На принятом для расчета угледобывающем предприятии добыто 950 000 т угля, глубина залегания пластов – 302 м. При глубине залегания угольных пластов менее 400, но более 200 метров принимается коэффициент выброса CH₄, равный 2,5 м³т⁻¹. Таким образом, выбросы парниковых газов при обращении с углем, добытым подземным способом, составят:

$$\text{Выбросы CH}_4 = (2,5 \cdot 950\,000 \cdot 0,67 \cdot 10^{-3}) \cdot 25 = 39\,781,25 \text{ т.}$$

Результаты автоматизированного расчета, выполненного в цифровой платформе (рис. 5), совпадают с результатами аналитического расчета, что свидетельствует о корректности функционирования модуля расчетов выбросов метана при последующем обращении с углем, добытым подземным способом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанная цифровая платформа расчета выбросов метана и углекислого газа характеризуется устойчивым функционированием расчетных модулей фугитивных выбросов парниковых газов, сопровождающих: добычу угля подземным способом, добычу угля открытым способом и последующее обращение с углем, добытым подземным способом. Это подтверждает рациональность ее использования при расчете выбросов парниковых газов угледобывающими предприятиями и организациями, выполняющими инвентаризацию выбросов парниковых газов, специалистами экологических отделов, формирующими отчеты об эмиссии парниковых газов угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий.

Применение разработанной цифровой платформы в рамках цифровизации расчетов выбросов парниковых газов при добыче и транспортировке угля способно в перспективе обеспечить повышение качества подготовки отчетов угольных компаний об инвентаризации выбросов парниковых газов, тиражирование положительного опыта применения чистых угольных технологий, направленных на утилизацию шахтного метана и снижение техногенного воздействия на окружающую среду [14, 15].

Список литературы • References

1. Алгоритмическое обеспечение цифровой платформы мониторинга фугитивных выбросов парниковых газов при угледобыче / О.В. Тайлаков, С.В. Соколов, Е.А. Уткаев, Д.С. Михалев // Уголь. 2023. № 5. С. 84-89.
Tailakov O.V., Sokolov S.V., Utkaev E.A. & Mikhalev D.S. Algorithmic support of the digital platform for monitoring fugitive greenhouse gas emissions from coal mining. *Ugol*. 2023;(5):84-89. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-5-84-89.
2. Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ Об ограничении выбросов парниковых газов. [Электронный ресурс]. Официальный сайт компании «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/ (дата обращения: 15.03.2024).
3. Приказ Минприроды России от 27.05.2022 № 371 Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов. [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/350962750> (дата обращения: 15.03.2024).
4. Количественное определение объемов выбросов парниковых газов на угольных предприятиях / О.В. Тайлаков, Д.Н. Застрелов, А.И. Смыслов и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. Специальный выпуск 49. С. 507-514.
Tyakov O.V., Zastrelov D.N., Smyslov A.I. et al. Quantitative assessment of greenhouse gas emissions at coal enterprises. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten*. 2018;(49):507-514. (In Russ.).
5. Азими́на Е.В. Климатическая повестка в условиях новой политической реальности // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2022. № 6. С. 97-101.
Azimina E.V. Climate agenda in conditions of the new political reality. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;(6):97-101. (In Russ.).
6. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006. [Электронный ресурс]. Межправительственная группа экспертов по изменению климата. URL: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html> (дата обращения: 15.03.2024).
7. Программное обеспечение расчета выбросов метана и углекислого газа при добыче угля / О.В. Тайлаков, А.В. Чернецкая, А.А. Тайлаков и др. // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2023. № 4. С. 51-57.
Tailakov O.V., Chernetskaya A.V., Tailakov A.A., Mikhalev D.S., Cherkasov A.V. Methane and carbon dioxide emissions calculation software for coal mining. *Vestnik Nauchnogo tsentra VostNII po promyshlennoj i ekologicheskoy bezopasnosti*. 2023;(4):51-57. (In Russ.).
8. Kholod N., Evans M., Raymond C. Pilcher, Roshchanka V., Ruiz F., Coté M., Collings R. Global methane emissions from coal mining to continue growing even with declining coal production. *Journal of Cleaner Production*. 2020;(256):120489.
9. Салтымаков Е.А., Уткаев Е.А., Снетова Е.С. Разработка цифровой платформы для количественного учета выбросов шахтного метана в атмосферу // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2023. № 3. С. 51-58.
Saltymakov E.A., Utkaev E.A., Snetova E.S. Development of a digital platform for quantitative assessment of mine methane emissions into the atmosphere. *Vestnik Nauchnogo tsentra VostNII po promyshlennoj i ekologicheskoy bezopasnosti*. 2023;(3):51-58. (In Russ.).
10. Poneilat Joshua S., Rosenstock Lukas L. Designing APIs with Swagger and OpenAPI. Great Britain, Manning, 2022, pp. 426.
11. Вэб-документация angular. [Электронный ресурс]. URL: <https://angular.io/docs> (дата обращения: 15.03.2024).
12. Вэб-документация Фреймворк DRF. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.django-rest-framework.org/topics/documenting-your-api/> (дата обращения: 15.03.2024).

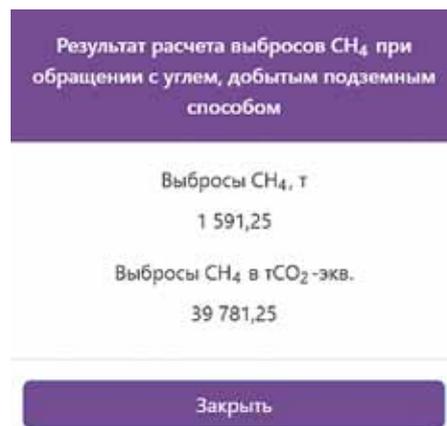


Рис. 5. Результаты расчета выбросов CH₄ при обращении с углем, добытым подземным способом

Fig. 5. Calculation results of the CH₄ emissions when handling coal produced by the underground mining

13. Romano Fabrizio., C. Hillar Gaston., Ravindran Arun. Learn Web Development with Python: Get Hands-on with Python Programming and Django Web Development. Great Britain, Packt Publishing, 2018, pp. 779.
14. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2019 № 1228 «О принятии Парижского соглашения». [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561281256> (дата обращения: 15.03.2024).
15. Направления утилизации шахтного метана / О.В. Тайлаков, Д.Н. Застрелов, Е.А. Уткаев и др. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2015. № 6. С. 62-67. Tailakov O.V., Zastrelov D.N., Utkaev E.A. et al. Prospects of the coal mine methane utilization. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta*. 2015;(6):62-67. (In Russ.).

Authors Information

Tailakov O.V. – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief Scientific Officer, Federal State Budgetary Institution «Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Institute of Coal, 650000, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: oleg2579@gmail.com

Utkaev E.A. – PhD (Engineering), Head of the Laboratory of coalbed methane resources and recovery technologies, Federal State Budgetary Institution «Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Institute of Coal, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: utkaev@mail.ru

Sokolov S.V. – PhD (Engineering), Senior Researcher Federal State Budgetary Institution «Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Institute of Coal, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: sokolovsviuu@bk.ru

Snetova E.S. – Leading Engineer, Federal State Budgetary Institution «Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Institute of Coal, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: katya.snetova.97@mail.ru

Mikhalev D.S. – Laboratory Assistant, Federal State Budgetary Institution «Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Institute of Coal, 650000, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: mikhalev@mail.ru

Tailakov A.A. – Engineer, Federal State Budgetary Institution «Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Institute of Coal, Kemerovo, 650000, Russian Federation, e-mail: aleksandr.tailakov@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 12.02.2024

Поступила после рецензирования: 28.02.2024

Принята к публикации: 26.03.2024

Paper info

Received February 12, 2024

Reviewed February 28, 2024

Accepted March 26, 2024

Более 1,6 тысячи красноярских угольщиков СУЭК и членов их семей отдохнут по льготным путевкам

Более 1,6 тыс. сотрудников красноярских предприятий СУЭК и членов их семей в 2024 г. смогут отдохнуть и пройти курс оздоровления за счет средств корпоративной социальной программы.

Оздоровляться и укреплять здоровье угольщики на протяжении многих лет предпочитают в санаториях Краснодарского, Алтайского краев и Хакасии, в последние годы они также осваивают здравницы Калининградской области. Не меньшей популярностью пользуется ведомственный санаторий-профилакторий «Шахтер» в Бородино: уютные номера, бассейн, кабинеты магнито-, лазеро- и прессотерапии, аэроионной, озono- и бальнеотерапии, ультрозвуковых методик лечения, массажа, ЛФК, фитобар, тропы здоровья в прилегающем к санаторию сосновому бору – многие справедливо считают, что по уровню оснащения и комфорта местная здравница не уступает другим известным курортам, находясь при этом практически в шаговой доступности.

Дети горняков тоже давно облюбовали летние лагеря рядом с домом. Тем более что кроме оздоровления ряд из них предлагает ребятам программы личностного раз-



вития, спортивной и творческой самореализации, углубленного изучения иностранного языка с его носителями. Те, кто постарше и посмелее, ездят в оздоровительные лагеря на Черном море, в Новосибирской области.

Обеспечение сотрудников и членов их семей оздоровительными путевками закреплено в коллективных договорах, которые действуют на всех предприятиях СУЭК в Красноярском крае. Этим документом, который заключается между работодателем и профсоюзами, предусмотрены и другие льготы для членов трудовых коллективов сверх установленных Трудовым кодексом РФ. Среди них: дополнительное медицинское страхование, бесплатная сезонная вакцинация против гриппа, клещевого энцефалита, дотирование расходов на питание, услуги ЖКХ, бесплатный пайковый уголь сотрудникам и пенсионерам, проживающим в домах без центрального теплоснабжения, денежные выплаты в сложных жизненных ситуациях и другие.

Пресс-служба АО «СУЭК»