

Пути повышения экономической и экологической эффективности процесса утилизации попутного метана при добыче энергоресурсов

Сергей Булатович Зайнуллин^{1✉}, Максим Васильевич Черняев²

^{1, 2} Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

¹ zaynullin-sb@rudn.ru, ORCID ID: 0000-0001-9818-4706, SPIN-код: 7360-8675

² chernyaev-mv@rudn.ru, ORCID ID: 0000-0003-4638-5623, SPIN-код: 1500-2438

Аннотация. Экономика России в значительной степени зависит от добычи и реализации, (в том числе экспорта) энергоресурсов. Однако в настоящее время применяемые технологии добычи энергоресурсов, таких как нефть, газ и уголь, наносят существенный вред окружающей среде. Одним из ключевых факторов экологического вреда является выброс в атмосферу метана и других попутных газов. Цель данного исследования – поиск решения по снижению экологического ущерба и повышение экономической эффективности процесса утилизации попутного метана.

Для достижения этой цели в статье проанализированы методы утилизации попутных газов, а также их преимущества и недостатки. При этом установлено, что успешное решение проблемы снижения экологического ущерба и повышения эффективности использования энергоресурсов, достигается при использовании перспективной технологии плазменно-импульсного воздействия на пласт. Данная технология применяется как на нефтегазовых месторождениях, так и на угольных шахтах, что существенно повышает рентабельность утилизации попутных газов и в первую очередь метана, уменьшая при этом неконтролируемые выбросы в окружающую среду. Все это приводит к более рациональному использованию добываемых ресурсов.

Ключевые слова: метан, попутные газы, утилизация газов, экологический ущерб, плазменно-импульсное воздействие

Для цитирования: Зайнуллин С.Б., Черняев М.В. Пути повышения экономической и экологической эффективности процесса утилизации попутного метана при добыче энергоресурсов // Экономические системы. 2023. Том 16, № 2 (61). С. 155–165. DOI 10.29030/2309-2076-2023-16-2-155-165.

Благодарность: статья подготовлена в рамках инициативной научно-исследовательской работы № 061611-0-000 на тему «Комплексное решение для повышения экономической эффективности угольной промышленности как условие укрепления энергетической безопасности России», выполняемой на базе кафедры национальной экономики экономического факультета РУДН.

Original article

Ways to improve the economic and environmental efficiency of the process of utilization of associated methane in the extraction of energy resources

Sergei B. Zainullin^{1✉}, Maxim V. Chernyaev²

^{1, 2} Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

¹ zainullin-sb@rudn.ru, ORCID ID: 0000-0001-9818-4706, SPIN-код: 7360-8675

² chernyaev-mv@rudn.ru, ORCID ID: 0000-0003-4638-5623, SPIN-код: 1500-2438

Abstract. The Russian economy largely depends on the extraction and sale (including export) of energy resources. However, currently used technologies for the extraction of energy resources, such as oil, gas and coal, cause significant harm to the environment. One of the key factors of environmental harm is the release of methane and other associated gases into the atmosphere. The purpose of this study is to find a solution to reduce environmental damage and increase the economic efficiency of the associated methane utilization process.

To achieve this goal, the article analyzes the methods of utilization of associated gases, as well as their advantages and disadvantages. At the same time, it has been established that the successful solution to the problem of reducing environmental damage and increasing the efficiency of energy use is achieved by using a promising technology of plasma-pulse impact on the reservoir. This technology is used both in oil and gas fields and in coal mines, which significantly increases the profitability of utilization of associated gases and, first of all, methane, while reducing uncontrolled emissions into the environment. All this leads to a more rational use of the extracted resources.

Keywords: methane, associated gases, gas utilization, environmental damage, plasma-pulse impact

For citation: Zainullin S.B., Chernyaev M.V. Ways to improve the economic and environmental efficiency of the process of utilization of associated methane in the extraction of energy resources. *Economic Systems*. 2023;16(2(61)):155-165. (In Russ.). DOI 10.29030/2309-2076-2023-16-2-155-165.

Acknowledgement: this paper has been supported by the RUDN University Strategic Academic Leadership Program. The article has been prepared within the framework of initiative research work No. 061611-0-000 entitled «A Comprehensive Solution for Improving the Economic Efficiency of the Coal Industry as a Condition for Strengthening Energy Safety of Russia», carried out on the basis of the National Economy Department, Faculty of Economics, RUDN University.

Введение

Добыча нефти, газа и угля по-прежнему является основой экономики современной России. С учетом энергетического кризиса, разразившегося в настоящее время в Европе и во всем мире вследствие введения антироссийских санкций, роль энергетической отрасли возрастает. В связи с этим поиск снижения экологической нагрузки и уровня экономических потерь при добыче энергоресурсов становится все более актуальным.

Основная часть

Необходимость утилизации попутных газов

При добыче нефти нефтесодержащие пласты выделяют попутный нефтяной газ (ПНГ), состоящий из таких углеводородов, как метан, этан, пропан, бутан и др. (табл. 1).

Таблица 1

Примерный состав попутного нефтяного газа

Состав	Объем, %
Метан	45,6
Этан	16,6
Пропан	21,1
Бутан	7,8
Пентан	3,7
Гексан	1,1
Гептан	0,4
Прочие	3,7

Источник: по данным [1, с. 103].

Указанные углеводороды в своем природном состоянии содержатся в нефти под высоким давлением. Из тонны нефти, добываемой в России, выделяется около 150 м³ попутного газа [2, с. 292–296]. Как видно из табл. 1, наибольшую проблему представляет утилизация именно метана, составляющего почти половину всех сопутствующих газов при добыче нефти.

Аналогичную проблему представляет и утилизация попутного газа при добыче угля. При этом значительную часть попутных газов (более 40%) составляет метан. Выделение попутных газов (преимущественно метана) при добыче угля является существенным фактором, препятствующим интенсификации его добычи и создающим угрозу технике безопасности производства и экологическому состоянию внешней среды. Один килограмм метана на временном горизонте в 20 лет эквивалентен потенциалу глобального потепления от 35 кг углекислого газа [2, с. 292–296].

Вредное воздействие выбросов попутных газов на экологическую ситуацию происходит в основном в районах газовых и нефтяных месторождений, угледобываю-

щих шахт и открытых пластов, а также в прилегающих населенных пунктах. Негативному воздействию подвергаются растительность, почва, микрорельеф, верхние горизонты горных пород, гидрогеологический режим, снежный покров, нижние слои атмосферы. Это, в свою очередь, повышает риск респираторных заболеваний, заболеваний нервной системы, желудочно-кишечного тракта, а также эндокринной системы у работников нефтегазовых месторождений, угольных шахт и жителей близлежащих населенных пунктов. В результате в регионах России, добывающих нефть, газ, уголь, уровень заболеваемости населения по многим видам болезней выше средних показателей по стране.

Применяемые методы утилизации попутных газов

При добыче нефти, газа, угля при снижении давления газ естественным образом выделяется в окружающую среду. По сложившейся практике к попутному газу ранее относились как к отходу добычи угля и нефти. Попутный газ просто сжигался либо контролируемым образом (факельное сжигание), либо в атмосфере (продувка). С учетом усиления экологических требований доля сжигаемого газа стала уменьшаться.

Однако до настоящего времени средний уровень утилизации добываемого попутного газа по России составляет 75,6% [3, с. 1284]. Таким образом, по различным причинам сжигание попутного газа продолжается (табл. 2).

Таблица 2

Причины сжигания попутного газа

Причина сжигания	Особенности сжигания
Чрезвычайные ситуации	Газ сжигается в целях безопасности из-за риска возникновения взрывов, пожаров
Недостаток мощности утилизации газа	Превышение объемов попутного газа над возможностями оборудования по утилизации
Отсутствие мощности по утилизации газа	Отсутствие или неработоспособность оборудования по утилизации приводит к необходимости сжигания попутного газа

Попадающие в воздух загрязняющие вещества переносятся воздушным потоком в различных состояниях: газообразном, жидком и аэрозольном. Состав загрязняющих веществ, образующихся при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках, показан в табл. 3.

Вследствие высокой температуры от факельной установки в радиусе 20–200 м критически повреждается органическое вещество почвы. Окиси и сажа, образующиеся при сжигании попутного газа, крайне негативно влияют на организм человека: повышается риск развития легочных, онкологических заболеваний, бесплодия и т. д. [4, с. 139–144]. Метан в составе сопутствующего газа и продуктов его сгорания является парниковым газом, отрицательно влияющим на глобальное изменение климата.

Таблица 3

Состав загрязняющих веществ, образующихся при сжигании попутного газа

Вещество	Доля, %
Окись углерода	64
Окись азота	10
Диоксид серы	7
Сажа	13

Источник: по данным [4, с. 139–144].

Сжигание газа в таких случаях не только наносит ущерб экологии, но и уничтожает ценный энергетический ресурс, который можно использовать для поддержания экономического роста в стране. В связи с этим важно проанализировать используемые в настоящий момент способы утилизации попутного газа, выявить их преимущества и недостатки (табл. 4).

Таблица 4

**Преимущества и недостатки используемых способов
утилизации попутного газа**

Способ утилизации	Преимущества	Недостатки
Переработка на газоперерабатывающем заводе	Имеется спрос на продукты переработки	Расходы на транспортировку по газопроводу
Обратная закачка в пласт	Не требует транспортировки. Более высокие темпы добычи	Затраты на строительство и эксплуатацию системы закачки газа. Рост доли попутных газов при последующей добыче
Очистка	Имеется спрос на продукты переработки	Расходы на транспортировку по газопроводу
Сжижение	Имеется спрос на продукты переработки	Большие затраты на оборудование по сжижению и разжижению
Переработка на синтетическое топливо	Имеется спрос на продукты переработки, в частности на метанол	Рентабельны в случаях крупных объемов перерабатываемого сырья

Источники: по данным [5, с. 55–59].

Имеющиеся способы переработки и тем более сжигания попутного газа имеют ряд существенных недостатков и не всегда являются рентабельными. Кроме того,

далеко не всегда химический состав попутного газа является постоянным, что снижает эффективность рассмотренных способов [6, с. 86–89]. Это вызывает необходимость применения более прогрессивных методов, утилизации попутного газа.

Применение плазменно-импульсного воздействия при добыче газа, нефти и угля как способ более рационального использования недр

Существующие методы добычи минеральных ресурсов – нефти, газа, угля – не всегда являются рациональными. В частности, неизвлеченные запасы нефти и газа во всем мире достигают величины 55–75% от первоначальных геологических запасов в недрах [7, с. 2]. При этом структура российской сырьевой базы непрерывно ухудшается в том понимании, что снижается количество месторождений и объем запасов ресурсов, добыча которых является рентабельной при наиболее распространенных технологиях [8].

Для повышения уровня извлекаемости газов в России была разработана и внедрена технология плазменно-импульсного воздействия на пласт, направленная в первую очередь на очистку зоны добычи, повышение проницаемости шахты. Она применяется в 350 добывающих и нагнетательных скважинах с 2009 г.

По данным Н.П. Агеева и А.Ф. Пашенко [7, с. 2], анализ проведенных работ по плазменно-импульсному воздействию при добыче нефти и газа свидетельствует об экономической эффективности применения этой технологии:

- 87% добывающих скважин с карбонатным коллектором продемонстрировали прирост продуктивности на уровне 99%;
- 71% добывающих скважин с терригенным коллектором показали прирост продуктивности на уровне 110%;
- при обработке нагнетательного фонда скважин эффективность применения плазменно-импульсного воздействия достигает 90%.

По данным А.А. Молчанова, А.В. Козлова [9, с. 370], при стимулировании гидро-разрывом дебит метана из одной скважины составляет 0,5 м³/мин, а при плазменно-импульсном воздействии он увеличивается практически в 5 раз до 2,4 м³/мин, при этом радиус воздействия повышается более чем в 1,5 раза – до 250 м.

Аналогичный эффект возникает при применении плазменно-импульсной технологии дегазации угольных шахт. Получаемый при этом экономический и экологический эффект заключается:

- в сокращении сроков подготовки шахты и повышении темпов роста добычи угля;
- сокращении неконтролируемых выбросов попутных газов во внешнюю среду;
- рациональном использовании добытых попутных газов, в первую очередь метана [10, с. 77].

Добытый в качестве попутного газа метан при добыче угля используется в качестве:

- 1) топлива для выработки пара и тепловой энергии для промышленных и жилых зданий, а также выработки электроэнергии на ТЭС [11, с. 50];
- 2) топлива для электрических газотурбинных установок для выработки электроэнергии для нужд шахт [12, с. 3].

При добыче нефти и газа попутный метан может быть утилизирован следующим образом:

- переработка на газоперерабатывающем заводе для получения гомологов метана;
- закачка попутных газов в пласт для восстановления давления залежей, повышения нефтеотдачи;
- очистка попутных газов для извлечения сухих очищенных газов;
- сжижение попутных газов [13, с. 280].

Современные подходы к снижению ущерба экологии от попутных газов

Дискурс климатической повестки в западных странах в настоящий момент идет в большей степени в направлении сокращения потребления минеральных ресурсов. В частности, по мнению Джошуа Дина [14, с. 1–2], метан (CH_4) является парниковым газом, на долю которого приходится примерно половина действия факторов изменения глобального климата. Метана гораздо меньше в атмосфере, чем CO_2 , но в пересчете на молекулу атмосферы метан вызывает гораздо более мощный парниковый эффект.

Потенциальные преимущества борьбы с выбросами метана обсуждались в научных кругах в течение длительного времени и теперь входят в политическую сферу.

В 2021 г. в Глазго состоялась Конференция сторон Парижского соглашения (COP26) [15, с. 1–21], в рамках которой 112 стран обязались сократить глобальные выбросы метана в атмосферу к 2030 г. не менее чем на 30% по сравнению с уровнем 2020 г. По мнению участников конференции, потепление может быть уменьшено на 0,2 °C к 2050 г., если будут выполнены обязательства по сокращению таких выбросов на 30%.

Глобальные выбросы метана в атмосферу происходят как из естественных, так и из антропогенных источников, причем антропогенные источники уже достигли уровня, сопоставимого с естественными, такими как водно-болотные угодья и пресноводные экосистемы [16, с. 1561–1623].

Производство ископаемого топлива является одним из доминирующих антропогенных источников метана и сокращение его выбросов в атмосферу признается важным компонентом глобальных усилий по смягчению последствий изменения климата [16, с. 409–412].

В западном дискурсе сохраняется тренд на сокращение потребления ископаемого топлива, несмотря на опасения по поводу энергетической безопасности, связанные с войной на Украине. «Точно так же как и использование ископаемых природных ресурсов не должно быть основой для производства водорода как альтернативного энергетического пути» [17, с. 1676–1687].

Предлагается сосредоточиться на следующих основных направлениях декарбонизации, снижения объемов парниковых газов, способных оказывать воздействие на климат:

- переход на возобновляемую энергетику;
- технологии удаления углекислого газа из атмосферы;
- биогаз (или возобновляемый природный газ), полученный в результате органического разложения промышленных отходов;

– иные продукты, которые могут заменить ископаемый природный газ в био- и альтернативных технологиях.

Можно сделать вывод, что климатическая повестка в странах Запада в максимальной степени политизирована и радикальна. События 2022 г., проводимое санкционное давление на Россию, Иран, политическое давление на страны ОПЕК+ демонстрируют, что страны Запада настроены диктовать свою волю странам, производящим минеральные ресурсы, что отражается как в политическом, так и сопутствующем ему научном дискурсе. При этом данное давление производится максимально радикально, невзирая на тот ущерб, который наносится собственному населению и промышленности.

Для обеспечения энергетической, финансовой безопасности Россия и иные страны, добывающие минеральные ресурсы, должны вводить свой альтернативный дискурс экологической повестки. Таким дискурсом может быть развитие и продвижение технологий, которые снижают выбросы метана и иных парниковых газов в атмосферу, уменьшают экологический ущерб при утилизации попутных газов, что обеспечит потребность населения в энергии, тепле, питании, промышленность в энергии и сырье, даст как экономический эффект в виде более рационального использования добываемых ресурсов, так и экологический эффект в виде снижения выбросов парниковых газов в атмосферу при добыче, переработке и утилизации минеральных ресурсов.

Заключение

Экономика России в значительной степени зависит от добычи энергоресурсов. Распространенные традиционные технологии добычи энергоресурсов – нефти, газа, угля – помимо положительного эффекта вызывают и негативный эффект. Этот эффект заключается в том, что при добыче ресурсов на угольных шахтах, нефтегазовых месторождениях выделяемый попутный газ, в первую очередь метан, наносит экологический ущерб окружающей среде, здоровью персонала месторождений и жителям близлежащих населенных пунктов. Не меньший ущерб экологии и здоровью наносит практика сжигания попутных газов.

В целях снижения экологического ущерба и рационального использования добываемых ресурсов применяются различные методы утилизации попутных газов, которые имеют свои преимущества и недостатки. Существенная часть недостатков связана с нестабильной концентрацией метана и иных полезных газов в выходящих газовых смесях, что снижает рентабельность дальнейшей их переработки. Одним из методов решения данной проблемы стало применение перспективной технологии плазменно-импульсного воздействия на пласт.

Данная технология применяется как на нефтегазовых месторождениях, так и на угольных шахтах, что существенно повышает продуктивность и повышает рентабельность утилизации попутных газов и в первую очередь метана, уменьшая неконтролируемые выбросы в окружающую среду и повышая рентабельность утилизации метана и иных попутных газов.

Все это в целом приводит к более рациональному использованию добываемых ресурсов.

Список источников

1. Рустамов З.А., Брюхова К.С. Проблема утилизации попутного нефтяного газа. Анализ и современное состояние // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2019. № 58. С. 102–108.
2. Горюнкова А.А., Галунова Д.В. Экологические проблемы газовой промышленности // Известия Тульского государственного университета. 2014. № 11–2. С. 292–296.
3. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России : в 2 ч. Краснодар, 2014.
4. Щерба В.А., Гомес А.Ш.С., Воробьев К.А. Проблемы и перспективы утилизации попутного нефтяного газа в Российской Федерации // Проблемы региональной экологии. 2019. № 1. С. 139–143.
5. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа на нефтяных промыслах / С.Р. Курбанкулов, Р.З. Фахрутдинов, Р.К. Ибрагимов [и др.] // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19, № 12. С. 55–59.
6. Расчетные исследования внутрикамерного процесса при утилизации нефтяного газа / О.А. Бетинская, Н.Л. Бачев, О.О. Матюнин [и др.] // Нефтяное хозяйство. 2017. № 7. С. 86–89.
7. Агеев Н.П., Пащенко А.Ф. Комплексный подход к эксплуатации нефтяных месторождений на поздней стадии разработки // Актуальные проблемы нефти и газа. 2017. Вып. 1(16). С. 4.
8. Государственный доклад Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2014 году. М. : МПР, 2015.
9. Молчанов А.А., Козлов А.В. Обоснование применения плазменно-импульсной технологии повышения нефтеотдачи пластов на месторождениях с высоковязкими нефтями // Записки Горного института. 2012. Т. 199. С. 370–374.
10. Анопочкин И.О., Козлов Р.Д. Заблаговременная дегазация угольных пластов методом плазменно-импульсного воздействия // Вестник. 2021. № 2. С. 77–79.
11. Красюк Н.Н., Савков К.В., Жмуровский Д.И. Извлечение и промышленная утилизация метана угольных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. 1997. № 6. С. 47–55.
12. Лалаев К.Э., Мастобаев Б.Н., Бородин А.В. Перспективы переработки попутного нефтяного газа предприятиями ОАО «СИБУР Холдинг» // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2014. № 2. С. 3–7.
13. Ишмурзина Н.М., Ишмурзин А.А. Рациональное использование попутного нефтяного газа. Техника, технология, проблемы и пути решения : учебник. Уфа, 2010.
14. Joshua F.D. Target methane. URL: <https://www.nature.com/articles/s43247-022-00560-0> (дата обращения: 24.04.2023).
15. UN Climate Change Conference of the Parties (COP26) in Glasgow on 31 October – 13. November. 2021. URL: <https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/11/COP26-Presidency-Outcomes-The-Climate-Pact.pdf> (дата обращения: 24.04.2023).
16. Saunio M. et al. The global methane budget 2000–2017. URL: <https://essd.copernicus.org/articles/12/1561/2020> (дата обращения: 24.04.2023).
17. Hmiel B. et al. Preindustrial 14CH₄ indicates greater anthropogenic fossil CH₄ emissions. URL: https://www.nature.com/articles/s41586-020-1991-8?error=cookies_not_supported (дата обращения: 24.04.2023).

References

1. Rustamov Z.A., Bryukhova K.S. The problem of utilization of associated petroleum gas. Analysis and current state. *Vestnik PNIPU = Bulletin of PNRPU. Aerospace engineering*. 2019;(58):102-108. (In Russ.).
2. Goryunkova A.A., Galunova D.V. Environmental problems of the gas industry. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of Tula State University*. 2014;(11-2):292-296. (In Russ.).
3. Adzhiev A.Yu., Purtov P.A. Preparation and processing of associated petroleum gas in Russia : in 2 hours. Krasnodar, 2014. (In Russ.).
4. Shcherba V.A., Gomez A.S.S., Vorobyev K.A. Problems and prospects of utilization of associated petroleum gas in the Russian Federation. *Problemy regional'noj ekologii = Problems of regional ecology*. 2019;(1):139-143. (In Russ.).
5. Problems and prospects of using associated petroleum gas in oil fields / S.R. Kurbankulov, R.Z. Fakhrutdinov, R.K. Ibragimov [et al.]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Technological University*. 2016;19(12):55-59. (In Russ.).
6. Computational studies of the in-chamber process during the utilization of petroleum gas / O.A. Betinskaya, N.L. Bachev, O.O. Matyunin [et al.]. *Neftyanoe hozyajstvo = Oil economy*. 2017;(7):86-89. (In Russ.).
7. Ageev N.P., Pashchenko A.F. An integrated approach to the exploitation of oil fields at a late stage of development. *Aktual'nye problemy nefti i gaza = Actual problems of oil and gas*. 2017;(1(16)):4. (In Russ.).
8. State report of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation on the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2014. Moscow : MPR, 2015. (In Russ.).
9. Molchanov A.A., Kozlov A.V. Justification for the use of plasma pulse technology of enhanced oil recovery strata on deposits with high-viscosity oils. *Zapiski Gornogo instituta = Notes of the Mining Institute*. 2012;(199):370-374. (In Russ.).
10. Anopochkin I.O. Kozlov R.D. Advance degassing of coal seams by plasma-pulse action. *Vestnik = Herald*. 2021;(2):77-79. (In Russ.).
11. Krasnyuk N.N., Savkov K.V., Zhmurovsky D.I. Extraction and industrial utilization of methane from coal deposits. *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' = Mining information and analytical bulletin*. 1997;(6):47-55. (In Russ.).
12. Lalaev K.E., Mastobaev B.N., Borodin A.V. Prospects for processing associated petroleum gas by enterprises of JSC SIBUR Holding. *Neftepererabotka i neftekhimiya. Nauchno-tekhnicheskie dostizheniya i peredovoj opyt = Oil refining and petrochemistry. Scientific and technical achievements and best practices*. 2014;(2):3-7. (In Russ.).
13. Ishmurzina N.M., Ishmurzin A.A. Rational use of associated petroleum gas. Technique, technology, problems and solutions : textbook. Ufa, 2010. (In Russ.).
14. Joshua F.D. Target methane. URL: <https://www.nature.com/articles/s43247-022-00560-0>.
15. UN Climate Change Conference of the Parties (COP26) in Glasgow on 31 October – 13. November. 2021. URL: <https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/11/COP26-Presidency-Outcomes-The-Climate-Pact.pdf>.
16. Saunio M. et al. The global methane budget 2000-2017. URL: <https://essd.copernicus.org/articles/12/1561/2020>.
17. Hmiel B. et al. Preindustrial 14CH4 indicates greater anthropogenic fossil CH4 emissions. URL: https://www.nature.com/articles/s41586-020-1991-8?error=cookies_not_supported.

Информация об авторах / Information about the authors

С.Б. Зайнуллин – кандидат экономических наук, доцент кафедры национальной экономики экономического факультета, РУДН;

М.В. Черняев – кандидат экономических наук, доцент кафедры национальной экономики, советник декана по ВЭД, заместитель декана по очно-заочному и заочному отделению, экономический факультет РУДН.

S.B. Zainullin – Ph.D. in economic sciences, associate professor, Department of national economy, RUDN University;

M.V. Chernyaev – Ph.D. in economic sciences, associate professor of the Department of national economy, dean's advisor for foreign economic activity, Deputy Dean for part-time and part-time departments, Faculty of Economics, RUDN University.

Статья поступила в редакцию 23.05.2023; одобрена после рецензирования 08.06.2023; принята к публикации 12.06.2023.

The article was submitted 23.05.2023; approved after reviewing 08.06.2023; accepted for publication 12.06.2023.