

НАУЧНЫЙ ВЗГЛЯД БУДУЩИХ УЧЕНЫХ SCIENTIFIC VIEW OF FUTURE SCIENTISTS

Экономические системы. 2023. Том 16, № 3 (62). С. 192–201.
Economic Systems. 2023;16(3(62)):192-201.

Научная статья
УДК 622.8

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика

DOI 10.29030/2309-2076-2023-16-3-192-201

Организация и социально-экономическая эффективность проведения заблаговременной дегазации угольных пластов

Татьяна Сергеевна Емельянова¹

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия, emelyanovatanyas@yandex.ru

Аннотация. Развитие угольной промышленности требует качественных, поэтапных, экологичных и безопасных методов добычи угля и сопутствующих полезных ископаемых. Представленный в статье анализ необходимости и социально-экономической эффективности проведения заблаговременной дегазации угольных пластов, включающий обоснование использования данного метода, описание этапов, технологии и эффективности применения плазменно-импульсивного воздействия (ПИВ).

Основной акцент делается на проблемах опасности газопроявлений (метановости) в связи с углублением бурения и разработки шахт, что, в свою очередь, в ряде случаев приводит к трагедиям, связанным со взрывами метана, и ставит под вопрос безопасную работу шахтеров. В статье приводятся конкретные примеры работы крупных угледобывающих компаний, отмечается важность применения метода заблаговременной дегазации и разработки новых совместных проектов с крупнейшими нефте- и газодобывающими компаниями.

По итогам анализа методов заблаговременной дегазации угольных пластов делается вывод об их социально-экономической эффективности, заключающейся в повышении эффективности добычи угля и метана и обеспечении безопасности ведения трудовой деятельности шахтеров.

Ключевые слова: уголь, угольные шахты, метан угольных пластов, дегазация угольных пластов, заблаговременная дегазация, газоносность, технология плазменно-импульсивного воздействия

Для цитирования: Емельянова Т.С. Организация и социально-экономическая эффективность проведения заблаговременной дегазации угольных пластов // Экономические системы. 2023. Том 16, № 3 (62). С. 192–201. DOI 10.29030/2309-2076-2023-16-3-192-201.

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

Organization and socio-economic efficiency of early degassing of coal seams

Tatiana S. Emelyanova

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia,
emelyanovatan-yas@yandex.ru

Abstract. Coal mining is the most important process of extracting valuable and energy-consuming minerals from the bowels of the earth. The development of coal industry requires high-quality, incremental, environmentally friendly and safe methods of mining «black gold» and associated minerals. The analysis of necessity and prospects of development of advance degassing of coal seams, presented in the article, which includes substantiation of use of this method of degassing in coal industry, description of stages and technology of application of plasma-impulsive influence (PEI) is caused by increase of intensity of methane release in coal mines at coal mining by underground method.

The main emphasis is placed on the emergence of the danger of gas-emission (methanostenosti) in connection with the deepening of drilling and development of mines, which in turn leads to tragedies associated with methane explosions and challenges the safe operation of miners. The article provides specific examples of the work of major coal mining companies, points out the need to use the method of early degassing and to develop new joint projects with major oil and gas mining companies.

The main conclusion from the analysis of methods of degassing and functioning of coal mines, is a description of the benefits and definition of development prospects of early degassing of coal seams in order to improve the efficiency of coal and methane production and provide safe labor activity of miners.

Keywords: coal, coal mines, coal bed methane, degassing of coal seams, early degassing, gas content, technology of plasma-impulsive influence

For citation: Emelyanova T.S. Organization and socio-economic efficiency of early degassing of coal seams. *Economic Systems*. 2023;16(3(62)):192-201. (In Russ.). DOI 10.29030/2309-2076-2023-16-3-192-201.

Acknowledgments: the article was prepared as part of the initiative research work No. 0611-0-000 on the topic «A comprehensive solution for improving the economic efficiency of the coal industry as a condition for strengthening Russia's energy security», carried out on the basis of the Department of National Economics of the Faculty of Economics of the RUDN.

Введение

Угольная промышленность (добыча, обогащение, переработка, производство, транспортировка и сбыт угля по всему миру) – одна из важнейших отраслей топливной промышленности. Сегодня уголь применяется в самых важных отраслях: энергетической, металлургической, строительной, топливной, газовой, химической, сельскохозяйственной; предполагается его использование в новых и «нестандартных» отраслях.

Несмотря на то что пандемия COVID-19 оказала сильное влияние на энергетические рынки во всем мире, в связи с чем многие шахты и предприятия угольной промышленности были вынуждены приостановить свою работу, в настоящее время в угольной промышленности увеличиваются объемы производства. Согласно анализу, странами-лидерами по добыче угля являются: Китай (с добычей около 3546 млн т «черного золота»), Индия (добыча около 748 млн т), США (642 млн т), Австралия (502 млн т), Индонезия (490 млн т), Россия (около 436 млн т) [1, 2, 3].

Рейтинг стран-лидеров по запасам угля незначительно отличается от рейтинга добычи по составу стран. Так, лидером по запасам «черного золота» является США с долей 26,7% от общемировых запасов (около 237 230 млрд т) и масштабными каменноугольными бассейнами «Аппалачский» и «Иллинойский»; на втором месте – Россия с долей 17,7% (около 160 015 млрд т) и основными угольными бассейнами «Кузнецкий», «Тунгусский», «Канско-Ачинский» и «Южно-Якутский»; третье место занимает Китай с долей общемировых запасов 12,8% (около 115 450 млрд т) и основными залежами угля в бассейне Шаньси; четвертое место – Австралия с долей 8,7% (около 76 млрд т) и старейшими шахтами в Ньюкасле; пятое место – Индия с долей общемировых запасов угля 6,85% (около 61 млрд т) и главным по запасам Дамудским бассейном [4, 5].

Уголь – ценнейший вид топлива, используемый человеком в различных отраслях и сферах деятельности как внутри каждой страны, так и на глобальном уровне. Сегодня уголь – это ценный экспортный товар, на который приходится 3–4% доходов экспортной отрасли, а угольная промышленность вносит весомый вклад в экономику разных стран, формирует суверенитет страны, обеспечивает более 160 тыс. рабочих мест и является основным источником дохода бюджетов ведущих угледобывающих стран [6, с. 120].

Очевидно, что открытый способ добычи угля является более безопасным чем шахтный (подземный), но именно увеличение потребности в угле, находящемся в глубоких недрах земли, стимулировало открытие новых месторождений и разработку методов проходки шахтного ствола к более глубоким пластам. В связи с концентрацией

работ по добыче угля, связанных с углублением бурения, на многих угледобывающих предприятиях наблюдается ухудшение условий безопасного извлечения угля и метана, что влияет на безопасность труда шахтеров. К примеру, средняя глубина разработки шахт в России превышает 450 м, а в некоторых шахтах глубина бурения колеблется от 800 до 1000 м и более [7].

Углубление бурения влечет за собой новые опасности, связанные с концентрацией плотности метана, которые неблагоприятно влияют на эффективность функционирования шахт и проведение безопасных работ. Рудничной атмосфере характерно повышенное содержание взрывоопасного метана, особенно на больших глубинах, способного взорваться при оказании больших нагрузок на угольные пласты. Сегодня многие угледобывающие компании совершенствуют мероприятия по снижению концентрации и выделений метана и создают условия для высокопроизводительной и безопасной работы шахтеров, используя традиционные методы дегазации угольных пластов и совершенствуя технику направленного бурения.

Основная часть

На пути добычи из недр земли «черного золота» перед шахтерами стоит непростая задача – выкачка метана, который содержится в сорбированном состоянии в системе естественных трещин угля. Хотя метан угольных пластов является наиболее дешевым (чем уголь), экологически чистым и доступным энергетическим ресурсом, существует и обратная сторона, заключающаяся в его газоопасности при эксплуатации шахт. При добыче угля шахтовым методом выделяется метан, адсорбированный в угле. Соответственно, чем глубже проводится добыча угля, тем плотнее содержание метана. В настоящее время прогнозируется, что среднегодовые темпы роста угледобычи в 2021–2025 годах составят 2,3%, что увеличит общемировой показатель до 8,8 млрд т, а выкачка метана будет являться перспективным источником природного сырья, используемого как топливо для автомобилей, печей, газовых плит, сырьем для производства электроэнергии [8].

Однако с углублением бурения и ростом нагрузки на очистной забой возрастает плотность метана, а следовательно, и риск взрыва на шахтах. Интенсивность травматизма при этом оценивается более чем на 45% выше, чем при добыче угля открытым методом. Известно множество трагедий, связанных с выбросом метана. Так, в России в 2021 г. произошла авария на шахте «Листвяжная» в Кузбассе, которая привела к гибели более 10 человек и исчезновению более 20 шахтеров [9].

В связи с необходимостью обеспечения максимальной безопасности шахтеров и растущим мировым энергопотреблением угольная промышленность была вынуждена применять новые и совершенствовать традиционные методы дегазации. Самым старинным и, пожалуй, единственным способом извлечь метан из угольных пластов для проведения шахтных работ является дегазация. Она в первую очередь проводится с целью безопасности проведения работ в шахте, уменьшения концентрации газа, а также включает в себя комплекс работ, направленных на экологичность при добыче метана. Различают заблаговременную, ограждающую, предварительную и передовую дегазацию.

Следует уделить должное внимание методу заблаговременной дегазации угольных пластов как возможности обеспечения максимальной безопасности жизни шахтеров. Более 40 лет назад горный инженер, а затем и профессор, Н.В. Ножкин начал разрабатывать данный метод в целях повышения безопасности проводимых работ по извлечению угля и метана. Заблаговременная дегазация представляет собой бурение вертикальных скважин с предварительным гидрорасчленением пластов и последующим извлечением газа до начала предварительных и основных работ. Данный метод проводится в среднем за 5–8 лет до начала горных работ, чтобы содержание метана на момент начала работ находилось на минимальном уровне. Заблаговременная дегазация угольного пласта уменьшает его газонасыщенность к этапу разработки на 30–50%, что позволяет увеличить производительность добычи угля, поскольку в этом случае снижается нагрузка на вентиляцию угольной шахты при работе очистного забоя [10]. Перспектива развития данного метода обусловлена наличием основных преимуществ:

- технической эффективностью высокого уровня;
- региональным воздействием;
- относительно низкой стоимостью (затраты ниже, чем гидроразрыв пласта);
- повторяемостью (многократное применение на скважине);
- селективностью (интервал воздействия с точностью до 5 см);
- экологичностью (отсутствие химических реагентов);
- высокой извлекаемостью;
- повышенной безопасностью.

Несмотря на положительные характеристики заблаговременной дегазации, исследователи выделяют ряд недостатков, которые снижают эффективность применения данного метода с увеличением глубины. В целях преодоления этих недостатков разработана технология плазменно-импульсивного воздействия (ПИВ). Она представляет собой метод стимуляции повышения проницаемости целевого пласта путем создания новых и раскрытия существующих микротрещин [11]. Данный метод хорошо применим при заблаговременной дегазации угольных пластов, так как в его основе лежит повышение нефте- и газоотдачи. Очень часто этот метод используется как аналог гидроразрыва пласта, но технология ПИВ имеет ряд конкурентных преимуществ. Во-первых, это экологически чистый метод воздействия, во-вторых, технология не приводит к порче недр, а также генерирует нелинейные контролируемые и направленные вибрации, сохраняя упругие колебания после обработки.

Метод используется на этапах заблаговременной дегазации (разработка проекта, строительство подъездных путей / обустройство площадок скважин, подбор и закупка оборудования, бурение скважин) и представляет собой спуск кабеля (генератора) в пробуренную скважину, который выдает повторяющиеся импульсы плазмы в целевую зону пласта. После спуска ток высокого напряжения подается на металлические электроды (это вызывает испарение этого проводника), что приводит к генерации большого количества энергии за короткий промежуток времени, затем образуется квазинейтральная плазма, давление передается через угольный пласт в виде ударной волны (в результате среда сжимается и растягивается), появляется

вторичная проницаемость (микротрещины), и раствор выносится в ствол скважины [12]. Наглядно процесс технологии ПИВ представлен на рис. 1.

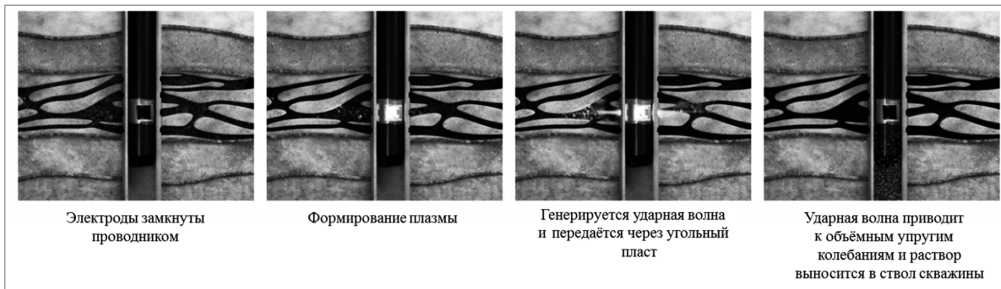


Рис. 1. Поэтапная схема применения технологии ПИВ

Источник: составлено автором на основе данных <http://novas-energy.ru>.

Важно понимать, что шахта – объект опасного производства, и угледобывающие компании должны уделять особое внимание не только аспектам эффективной производительности, но и безопасности своих работников. Заблаговременная дегазация с помощью разработанной технологии ПИВ способна осуществить баланс между производительностью (увеличить скорость проходки на 10–45%) и безопасностью шахтеров. Целесообразность проведения заблаговременной дегазации апробирована, в частности, в Карагандинском угольном бассейне (расположен на территории Казахстана), где из 14 скважин было извлечено более 18 млн м³ метана, газоносность пласта снизилась на 6–8 м³/тн, а риск взрывов сократился вдвое [13].

О важности дегазации, особенно заблаговременной, и ее преимуществах задумываются такие крупнейшие угледобывающие предприятия, как: CONSOL Energy Inc. (США), Coal India Ltd. (Индия), «ЕВРАЗ» (Россия), «СУЭК» (Россия), «Кузбассразрезуголь» (Россия), а также «Газпром» (Россия). В Российской Федерации утверждена Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года, предусматривающая, в частности, повышение безопасности работы горняков и экологии [14]. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы безопасной дегазации и утилизации метана.

Нагрузки, которые испытывают пласты и очистительные забои при работе в глубинах земли, представляют опасность взрыва и угрозу человеческим жизням, отчего возрастают требования к аэрологической безопасности. Для того чтобы решать проблемы с безопасным извлечением метана, необходимо не только проводить заблаговременную дегазацию, но и усовершенствовать процесс добычи с помощью разработки новейших технологий.

Важно подчеркнуть, что добывающие компании могут не просто извлекать метан из угольных пластов, но и продавать его. Метан является ключевой альтернативой нефтяным видам топлива и может использоваться как замена бензина для автомобилей. Он экологичен (выбросы углекислого газа меньше в 2-3 раза по сравнению

с бензином), безопасен (нижний предел температуры воспламеняемости природного газа – 650 °С против 250 °С бензина), технологичен (газообразное состояние метана в качестве моторного топлива увеличивает срок службы автомобиля, так как его нельзя в отличие от бензина разбавить или испортить различными добавками или присадками) и экономичен, так как не требует больших затрат на переработку, а средняя цена за 1 м³ составляет 14 руб. (1 м³ природного газа эквивалентен 1 л бензина).

Необходимость обеспечения безопасности при проведении бурения скважин и добыче метана сподвигла транснациональные энергетические компании к созданию новых совместных проектов с угольными бассейнами по добыче метана из угольных пластов с помощью метода заблаговременной дегазации. Безопасное, технически надежное и экологичное извлечение метана из угольных пластов – одна из главных задач в мировом масштабе и основное направление стратегического расширения ресурсной базы основных угледобывающих стран и предприятий, способствующее в будущем создать новую отрасль по добыче метана в угольных бассейнах совместно с ведущими газо- и нефтедобывающими компаниями.

Вопрос важности заблаговременной дегазации поднимало Министерство энергетики РФ на заседании Госсовета по направлению «Энергетика» в мае 2022 года, на котором были предложены меры господдержки проектов добычи метана угольных пластов в Кемеровской области под руководством ПАО «Газпром», целью которых, помимо увеличения добычи угля и газа, является решение задач заблаговременной дегазации угольных шахт и повышение безопасности работы шахтеров.

Методы и технологии, применяющиеся в угольной промышленности при добыче угля и метана, должны совершенствоваться с каждым годом, а угледобывающие компании – оперативно подстраиваться под новые вызовы и изменения, иметь четкую стратегию, видеть перспективы развития, предвидеть последствия и заблаговременно заботиться о технике безопасности, особенно при работе с взрывоопасными веществами.

Заключение

Метан, содержащийся в угольных пластах, является одним из важных ресурсов, который становится все более значимым энергоносителем и применяется в различных отраслях. Угледобывающие компании всего мира заинтересованы в экологичной и бесперебойной добыче угля и метана, а также в повышении безопасности труда шахтеров. Именно поэтому одна из главных задач энергетического комплекса – развитие методов дегазации, их научная и практическая целесообразность.

Примеры работы угледобывающих компаний, трагедий на шахтах, а следовательно, и издержек, которые терпят предприятия, свидетельствуют о важности применения технологии заблаговременной дегазации угольных пластов. В настоящее время многие нефте- и газодобывающие предприятия создают совместные новые проекты по заблаговременной дегазации угольных пластов с крупнейшими угледобывающими компаниями. Данный метод, несмотря на большие капиталовложения, которые могут окупиться через 4–6 и более лет после начала работ, позволит обеспечить эффективную добычу угля и метана, снизить инвестиционные издержки на строительство шахт, повысить экологичность проводимых работ и обеспечить без-

опасность труда шахтеров. На сегодняшний день разрабатываются дополнительные меры поддержки компаний, занимающихся добычей угля и нефтепродуктов, направленные на повышение безопасности проводимых работ, увеличение добычи и стимулирование компаний в обеспечении всеми необходимыми технологиями и ресурсами для бесперебойной работы [15].

Помимо вопросов безопасной добычи нефтепродуктов, компании реализуют применение метана для жизненных нужд, а именно, продают извлекаемый природный газ как безопасное, экономичное и экологичное топливо для автотранспорта. Усовершенствование безопасной добычи угля и нефтепродуктов поможет открыть новые возможности в использовании добываемых ископаемых. Применение метода заблаговременной дегазации, а также технологии плазменно-импульсивного воздействия (ПИВ) позволит решить экологические проблемы, улучшить экономические показатели, увеличить скорость проходки, ускорить ведение работ в особо газонасыщенных пластах, снизить расходы на предварительную дегазацию и обеспечить высокий уровень безопасности ведения трудовой деятельности шахтеров.

Список источников

1. Coal 2021 – Analysis // International Energy Agency (IEA). URL: <https://www.iea.org/reports/coal-2021> (дата обращения: 15.06.2023).
2. Increasing Coal-Fired Power Generation Threatens Net-Zero Targets // GlobalData. URL: <https://www.globaldata.com/data-insights/fossil-fuels-power-generation/increase-in-coal-fired-power-generation-threatens-net-zero-targets> (дата обращения: 15.06.2023).
3. Статистический обзор мировой энергетики BP. URL: <https://www.imemo.ru/news/events/text/bp-statistical-review-of-world-energy> (дата обращения: 15.06.2023).
4. В журнале «ТЭК России» выходит статья «Угольная промышленность России в 2021 году». URL: https://www.cdu.ru/news/v_zhurnale_tek_rossii_vykhodit_statya_ugolnaya_promyshlennost_rossii_v_2021_godu (дата обращения: 15.06.2023).
5. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь – март 2021 года // Уголь. 2021. № 6. С. 25–36. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-yanvar-mart-2021-goda> (дата обращения: 16.06.2023).
6. Перспективы развития угольной промышленности в России // Центр социально-экономических исследований. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/fd6/fd69a69529035a5127eb498dfcc7d565.pdf> (дата обращения: 17.06.2023).
7. Угольная промышленность России в 2020 году // Информационно-справочное издание АО «РОСИНФОРМУГОЛЬ». 2020. 165 с. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/fd6/fd69a69529035a5127eb498dfcc7d565.pdf> (дата обращения: 17.06.2023).
8. Копытов А.И., Войтов М.Д., Тагиев С.М. Современные методы добычи метана из угольных пластов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. № 2. С. 35–40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-dobychi-metana-iz-ugolnyh-plastov/pdf> (дата обращения: 17.06.2023).
9. Расследование ЧП на шахте «Листвяжная» // ТАСС. URL: <https://tass.ru/chp-na-shahtelistvyazhnaya> (дата обращения: 20.06.2023).
10. Курта И.В. Методы и схемы дегазации угольных пластов: метод. указания. Ухта : УГТУ, 2015. 35 с.

11. Исследование микротрещиноватости углей, вызванной ПИВ-методом рентгеновской томографии // Георезонанс. URL: <http://georez.ru/technology/articles/the-study-of-coal-microcracks-caused-by-ppt-by-means-of-x-ray-tomography-xrt> (дата обращения: 19.06.2023).

12. Технология плазменно-импульсного воздействия для заблаговременной дегазации угольных пластов // Георезонанс. URL: <https://georez.ru/technology> (дата обращения: 19.06.2023).

13. Мусин Р.А. Оптимизация процессов бурения скважин при добыче метана угольных пластов Карагандинского бассейна. URL: <http://www.kstu.kz/wp-content/uploads/2020/11/Dissertatsiya-Musin-R.-A.pdf> (дата обращения: 19.06.2023).

14. Об утверждении Программы развития угольной промышленности России на период до 2035 года : распоряжение Правительства РФ от 13.06.2020 № 1582-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565123539?marker=656010> (дата обращения: 20.06.2023).

15. Мазурчук Т.М., Черняев М.В. Экономическая эффективность заблаговременного извлечения метана из угольных пластов в современных условиях // Экономические системы. 2022. Т. 15, № 4 (59). С. 165–175.

References

1. Coal 2021 – Analysis. International Energy Agency (IEA). URL: <https://www.iea.org/reports/coal-2021>.

2. Increasing Coal-Fired Power Generation Threats Net-Zero Targets. GlobalData. URL: <https://www.globaldata.com/data-insights/fossil-fuels-power-generation/increase-in-coal-fired-power-generation-threatens-net-zero-targets>.

3. Statistical overview of World Energy BP. URL: <https://www.imemo.ru/news/events/text/bp-statistical-review-of-world-energy>. (In Russ.).

4. The article «Coal industry of Russia in 2021» is published in the magazine «Fuel and Energy Complex of Russia». URL: https://www.cdu.ru/news/v_zhurnale_tek_rossii_vykhodit_statya_ugolnaya_promyshlennost_rossii_v_2021_godu. (In Russ.).

5. Tarazanov I.G., Gubanov D.A. The results of the work of the coal industry of Russia for January – March 2021. *Ugol' = Coal*. 2021;(6):25-36. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-yanvar-mart-2021-goda>. (In Russ.).

6. Prospects for the development of the coal industry in Russia. Center for Socio-Economic Research. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/fd6/fd69a69529035a5127eb498dfcc7d565.pdf>. (In Russ.).

7. Coal industry of Russia in 2020. Information and reference edition of JSC «ROSINFORMUGOL». 2020. 165 p. URL: <https://www.csr.ru/upload/iblock/fd6/fd69a69529035a5127eb498dfcc7d565.pdf>. (In Russ.).

8. Kopytov A.I., Voytov M.D., Tagiev S.M. Modern methods of methane extraction from coal seams. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2016;(2):35-40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-dobychi-metana-iz-ugolnyh-plastov/pdf>. (In Russ.).

9. Investigation of the emergency at the Listvyazhnaya mine. TASS. URL: <https://tass.ru/chp-na-shahte-listvyazhnaya>. (In Russ.).

10. Kurta I.V. Methods and schemes of degassing of coal seams: method. Instructions. Ukhta : UGTU, 2015. 35 p. (In Russ.).

11. Investigation of micro-fracturing of coals caused by the X-ray tomography method. Georesonance. URL: <http://georez.ru/technology/articles/the-study-of-coal-microcracks-caused-by-ppt-by-means-of-x-ray-tomography-xrt>. (In Russ.).

12. Technology of plasma-pulse action for the out-of-time degassing of coal seams. Georesonance. URL: <https://georez.ru/technology>. (In Russ.).

13. Musin R.A. Optimization of well drilling processes in the extraction of methane from coal seams of the Karaganda basin. URL: <http://www.kstu.kz/wp-content/uploads/2020/11/Dissertatsiya-Musin-R.-A.pdf>. (In Russ.).

14. On the approval of the Program for the development of the coal industry of Russia for the period up to 2035 : Decree of the Government of the Russian Federation dated 06/13/2020 No. 1582-R. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565123539?marker=6560IO>. (In Russ.).

15. Mazurchuk T.M., Chernyaev M.V. Economic efficiency of early extraction of methane from coal seams in modern conditions. *Ekonomicheskie sistemy = Economic Systems*. 2022;15(4(59)):165-175. (In Russ.).

Информация об авторе / Information about the author

Т.С. Емельянова – студентка 5-го курса, 38.03.02 – менеджмент, кафедра маркетинга, экономический факультет РУДН.

T.S. Emelyanova – 5th year student, 38.03.02 – management, Department marketing, faculty of economics, RUDN University.

Статья поступила в редакцию 23.08.2023; одобрена после рецензирования 06.09.2023; принята к публикации 16.09.2023.

The article was submitted 23.08.2023; approved after reviewing 06.09.2023; accepted for publication 16.09.2023.