

Синергетический подход к решению геоэкологических проблем угледобывающих и углеперерабатывающих субкластеров*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-12-82-87>

ХОРЕШОК А.А.

Доктор техн. наук, профессор,
директор Горного института
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия

ЛИТВИН О.И.

Канд. техн. наук, доцент,
старший научный сотрудник кафедры ОГР
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия

ДУБИНКИН Д.М.

Канд. техн. наук,
доцент кафедры МСиИ
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия

МАРКОВ С.О.

Канд. техн. наук,
доцент Междуреченского филиала
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
652881, г. Междуреченск, Россия

ТЮЛЕНЕВ М.А.

Канд. техн. наук,
доцент кафедры ОГР
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: tma.geolog@kuzstu.ru

Ухудшение качества жизни в целом проявляется как производная от стремления уделить все виды внимания лишь наполнению технологии и общей системы функционирования угледобывающих и углеперерабатывающих субкластеров. Совместное их развитие обуславливает ряд противоречий, в первую очередь на геоэкологической платформе, разрешение которых возможно лишь с применением синергетического подхода к изучению влияющих факторов. В данной работе авторы предлагают концептуальную модель активной трансформации отходов угольной промышленности (модель безотходного рециклинга), применение которой позволит значительно уменьшить объемы отходов, участвующих в загрязнении окружающей среды.

Ключевые слова: синергия, активная трансформация отходов, горнодобывающее производство, рециклинг, вскрышные породы, кек, оболочечная фильтровальная конструкция, качество жизни, искусственный фильтрующий массив.

Для цитирования: Синергетический подход к решению геоэкологических проблем угледобывающих и углеперерабатывающих субкластеров / А.А. Хорешок, О.И. Литвин, Д.М. Дубинкин и др. // Уголь. 2022. № 12. С. 82-87. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-82-87.

ВВЕДЕНИЕ

Понятие «качество жизни» звучит как «междисциплинарное понятие, характеризующее эффективность всех сторон жизнедеятельности человека, уровень удовлетворения материальных, духовных и социальных потребностей, уровень интеллектуального, культурного и физического развития, а также степень обеспечения безопасности жизни». Согласно же определению Всемирной организации здравоохранения, этот тер-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по соглашению от 30.09.2022 № 075-15-2022-1198 с ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» Комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых 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» (КНТП «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс») в рамках реализации мероприятия «Разработка и создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 тонн» в части выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

мин охватывает физическое, психологическое, эмоциональное и социальное здоровье человека, основанное на его восприятии своего места в обществе.

Однако стремление, зачастую неоправданное, к «всеобщности», «всецелостности» определения того или иного понятия приводит к излишнему обобщению собственно определения и либо к исчезновению характерных описательных атрибутов, либо к оставлению их в недостаточном количестве. В данной статье представлен синергетический подход к определению качества жизни как решения экологических проблем субкластеров горного производства.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Базируясь на одном из основных принципов синергетического подхода (самоорганизация системы начинается с хаоса), выполним описание качества жизни как атрибута объекта исследования с использованием эколого-экономической матрицы (рис. 1).

Объект (как самоорганизующаяся система) – регион с определенным образом скомпонованной орографией, землями различных категорий (лесного фонда, промышленности, сельскохозяйственного назначения, населенных пунктов и др.), предприятиями добычи и переработки угля, металлических руд и строительного сырья с областью их влияния на воздух, воды, почвы, биоту; неравномерно распределенным населением (тяготение к тем же предприятиям с совершенно непродуманным созданием урбанистических центров в наиболее загрязненных точках).

Согласно академику В.И. Вернадскому [1], все эти элементы постоянно ведут обмен массой и энергией. Однако человек в последнюю полусотню лет оказал крайне негативное влияние на более или менее устойчивые биогеоценозы за счет внутренне неравномерного перераспределения массо- и энергообмена в уникальной системе региона.

Негативная ветвь такого перераспределения массоэнергообмена региона выражается, например, в:

- создании значительных объемов крупно- и мелкодисперсных продуктов разрушения горных пород, нефтесодержащих эмульсий и истинных растворов солей, нехарактерных для исторически устоявшегося равновесного состояния;
- попадании жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных предприятий в поверхностные и подземные воды;

- перемещении и складировании огромных объемов разрушенных пород в местах, природой не предусмотренных;
- вскрытии и обнажении участков недр;
- разносе пылеватых и глинистых частиц ветром;
- практически неконтролируемом высвобождении тепловой и сейсмической энергии в результате производственной деятельности и жизнеобеспечения населения региона.

Все это приводит к загрязнению среды обитания на значительном удалении от мест размещения человека и его промышленных предприятий.

Следовательно, о согласованном взаимодействии систем объекта речи уже не идет. Налицо как раз рассогласование – стремительное, мощное, однонаправленное, которое разъединяет элементы объекта и приводит к его хаотичному состоянию, то есть к уничтожению как среды обитания для человека, когда в существовании системы усиливаются флуктуации – отклонения от средних значений процессов, характеризующих устойчивую систему, причем амплитуда отклонений увеличивается одновременно с устойчивым промышленным развитием региона. Следствием такого вмешательства в равновесную систему являются качественная и количественная деградация природных ресурсов и недр, рост заболеваемости, уменьшение биоразнообразия.

Нелинейность объекта (см. выше) может рассматриваться как случайное направление развития под воздействием внутренних или внешних факторов. Однако случайность развития как результат слепого воздействия сил природы в данном случае не может быть принята в расчет по следующим причинам:

- природные силы, приведшие к формированию участка земной коры данного региона, проявляются в виде многомиллионнолетних тектонических циклов и периодов накопления осадков [2];
- установление биогеоценоза региона как устойчивых связей между геологическими формациями, поверхностными и подземными водными объектами, локальными биоценозами [3] происходит не за 100 лет (период активного промышленного освоения региона).

Здесь четко прослеживается линейное развитие объекта, причем вектор линейности направлен отнюдь не в сторону синергетического с природой благоденствия

человека. Да и линейность развития обусловлена не столь внутренними медленными природными воздействиями, сколь внешними стремительными эфемерными (хозяйственная деятельность всего лишь одного биологического вида – человека). Такое состояние систем объекта не вполне приемлемо для устойчивого синергетического развития демографической [4] составляющей региона.



Рис. 1. Эколого-экономическая матрица качества жизни

Fig. 1. Ecological-economic matrix of the quality of life

Таким образом, системы объекта находятся перед точкой начала самоорганизации: отсутствие нелинейности дальнейшего развития и высокая степень колебания уровней процессов системы. Данную точку можно рассматривать как точку бифуркации, или выбора дальнейшего пути развития:

- дальнейшее раскачивание отклонений процессов от среднего значения, характеризующих устойчивое состояние объекта, и сохранение однонаправленного линейного развития;
- приведение значений процессов системы к их устойчивым уровням и восстановление нелинейности развития. В этом случае приоритетным становится, наряду с экономическим и промышленным ростом, необходимость достижения и поддержания низкого уровня техногенного воздействия на биогеоценозы и недра, снижение техногенной нагрузки от хозяйственной деятельности на регион [5, 6], что повысит его привлекательность и с демографической точки зрения, и, как следствие, с экономической.

Следовательно, тупиковое развитие по первому пути приведет объект (регион) к катастрофическому положению сначала с точки зрения экологии, затем, как следствие, с точки зрения демографии. «Просадка» обоих этих аспектов никоим образом не будет способствовать устойчивому экономическому развитию объекта [7, 8].

Поскольку для человека как биологического вида естественным аттрактором является прежде всего дружественная окружающая среда, то и решение проблем региона необходимо начинать именно с этой системы объекта.

Экологическую нагрузку на основной угледобывающий регион Российской Федерации – Кемеровскую область – Кузбасс – сложно переоценить. Направление такого воздействия двояко. Прямое воздействие, оказываемое горными работами на поверхность земной коры и недра, выражается в нарушении естественного ландшафта, сокращении естественных ареалов обитания животных и растений, загрязнении атмосферы, истощении и загрязнении поверхностных и подземных вод [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16]. С другой стороны, имеет место и косвенное воздействие, связанное с развитием инфраструктуры горнодобывающих предприятий и увеличением потребления ресурсов на поддержание их деятельности.

Один из отрицательно воздействующих на окружающую среду факторов требует особого внимания: это сточные воды угледобывающих предприятий [17]. В настоящее время данному вопросу уделяется самое пристальное внимание: возведение и эксплуатация очистных сооружений сточных вод предусмотрено проектной документацией, и данное требование неукоснительно исполняется недропользователями.

В ряде случаев, например при повышенных содержаниях загрязняющих веществ в сточных водах, помимо использования вскрышных пород в качестве фильтрующего материала, необходимо применение более серьезных сорбентов. Наиболее широкое применение в таких случаях находят как природные сорбенты (цеолиты), так и искусственные (керамзиты).

В этом-то и кроется парадокс, связанный с защитой окружающей среды: добыча цеолитов или сырья для производства керамзита также оказывает прямое и косвенное негативное воздействие на окружающую среду.

Выход из замкнутого круга лежит в самой специфике угледобывающего производства. Практически весь уголь реализуется на рынке только после обогащения. Технологический цикл обогащения угля, каким бы совершенным он ни был, предполагает получение определенного количества отходов, в частности, влажного тонкодисперсного кека с определенным (в идеале – нулевым) содержанием углистых частиц. Кек в данном случае рассматривается нами как сырье для получения высокопористого сорбента, который может использоваться не только в угольной промышленности, но и в других областях человеческой деятельности, связанных с получением большого объема жидких стоков, загрязненных растворенными и взвешенными веществами, а также как сырье для углевания ПСП при биорекультивации нарушенных горными работами земель.

Далее приводятся некоторые мероприятия концепции безотходного или малоотходного рециклинга (рис. 2), которая может быть применима к высокоурбанизированному угледобывающему региону:

- рециклинг отходов углеобогащения путем использования кека обогатительных фабрик как сырья для производства сорбента с последующим употреблением, например в качестве наполнителя искусственных фильтрующих массивов для очистки карьерных сточных вод. Некоторые результаты этих исследований приведены в [18, 19, 20]. С учетом роста объемов угледобычи (несмотря на кризис топливной отрасли, который суть явление временное: не было такого, чтоб подобный кризис приходился на холодное время года и продолжался длительное время) возрастает и объем отходов углеобогащения, следовательно, источники техногенного сырья не будут иметь тенденцию к иссяканию. Сорбент же получают путем пережога кека, то есть его активной трансформации в кусковые моногранулы, имеющие достаточно высокую прочность и удельную пористость. С учетом того, что кек содержит от 40% и более углистых частиц, конечный продукт по своим свойствам будет подобен низкосортному активированному углю, но сырье для производства последнего является практически бесплатным;
- создание регуляторного инструментария для управления калорийностью (теплотворной способностью) угля, сжигаемого на тепловых электростанциях. Известно, что низкозольные угли (близкие по свойствам к угольному концентрату) имеют высокую калорийность, которая может превосходить необходимую и, более того, допустимую при сжигании в топках, что может привести к выходу последних из строя из-за превышения допустимой температуры пламени. Для решения этой задачи к углю примешивается углесодержащий кек, обеспечивающий усреднение топлива по его теплотворным свойствам.

- разработка и обоснование технологии обезвоживания водоугольного шлама (пульпы), образующегося в радиальных сгустителях обогатительных фабрик. Новизной проекта является использование оболочечных фильтровальных конструкций (ОФК), спроектированных авторским коллективом ученых КузГТУ, опробованных в промышленных условиях действующих обогатительных фабрик и доказавших свою эффективность. Сбор и обезвоживание угольного шлама как сырья для дальнейшего использования с помощью ОФК экономически целесообразны по следующим причинам:

- высокая скорость обезвоживания угольного шлама по сравнению с процессом отстаивания в шламохранилище;
- обезвоживание шлама до влажности, меньшей по сравнению с пресс-фильтрами;
- относительно небольшие затраты на сам технологический процесс обезвоживания, отсутствие необходимости применения флокулянтов;
- уникальная конструкция ОФК, обеспечивающая быструю и безопасную погрузку и транспортировку осушенного кека, а также утилизацию или повторное использование ОФК;
- небольшие площади для размещения ОФК и отсутствие особых условий их размещения (требуется только наличие возможности стока фильтрата и погрузки осушенного шлама средствами механизации в автосамосвалы).

Обезвоживание кека в ОФК рассмотрено, в частности, в работах [21, 22, 23, 24], получены некоторые промежуточные результаты, доказывающие перспективность данной технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая концепция комплексного решения экологических проблем Кузбасса, связанных с угледобывающей и углеперерабатывающей промышленностью, позволит значительно уменьшить объемы отходов, участвующих в загрязнении окружающей среды, и без существенных затрат перенаправить их в новое русло как непосредственного использования в существующих и восстанавливаемых биогеоценозах, так и повторного использования в целях реализации природоохранных технологий для хозяйствующих субъектов.

Выстраивание такой концепции позволяет получить комплексное решение в виде активной трансформации отходов добычи и переработки угля в конечный продукт, имеющий определенную экономическую, экологическую и социальную ценность.

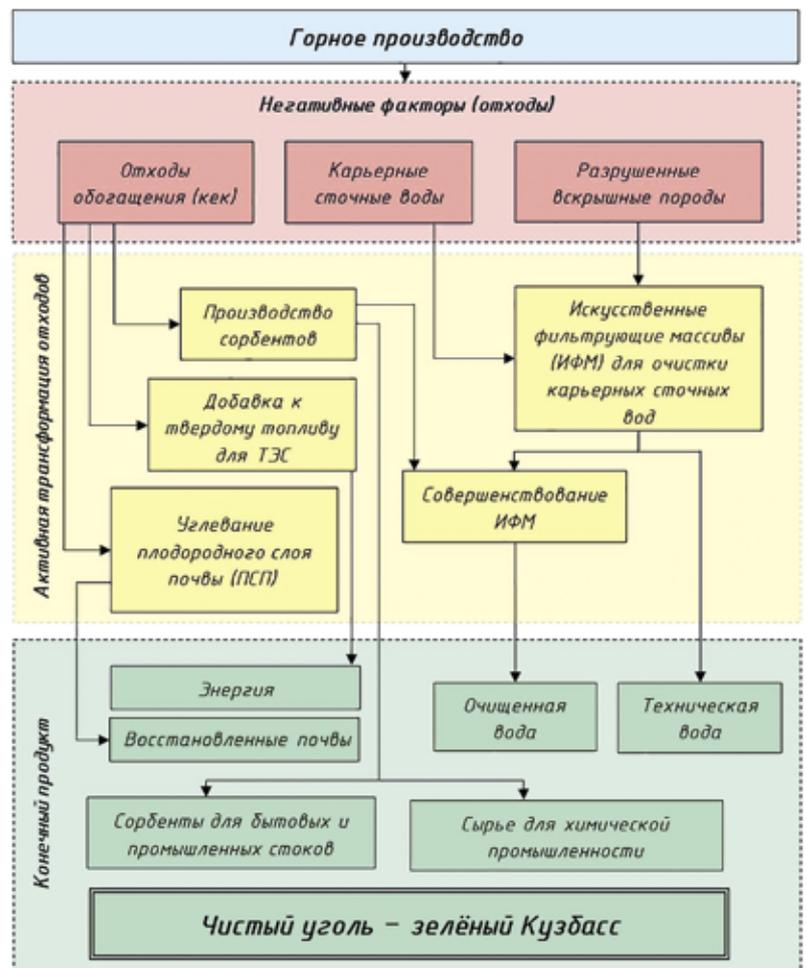


Рис. 2. Концептуальная модель активной трансформации отходов угледобывающей промышленности (концепция безотходного или малоотходного рециклинга)

Fig. 2. Conceptual model of the active transformation of coal industry waste (the concept of zero-waste or low-waste recycling)

Список литературы

1. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере // Успехи современной биологии. 1944. № 18. С. 113-120.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 7: Кузнецкий, Горловский бассейны и другие угольные месторождения Западной Сибири. М.: Недра, 1969. 912 с.
3. Сукачев В.Н. Избранные труды в трех томах. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука, 1972. 419 с.
4. Mureşan G.A., Lung, M.S. The Demographic Consequences of the Restructuring Process of Mining Industry in Romania. Case Study: The Petroşani Depression // Acta Montanistica Slovaca. 2022. Vol. 27. P. 254-266.
5. Дубинкин Д.М. Методика определения нагрузок, действующих при погрузке и разгрузке грузовой платформы (кузова) карьерного самосвала // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 3. С. 31-49.
6. Дубинкин Д.М. Основы цифрового создания автономных карьерных самосвалов // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 2. С. 39-50.
7. Bumo-Motswaiso K., Suglo R.S. Economic evaluation of materials handling systems in a deep open pit mine // International Journal of Mining and Mineral Engineering. 2022. Vol. 13. P. 37-48.

8. Nieto A., Muncher B. An applied economic assessment and value maximisation of a mining operation based on an iterative cut-off grade optimisation algorithm // *International Journal of Mining and Mineral Engineering*. 2021. Vol. 12. P. 309-326.
9. Bosikov I., Klyuev R., Dmitrak Yu. Analysis of hazardous processes in the natural-industrial system / *Advances in Raw Material Industries for Sustainable Development Goals*, 2019. P. 422-429.
10. Ulewicz R., Krstić B., Ingaldi M. Mining Industry 4.0 – Opportunities and Barriers // *Acta Montanistica Slovaca*. 2022. Vol. 27. P. 291-305.
11. Keropyan A.M., Kuziev D.A., Krivenko A.E. Process Research of Wheel-Rail Mining Machines / *Traction Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020. P. 703–709.
12. Influence of transport and road complex on the natural-technical system / I. Bosikov, R. Klyuev, V. Tavasiev et al. / *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 918. Article 012223.
13. Sensing of Dynamic Loads in the Open-Cast Mine Combine / D. Kouziyev, A. Krivenko, D. Chezganova et al. // *E3S Web of Conferences*. 2019. Vol. 105. Article 03014.
14. Tyuleneva T. The Prospects of Accounting at Mining Enterprises as a Factor of Ensuring their Sustainable Development // *E3S Web of Conferences*. 2017. Vol. 21. Article 04009.
15. Kiseleva T.V., Mikhailov V.G., Mikhailov G.S. Contemporary trends in improvement of organizational-economic mechanism of environmental management / *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2017. Vol. 84. Article 012044.
16. Assessment process of concept for mining and its impact on the region / M. Cehlár, J. Janočko, Z. Šimková et al. // *E3S Web of Conferences*. 2017. Vol. 15. Article 01019.
17. Influence of Water Treatment Plants on the Ecological Situation in Industrialized Regions / O.I. Volkova, N.A. Zolotukhina, V.M. Zolotukhin et al. / *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 543. Article 012012.
18. Макридин Е.В., Тюленев М.А., Марков С.О. Экспериментальные исследования фильтрования карьерных сточных вод в крупнокусковых массивах из разрушенных горных пород в условиях разреза «Камышанский» // *Техника и технология горного дела*. 2020. № 2. С. 4-25.
19. Использование вскрышных пород для повышения экологической безопасности угледобывающего региона / Е.В. Макридин, М.А. Тюленев, С.О. Марков и др. // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2020. № 12. С. 89-102.
20. The Choice of Methods of Quarry Wastewater Purifying / Yu. Lesin, V. Gogolin, E. Murko et al. // *E3S Web of Conferences*. 2018. Vol. 41. Article 01039.
21. Study of slurry dewatering in a horizontally placed shell filtering construction / M. Tyulenev, S. Markov, S. Kravchenko et al. // *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 303. Article 01052.
22. Using of Shell Filtering Constructions for Concentrating Plant's Coal Slurry Dewatering / E. Murko, V. Kalashnikov, A. Gorbachev et al. // *E3S Web of Conferences*. 2018. Vol. 105. Article 02029.
23. Калашников В.А., Горбачев А.В. Разработка низкзатратной технологии обезвоживания угольного шлама обогатительных фабрик с применением оболочечных фильтровальных конструкций // *Техника и технология горного дела*. 2019. № 3. С. 36-59.
24. Гаршин О.О., Старцева Ж.Ф. Методика проведения эксперимента по обезвоживанию водоугольной пульпы в условиях обогатительной фабрики шахты им. С.М. Кирова // *Техника и технология горного дела*. 2019. № 2. С. 33-41.

Original Paper

UDC 622.85:658.567 © A.A. Khoreshok, O.I. Litvin, D.M. Dubinkin, S.O. Markov, M.A. Tyulenev, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 12, pp. 82-87
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-12-82-87>

Title**SYNERGETIC APPROACH TO SOLVING GEO-ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF COAL MINING AND COAL PROCESSING SUBCLUSTERS****Authors**

Khoreshok A.A.¹, Litvin O.I.¹, Dubinkin D.M.¹, Markov S.O.², Tyulenev M.A.¹

¹ Gorbachev's Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

² Mezhdurechensk Branch of Gorbachev's Kuzbass State Technical University, Mezhdurechensk, 652881, Russian Federation

Authors Information

Khoreshok A.A., Doktor of Engineering Sciences, Professor, Director of the Mining Institute

Litvin O.I., PhD (Engineering), Associate Professor, Senior research associate Department of Surface Mining

Dubinkin D.M., PhD (Engineering), Associate Professor Department of Metal-Cutting Machines and Tools

Markov S.O., PhD (Engineering), Associate Professor

Tyulenev M.A., PhD (Engineering), Associate Professor Department of Surface Mining, e-mail: tma.geolog@kuzstu.ru

Abstract

Worsening of the quality of life in general manifests itself as a derivative of the desire to pay all kinds of attention only to fill the technology and the overall system of functioning of coal mining and coal-processing subclusters. Their joint development causes a number of contradictions, primarily on the geotechnological platform, which can be resolved only by applying a synergistic ap-

proach to the study of influencing factors. In this paper, the authors propose a conceptual model of active transformation of coal industry waste (a model of waste-free recycling), the application of which will significantly reduce the volume of waste involved in environmental pollution.

Keywords

Synergy, Active waste transformation, Mining, Recycling, Overburden, Cake, Shell filter construction, Quality of life, Artificial filter array.

References

1. Vernadsky V.I. Some words on the Noosphere. *Uspekhi sovremennoj biologii*, 1944, (18), pp. 113-120. (In Russ.).
2. Geology of coal and oil shale deposits in the USSR. Vol. 7: Kuznetsky and Gorlovsky Basins and other coal deposits of Western Siberia. Moscow, Nedra Publ., 1969, 912 p. (In Russ.).
3. Sukachev V.N. Selected Works in Three Volumes. Vol. 1. Fundamentals of forest typology and biogeocenology. Leningrad, Nauka Publ., 1972, 419 p. (In Russ.).

4. Mureşan G.A. & Lung M.S. The Demographic Consequences of the Restructuring Process of Mining Industry in Romania. Case Study: The Petroşani Depression. *Acta Montanistica Slovaca*, 2022, (27), pp. 254-266.
5. Dubinkin D.M. A method to determine the loads acting during loading and dumping of the load platform (box) of a mining dump truck. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*, 2022, (3), pp. 31-49. (In Russ.).
6. Dubinkin D.M. Fundamentals of digital design of autonomous dump trucks. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*, 2022, (2), pp. 39-50. (In Russ.).
7. Bumo-Motswaiso K. & Suglo R.S. Economic evaluation of materials handling systems in a deep open pit mine. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 2022, (13), pp. 37-48.
8. Nieto A. & Muncher B. An applied economic assessment and value maximisation of a mining operation based on an iterative cut-off grade optimisation algorithm. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 2021, (12), pp. 309-326.
9. Bosikov I., Klyuev R. & Dmitrak Yu. Analysis of hazardous processes in the natural-industrial system. *Advances in Raw Material Industries for Sustainable Development Goals*, 2021, pp. 422-429.
10. Ulewicz R., Krstić B. & Ingaldi M. Mining Industry 4.0 – Opportunities and Barriers. *Acta Montanistica Slovaca*, 2022, (27), pp. 291-305.
11. Keropyan, A.M., Kuziev, D.A. & Krivenko, A.E. Process Research of Wheel-Rail Mining Machines. *Traction Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2020, pp. 703-709.
12. Bosikov I., Klyuev R., Tavasiev V. & Gobeev M. Influence of transport and road complex on the natural-technical system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, (918), article 012223.
13. Kouziyev D., Krivenko A., Chezganova D. & Valeriy B. Sensing of Dynamic Loads in the Open-Cast Mine Combine. *E3S Web of Conferences*, 2019, (105), article 03014.
14. Tyuleneva T. The Prospects of Accounting at Mining Enterprises as a Factor of Ensuring their Sustainable Development. *E3S Web of Conferences*, 2017, (21), article 04009.
15. Kiseleva T.V., Mikhailov V.G. & Mikhailov G.S. Contemporary trends in improvement of organizational-economic mechanism of environmental management. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2017, (84), article 012044.
16. Cehlár M., Janočko J., Šimková Z. & Pavlík T. Assessment process of concept for mining and its impact on the region. *E3S Web of Conferences*, 2017, (15), article 01019.
17. Volkova O.I., Zolotukhina N.A., Zolotukhin V.M. & Yazevich M.Y. Influence of Water Treatment Plants on the Ecological Situation in Industrialized Regions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, (543), article 012012.
18. Makridin E.V., Tyulenev M.A. & Markov S.O. Experimental studies of the in-pit run-off water filtration in lumpy masses of broken rocks in conditions of the Kamyshanskiy strip mine. *Tekhnika i tekhnologiya gornogo dela*, 2020, (2), pp. 4-25. (In Russ.).
19. Makridin E.V., Tyulenev M.A., Markov S.O. et al. Utilization of overburden rocks to improve the environmental safety of the coal mining region. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, 2020, (12), pp. 89-102. (In Russ.).
20. Lesin Yu., Gogolin V., Murko E. et al. The Choice of Methods of Quarry Waste-water Purifying. *E3S Web of Conferences*, 2018, (41), article 01039.
21. Tyulenev M., Markov S., Kravchenko S. & Vöth S. Study of slurry dewatering in a horizontally placed shell filtering construction. *E3S Web of Conferences*, 2021, (303), article 01052.
22. Murko E., Kalashnikov V., Gorbachev A. & Mukhomedzyanov I. Using of Shell Filtering Constructions for Concentrating Plant's Coal Slurry Dewatering. *E3S Web of Conferences*, 2018, (105), article 02029.
23. Kalashnikov V.A. & Gorbachev A.V. Development of a low-cost technology for dewatering of coal slime from coal preparation plants using shell-type filtering units. *Tekhnika i tekhnologiya gornogo dela*, 2019, (3), pp. 36-59. (In Russ.).
24. Garshin O.O. & Startseva Zh.F. Methodology of conducting an experiment on dewatering of coal-water slurry in conditions of coal preparation plant at the S.M. Kirov Mine. *Tekhnika i tekhnologiya gornogo dela*, 2019, (2), pp. 33-41. (In Russ.).

Acknowledgements

This work was financially supported by the Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation under Agreement № 075-15-2022-1198 dated 30.09.2022 with the Gorbachev Kuzbass State Technical University on complex scientific and technical program of full innovation cycle: "Development and implementation of complex technologies in the areas of exploration and extraction of solid 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" (the "Clean Coal – Green Kuzbass" Integrated Scientific and Technical Programme of the Full Innovation Cycle) as part of implementing the project "Development and creation of an unmanned shuttle-type mine truck with a payload of 220 tonnes" in terms of research, development and experimental-design work.

For citation

Khoreshok A.A., Litvin O.I., Dubinkin D.M., Markov S.O. & Tyulenev M.A. Synergetic approach to solving geo-environmental problems of coal mining and coal processing subclusters. *Ugol*, 2022, (12), pp. 82-87. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-12-82-87.

Paper info

Received October 19, 2022
Reviewed October 31, 2022
Accepted November 25, 2022

Годовой отчет СУЭК вошел в ТОП-3 непубличных отчетов на конкурсе Московской биржи

Годовой отчет СУЭК стал призером конкурса Мосбиржи – одним из старейших и наиболее престижных российских конкурсов в области корпоративного управления и устойчивого развития. Конкурс Годовых отчетов формирует стандарты открытости компаний, определяет лучшие практики предоставления информации для инвесторов и клиентов.

В экспертном заключении Годовой отчет СУЭК за 2021 г. назван подробным и сбалансированным, а представленная в нем информация – «позволяющей заинтересованным сторонам сформировать адекватное комплексное представление о дальнейших перспективах и стратегии развития компании, принимая во внимание положительные и отрицательные результаты ее деятельности».

Конкурс Мосбиржи в этом году проходил по обновленной методике, оценку работ проводили экспертная группа и жюри в два этапа. В состав экспертной группы вошли представители крупнейших консалтинговых компаний, информагентств, банков и инвестиционных компаний, рейтинговых агентств, ведущие финансовые аналитики, представители бизнес-ассоциаций и специалисты по корпоративному управлению и коммуникациям.



ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ **ЖУРНАЛ**

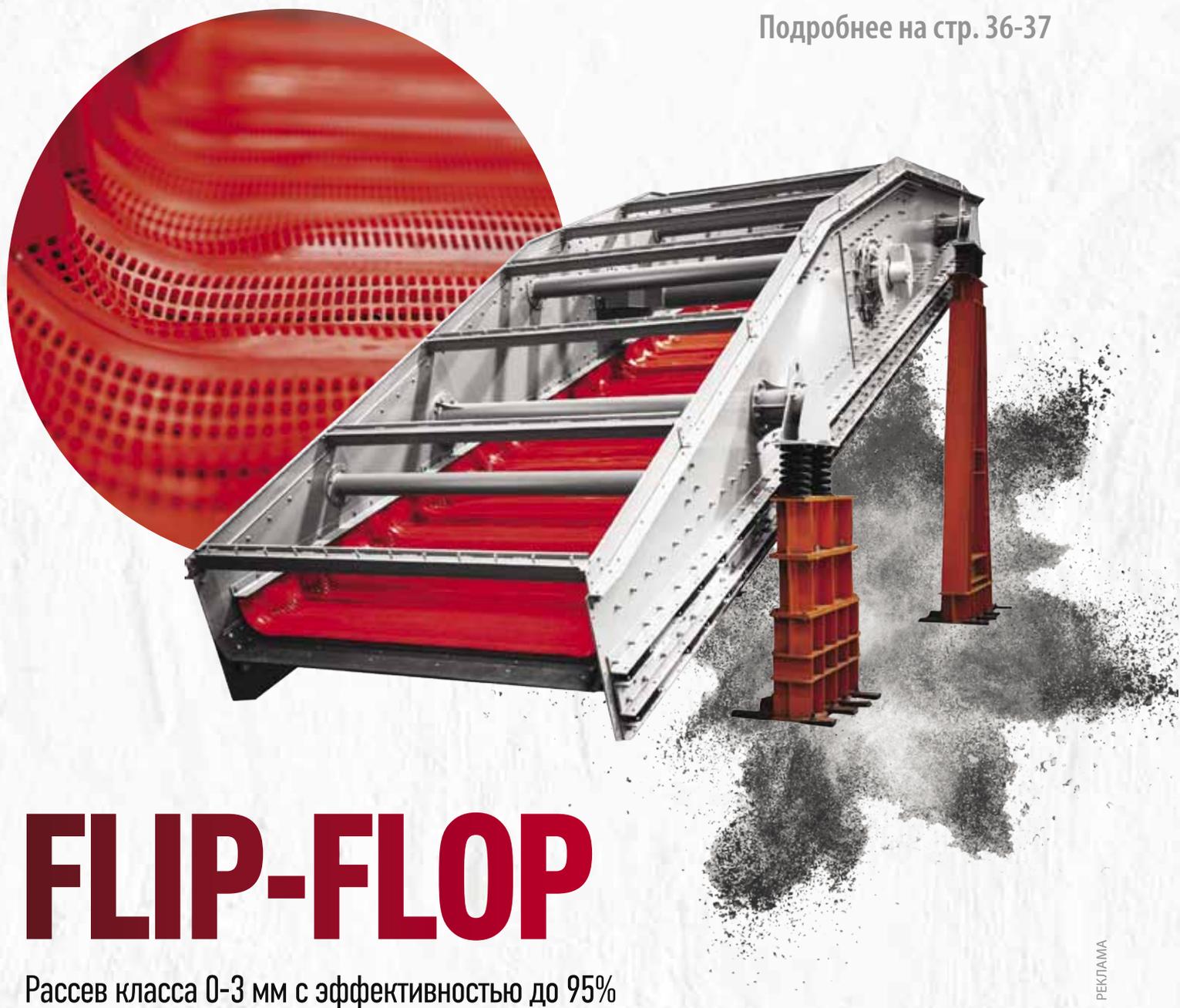
УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

WWW.UGOLINFO.RU

12-2022

Подробнее на стр. 36-37



FLIP-FLOP

Рассев класса 0-3 мм с эффективностью до 95%

Главный редактор
МОЧАЛЬНИКОВ С.В.
 Канд. экон. наук,
 заместитель министра энергетики
 Российской Федерации

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АРТЕМЬЕВ В.Б.,
 доктор техн. наук
ГАЛКИН В.А.,
 доктор техн. наук, профессор
ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.,
 доктор техн. наук, профессор
ЗАХАРОВ В.Н., чл.-корр. РАН,
 доктор техн. наук, профессор
КОВАЛЬЧУК А.Б.,
 доктор техн. наук, профессор
ЛИТВИНЕНКО В.С.,
 доктор техн. наук, профессор
МОХНАЧУК И.И., канд. экон. наук
ПЕТРОВ И.В.,
 доктор экон. наук, профессор
ПОПОВ В.Н.,
 доктор экон. наук, профессор
ПОТАПОВ В.П.,
 доктор техн. наук, профессор
РОЖКОВ А.А.,
 доктор экон. наук, профессор
РЫБАК Л.В.,
 доктор экон. наук, профессор
СКРЫЛЬ А.И., горный инженер
СУСЛОВ В.И., чл.-корр. РАН,
 доктор экон. наук, профессор
ЩАДОВ В.М.,
 доктор техн. наук, профессор
ЯКОВЛЕВ Д.В.,
 доктор техн. наук, профессор

Иностранцы члены редколлегии

Проф. **Гюнтер АПЕЛЬ**,
 доктор техн. наук, Германия
 Проф. **Карстен ДРЕБЕНШТЕДТ**,
 доктор техн. наук, Германия
 Проф. **Юзеф ДУБИНСКИ**,
 доктор техн. наук, чл.-корр. Польской
 академии наук, Польша
Сергей НИКИШИЧЕВ,
 комп. лицо FIMMM,
 канд. экон. наук, Великобритания,
 Россия, страны СНГ
 Проф. **Любен ТОТЕВ**,
 доктор наук, Болгария

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в октябре 1925 года

УЧРЕДИТЕЛИ
 МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
 РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

ДЕКАБРЬ
12-2022 /1161/

УГОЛЬ

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИЯ И АНАЛИТИКА

Постановление о создании особой экономической зоны «КуЗбасс» _____	4
Расширение применения золошлаковых отходов при строительстве автодорог _____	5
Петренко И.Е.	
Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2022 года _____	7
Хроника. События. Факты. Новости _____	22
Сервисы «ЛУКОЙЛ»: все для клиента _____	26

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Человек-легенда (к 95-летию со дня рождения М.И. Щадова) _____	28
Петренко И.Е.	
С возвращением домой, Донбасс! _____	31

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ

Лохов Д.С.	
Рассев класса 0-3 мм с эффективностью до 95% _____	36

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Бублик М.Л.	
Гидравлическая стойка равного давления для секций механизированной крепи _____	38

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЭК

Перстенёва Н.П., Токарев Ю.А., Горбунова О.А., Кравченко О.В.	
Прогнозирование потребления основных энергоресурсов в мире _____	40
Казанцева Е.Г., Лямкин И.И., Оздербиева Ж.А., Шершнева О.И.	
Проблемы формирования инновационной модели развития угольной промышленности России _____	44
Панков Д.А., Чуев С.В., Афанасьев В.Я., Байкова О.В., Митрофанова Е.А.	
Тенденции в области добычи и потребления российского угля марки Д в условиях санкций Запада: советский опыт и перспективы для российского экспорта _____	49

БЕЗОПАСНОСТЬ

Портола В.А., Черских О.И., Протасов С.И., Серегин Е.А., Шваков И.А.	
Исследование воздействия антипирогенов на процесс самовозгорания бурого угля _____	54
Кубрин С.С., Тайлаков О.В., Соболев В.В., Захаров В.Н.	
Использование вариации Аллана при обработке измеренных параметров метановоздушной смеси при дегазации выемочных участков _____	60

ЭКОНОМИКА

Кузьмина О.Ю., Коновалова М.Е., Саломатина С.Ю., Матерова Е.С.	
Оценка инвестиционной привлекательности российских горнодобывающих компаний. Часть 2 _____	67
Симонин П.В., Фоменко Н.М., Аничкина О.А., Кузнецов Ю.В.	
Стратегии и перспективы промышленного развития России и Европы в условиях санкций и низкоуглеродной экономики _____	72

ЗАКОН И ПРАВО

Шестак В.А., Адигамов А.И.	
Современное правовое обеспечение экологической безопасности при разведке и эксплуатации угольных и нефтегазовых месторождений России и Германии _____	78

ООО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ»

119049, г. Москва,
Ленинский проспект, д. 2А, офис 819
Тел.: +7 (499) 237-22-23
E-mail: ugol1925@mail.ru
E-mail: ugol@ugolinfo.ru

Генеральный директор
Ольга ГЛИНИНА

Научный редактор

Ирина КОЛОБОВА

Менеджер

Ирина ТАРАЗАНОВА

Ведущий специалист

Валентина ВОЛКОВА

Технический редактор

Наталья БРАНДЕЛИС

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН

Федеральной службой по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № ФС77-34734 от 25.12.2008

ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН

в Перечень ВАК Минобрнауки РФ
(в международные реферативные базы
данных и системы цитирования) –
по техническим и экономическим наукам

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,151
(без самоцитирования – 0,79)

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,71
(без самоцитирования – 0,501)

ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН
в Интернете на веб-сайте

www.ugolinfo.ru
www.ugol.info

и на отраслевом портале
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»

www.rosugol.ru

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

Научный редактор И.М. КОЛОБОВА

Корректор В.В. ЛАСТОВ

Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 05.12.2022.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 13,0 + обложка.

Тираж 5100 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 6700 экз.

Отпечатано:

ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

117105, г. Москва, пр-д Нагорный, д.7, стр.5

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 120120

Журнал в **App Store** и **Google Play**



© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2022

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

Хорешок А.А., Литвин О.И., Дубинкин Д.М., Марков С.О., Тюленев М.А.

**Синергетический подход к решению геоэкологических проблем угледобывающих
и углеперерабатывающих субкластеров** _____ 82

Мулев С.Н., Рукавишников Г.Д., Мороз Д.И., Пашкова В.И., Мороз Н.Е.

**Мониторинг напряженного состояния сейсмическими и расчетными методами
на шахтах АО «Воркутауголь»** _____ 88

ЗА РУБЕЖОМ

Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Сафронов М.В., Карачева Г.А., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В.,

Веретеннова Т.А., Маглинец Ю.А., Раевич К.В., Латынцев А.А., Лунев А.С.

**Объекты угольной генерации электроэнергии в горнопромышленном районе
на юго-западе штата Западная Австралия по данным спутниковой съемки** _____ 94

ПЕРЕЧЕНЬ

Перечень статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2022 году _____ 98

НЕКРОЛОГ

Канев Николай Иванович (29.05.1952 – 18.10.2022) _____ 104

Список реклам

TAPP Group	1-я обл.	ВК «Кузбасская ярмарка»	25
Филиал УПП «НИВА» – Завод горно-шахтного оборудования	2-я обл.	АО «НМЗ «ИСКРА»	35
ООО «СТК»	3-я обл.	НПП «Завод МДУ»	81
ООО «Горный инструмент»	4-я обл.		

* * *

Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,15 (без самоцитирования – 0,79).

Журнал «Уголь» индексируется

в международной реферативной базе данных и систем цитирования

SCOPUS (рейтинг журнала Q2)

Журнал «Уголь» является партнером CROSSREF

Редакция журнала «Уголь» является членом Международной ассоциации
по связям издателей / Publishers International Linking Association, Inc. (PILA).

Всем научным статьям журнала присваиваются Digital Object Identifier (DOI).

Журнал «Уголь» является партнером EBSCO

Редакция журнала «Уголь» имеет соглашение с компанией EBSCO Publishing, Inc. (США).

Все публикации журнала «Уголь» с 2016 г. входят в базу данных компании EBSCO
Publishing (www.ebsco.com), предоставляющей свою базу данных для академических

библиотек по всему миру. EBSCO имеет партнерские отношения с библиотеками на
протяжении уже более 70 лет, обеспечивая содержание исследований качества, мощные
технологии поиска и интуитивные платформы доставки.

Журнал «Уголь» представлен в «КиберЛенинке»

Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» (CYBERLENINKA) входит в топ-10
мировых электронных хранилищ научных публикаций и построена на парадигме
открытой науки (Open Science), основной задачей которой является популяризация
науки и научной деятельности. Это третья в мире электронная библиотека по
степени видимости материалов в Google Scholar.

Журнал «Уголь» представлен в CNKI Scholar

Платформа CNKI Scholar (http://scholar.cnki.net) – ведущий китайский агрегатор
и поставщик академической информации. CNKI имеет наибольшее количество
пользователей на рынке академических и профессиональных услуг Китая из более чем
20 тыс. учреждений, университетов, исследовательских институтов, правительств,
корпораций, предоставляя им полнотекстовые базы данных CNKI онлайн. С 2008 г.
китайский агрегатор проиндексировал более 60 тыс. журналов и 400 тыс.
электронных книг, трудов более 500 международных издательств, обществ, включая
SpringerNature, Elsevier, Taylor & Francis, Wiley, IOP, ASCE, AMS и др.

Подписные индексы:

– Интернет-каталог «Пресса России» – **87717; T7728; Э87717**

– Каталог «Урал-Пресс» – **71000; 87776; 007097; 009901**

Chief Editor**MOCHALNIKOV S.V.**Ph.D. (Economic),
Deputy Minister of Energy
of the Russian Federation,
Moscow, 107996, Russian Federation**Members of the editorial council:****ARTEMIEV V.B.**, Dr. (Engineering),
Moscow, 115054, Russian Federation**GALKIN V.A.**, Dr. (Engineering), Prof.,
Chelyabinsk, 454048, Russian Federation**ZAIDENVARG V.E.**, Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119019, Russian Federation**ZAKHAROV V.N.**, Dr. (Engineering), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Moscow, 111020, Russian Federation**KOVALCHUK A.B.**, Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119019, Russian Federation**LITVINENKO V.S.**, Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation**MOKHNACHUK I.I.**, Ph.D. (Economic),
Moscow, 109004, Russian Federation**PETROV I.V.**, Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation**POPOV V.N.**, Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation**POTAPOV V.P.**, Dr. (Engineering), Prof.,
Kemerovo, 650025, Russian Federation**ROZHKOV A.A.**, Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119071, Russian Federation**RYBAK L.V.**, Dr. (Economic), Prof.,
Moscow, 119034, Russian Federation**SKRYL' A.I.**, Mining Engineer,
Moscow, 119049, Russian Federation**SUSLOV V.I.**, Dr. (Economic), Prof.,
Corresp. Member of the RAS,
Novosibirsk, 630090, Russian Federation**SHCHADOV V.M.**, Dr. (Engineering), Prof.,
Moscow, 119034, Russian Federation**YAKOVLEV D.V.**, Dr. (Engineering), Prof.,
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation**Foreign members of the editorial council:**Prof. **Guenther APEL**, Dr.-Ing.,
Essen, 45307, GermanyProf. **Carsten DREBENSTEDT**, Dr. (Engineering),
Freiberg, 09596, GermanyProf. **Jozef DUBINSKI**, Dr. (Engineering),
Corresp. Member PAS, Katowice, 40-166, PolandProf. **Sergey NIKISHICHEV**, FIMMM, Ph.D. (Economic),
Moscow, 125047, Russian FederationProf. **Luben TOTEV**, Dr., Sofia, 1700, Bulgaria**Ugol' Journal Edition LLC**Leninsky Prospekt, 2A, office 819
Moscow, 119049, Russian Federation

Tel.: +7 (499) 237-2223

E-mail: ugol1925@mail.ru

www.ugolinfo.ru

**MONTHLY JOURNAL, THAT DEALS WITH SCIENTIFIC,
TECHNICAL, INDUSTRIAL AND ECONOMIC TOPICS**

Established in October 1925

FOUNDERSMINISTRY OF ENERGY
THE RUSSIAN FEDERATION,
UGOL' JOURNAL EDITION LLC**DECEMBER****12' 2022****UGOL' / RUSSIAN
COAL
JOURNAL****INFORMATION & ANALYTICS****The chronicle. Events. The facts. News** _____ 4
Petrenko I.E.**Russia's coal industry performance for January-September, 2022** _____ 7**LUKOIL services: everything for the customer** _____ 26**HISTORICAL PAGES****The legend: on the 95th anniversary of Mikhail Ivanovich Schadov** _____ 28
Petrenko I.E.**Welcome Back Home, Donbas!** _____ 31**COAL PREPARATION**

Lokhov D.S.

Class 0-3 mm screen sizing with the efficiency of up to 95% _____ 36**MINING EQUIPMENT**

Bublik M.L.

Equal pressure hydraulic support for powered roof support _____ 38**FUEL AND ENERGY COMPLEX OUTLOOK**

Persteneva N.P., Tokarev Yu.A., Gorbunova O.A., Kravchenko O.V.

Forecasting the consumption of the main energy resources in the world _____ 40

Kazantseva E.G., Lyamkin I.I., Ozderbiyeva Zh.A., Shershneva O.I.

Challenges in shaping an innovative development model for Russia's coal industry _____ 44

Pankov D.A., Chuev S.V., Afanasiev V.Ya., Baikova O.V., Mitrofanova E.A.

**The production and consumption trends of Russian D-grade coal
under Western sanctions: Soviet experience and prospects for Russian exports** _____ 49**SAFETY**

Portola V.A., Cherskikh O.I., Protasov S.I., Seregin E.A., Shvakov I.A.

Research into effects of antipyrogens on the spontaneous combustion of brown coal _____ 54

Kubrin S.S., Tailakov O.V., Sobolev V.V., Zakharov V.N.

**The use of the Allan variation in the processing of the measured parameters
of the methane-air mixture during the degassing of excavation sites** _____ 60**ECONOMIC OF MINING**

Kuzmina O.Yu., Konovalova M.E., Salomatina S.Yu., Materova E.S.

An assessment of investment attractiveness of Russian mining companies. Part 2 _____ 67

Simonin P.V., Fomenko N.M., Anichkina O.A., Kuznetsov Yu.V.

**Strategies and prospects for industrial development of Russia and Europe
in conditions of sanctions and low-carbon economy** _____ 72**LEGISLATION AND RIGHTS**

Shestak V.A., Adigamov A.I.

**Modern legal provisions for environmental safety of coal and oil,
gas exploration and exploitation in Russia and Germany** _____ 78**GEOTECHNOLOGY**

Khoreshok A.A., Litvin O.I., Dubinkin D.M., Markov S.O., Tyulenev M.A.

**Synergetic approach to solving geo-environmental problems of coal mining
and coal processing subclusters** _____ 82

Mulev S.N., Rukavishnikov G.D., Moroz D.I., Pashkova V.I., Moroz N.E.

Monitoring of the stress state by seismic and numerical methods at the mines of JSC «Vorkutaugol» _____ 88**ABROAD**

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Safronov M.V., Karacheva G.A., Vokin V.N., Kiryushina E.V.,

Veretenova T.A., Maglinets Yu.A., Raevich K.V., Latyntsev A.A., Lunev A.S.

**Coal-fired power generation facilities in a mining district in the southwestern part
of Western Australia based on satellite imaging data** _____ 94**LIST OF MATERIALS****Index of articles published in Ugol' – Russian Coal Journal in 2022** _____ 98**NECROLOGUE****Kanev Nikolai Ivanovich (29.05.1952 – 18.10.2022)** _____ 104