

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

# УГОЛЬ

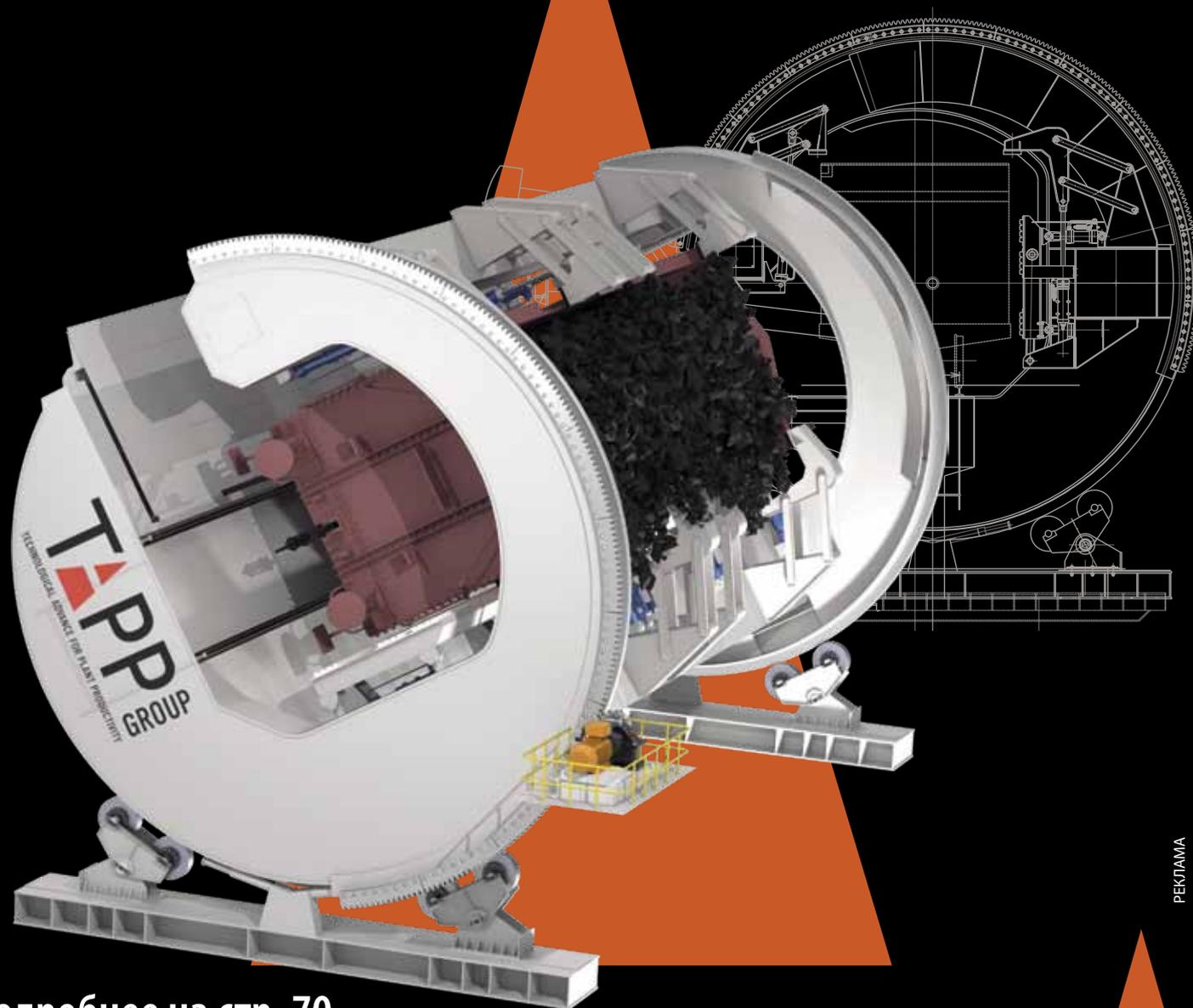
МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРGETИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

[WWW.UGOLINFO.RU](http://WWW.UGOLINFO.RU)

# 7-2021

**НАДЁЖНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ  
ВАГОНОПРОКИДЫВАЛИ TAPP GROUP**

**TAPP GROUP**  
TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY



Подробнее на стр. 70

Международная  
конференция и выставка



# УГОЛЬ РОССИЯ И СНГ

16-17 НОЯБРЯ 2021, МОСКВА

Организатор:

VOSTOCK CAPITAL

+7 (495) 109 9 509 (Москва)

events@vostockcapital.com

## КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

**200+ УЧАСТНИКОВ**, среди которых руководители крупнейших угольных предприятий России и стран СНГ, а также инициаторы инвестиционных проектов, компании-разработчики и производители оборудования и технологий для предприятий, российские и международные инвесторы

### 15+ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

по производству угля и строительству объектов угольной инфраструктуры

### 40+ ДОКЛАДЧИКОВ И УЧАСТНИКОВ ДИСКУССИЙ:

представители проектов, регуляторные органы, ведущие эксперты отрасли

### БУДУЩЕЕ ИНДУСТРИИ УГОЛЬНОЙ

**ПРОМЫШЛЕННОСТИ:** перспективные векторы развития отрасли в России и СНГ, **возможности для увеличения экспорта и государственная поддержка**

### ПРИМЕРЫ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК

**И ЛУЧШИХ ТЕХНОЛОГИЙ** для повышения производственной эффективности

### СТАТУС КРУПНЕЙШИХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ

**ПРОЕКТОВ** – модернизация производства и развитие инфраструктурных проектов

**АКТУАЛЬНО!** Технический круглый стол: **обеспечение промышленной безопасности в угольных шахтах**

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ:** российский и иностранный опыт внедрения инновационных технологий для оптимизации производственных процессов

### СПЕЦИАЛЬНАЯ СЕССИЯ: Строительство портовой

**и железнодорожной инфраструктуры** – какие мощности необходимы?

### ВАЖНО! Экология угольной промышленности:

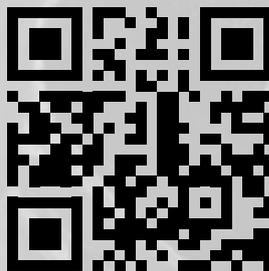
минимизация техногенного воздействия на окружающую среду и инвестиции в экологические проекты

### КРУГЛЫЙ СТОЛ: Развитие глубокой переработки

**угля и углекислоты** – альтернатива или необходимость?

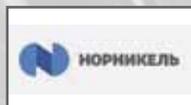
### СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

технических, технологических и сервисных решений от лидеров отрасли



COALOFRUSSIA.COM

среди  
постоянных  
участников:



**Главный редактор**  
**ЯНОВСКИЙ А.Б.**

Заместитель министра энергетики  
Российской Федерации,  
доктор экон. наук

**Зам. главного редактора**  
**ТАРАЗАНОВ И.Г.**

Генеральный директор  
ООО «Редакция журнала «Уголь»,  
горный инженер, чл.-корр. РАЭ

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**АРТЕМЬЕВ В.Б.**, доктор техн. наук

**ВЕРЖАНСКИЙ А.П.**,

доктор техн. наук, профессор

**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

**МАЛЫШЕВ Ю.Н.**, академик РАН,

доктор техн. наук, профессор

**МОХНАЧУК И.И.**, канд. экон. наук

**МОЧАЛЬНИКОВ С.В.**, 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

#### Иностранные 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»

ИЮЛЬ

7-2021 /1144/

# УГОЛЬ

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Разумов Е.А., Венгер В.Г., Зеяева Е.А., Пудов Е.Ю., Калинин С.И.

Опыт механизированной отработки мощных пологих пластов на угольных шахтах Кузбасса  
и рекомендации по отработке весьма мощных пологих пластов. Часть 2 \_\_\_\_\_ 4

### ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Зиновьев В.В., Кузнецов И.С., Стародубов А.Н.

Исследование человеко-машинного управления автосамосвалами в составе экскаваторно-  
автомобильного комплекса с применением имитационного моделирования \_\_\_\_\_ 9

### ЭКОНОМИКА

Жданев О.В., Оленёва О.Н.

Приоритетные направления развития российского программного обеспечения  
для угольной промышленности. Часть 2 \_\_\_\_\_ 13

Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Савон Д.Ю.

Комплексная оценка устойчивого развития горно-металлургических холдингов:  
проблемы и механизмы их разрешения \_\_\_\_\_ 20

Степанов О.А.

О политике минимизации воздействия, в результате которого может быть нарушено  
или прекращено функционирование значимого объекта критической информационной  
инфраструктуры предприятий угольной промышленности \_\_\_\_\_ 25

### БЕЗОПАСНОСТЬ

Черданцев С.В., Шлапаков П.А., Голоскоков С.И., Батраков Д.Н., Колыхалов В.В.

Определение параметров и толщины фронта дефлаграционного процесса  
в газоздушных смесях горных выработок \_\_\_\_\_ 27

Колегов Г.А., Крайнов А.Ю.

Метод учёта аэродинамических параметров выработанных пространств  
в моделях шахтных вентиляционных систем \_\_\_\_\_ 33

Захаров В.Н., Кубрин С.С., Тайлаков О.В., Соболев В.В.

Использование вариации Аллана при обработке измеренных величин параметров  
рудничной атмосферы и параметров метановоздушной смеси дегазационной  
системы угольной шахты \_\_\_\_\_ 39

### ОХРАНА ТРУДА

Шипилов И.В., Бетехтина В.А., Цай Л.В., Пилипенко В.И., Богданов А.Р.

Персонализированная медицина в СУЭК \_\_\_\_\_ 45

### РЕСУРСЫ

Абдрахимова Е.С.

Использование отходов углеобогащения и межсланцевой глины  
в производстве керамического кирпича \_\_\_\_\_ 52

### ЭКОЛОГИЯ

Семина И.С., Андроханов В.А.

Почвенно-экологическое обследование участков, рекультивированных  
отходами углеобогащения, на примере Кемеровской области – Кузбасса \_\_\_\_\_ 57

### ЗА РУБЕЖОМ

Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Ганиева И.А., Латышенко Г.И., Логинова Е.В.,

Вокин В.Н., Кирыюшина Е.В., Латынцев А.А., Веретеннова Т.А.

Угольные карьеры и поверхностные шахтные комплексы в восточном секторе США  
по данным спутниковой съемки \_\_\_\_\_ 63

**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****Игорь ТАРАЗАНОВ****Ведущий редактор****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 и науки РФ  
(в международные реферативные базы  
данных и системы цитирования) –  
по техническим и экономическим наукам

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,217  
(без самоцитирования – 0,817)

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,619  
(без самоцитирования – 0,429)

**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:**Ведущий редактор **О.И. ГЛИНИНА**Научный редактор **И.М. КОЛОБОВА**Корректор **В.В. ЛАСТОВ**Компьютерная верстка **Н.И. БРАНДЕЛИС**

Подписано в печать 02.07.2021.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,5 + обложка.

Тираж 5100 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 6700 экз.

**Отпечатано:**

ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

17105, г. Москва, пр-д Нагорный, д.7, стр.5

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 95746

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

© ЖУРНАЛ «УГОЛЬ», 2021

**НОВОСТИ ТЕХНИКИ**

<b>MiningWorld Russia: мировые новинки горнодобывающего оборудования и площадка для обсуждения будущего отрасли</b> _____	<b>67</b>
Лохов Д.С.	
<b>Надежность и долговечность</b> _____	<b>70</b>
АО «СУЭК»	
<b>Экспонаты предприятий СУЭК завоевали медали выставки «Уголь России и Майнинг – 2021»</b> _____	<b>71</b>

**ВОПРОСЫ КАДРОВ**

Ефимов А., Королев А.	
<b>Пандемия – толчок для развития: как компании ТЭК и МСК работают с кадрами в условиях пандемии</b> _____	<b>75</b>

**ХРОНИКА**

<b>Хроника. События. Факты. Новости</b> _____	<b>77</b>
---	-----------

**ЮБИЛЕИ**

<b>Гуськов Виктор Александрович (к 80-летию со дня рождения)</b> _____	<b>89</b>
--	-----------

**НЕКРОЛОГ**

<b>Мышляев Борис Константинович (12.06.1931 – 21.05.2021)</b> _____	<b>91</b>
<b>Курдин Михаил Петрович (04.12.1934 – 28.05.2021)</b> _____	<b>91</b>
<b>Ждамир Виктор Михайлович (22.06.1932 – 28.06.2021)</b> _____	<b>92</b>

**Список реклам**

<b>TAPP Group</b>	<b>1-я обл.</b>	<b>СПП</b>	<b>4-я обл.</b>
<b>Выставка Уголь Россия и СНГ</b>	<b>2-я обл.</b>	<b>НПП Завод МДУ</b>	<b>19</b>
<b>ПППИ</b>	<b>3-я обл.</b>	<b>БЕЛТРАНСЛОГИСТИК</b>	<b>58</b>

\* \* \*

**Журнал «Уголь» представлен в eLIBRARY.RU**

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 1,217 (без самоцитирования – 0,817).

**Журнал «Уголь» индексируется**

в международной реферативной базе данных и систем цитирования

**SCOPUS** (рейтинг журнала Q3)**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:**– Объединенный каталог «Пресса России» – **87717; 87776; T7728; Э87717**– Каталог «Урал-Пресс» – **71000; 87776; 007097; 009901**

**UGOL' / RUSSIAN COAL JOURNAL****UGOL' JOURNAL EDITORIAL BOARD****Chief Editor**

**YANOVSKY A.B.**, Dr. (Economic), Ph.D. (Engineering), Deputy Minister of Energy of the Russian Federation, Moscow, 119049, Russian Federation

**Deputy Chief Editor**

**TARAZANOV I.G.**, Mining Engineer, Moscow, 119049, Russian Federation

**Members of the editorial council:**

**ARTEMIEV V.B.**, Dr. (Engineering), Moscow, 115054, Russian Federation

**VERZHANSKIY A.P.**, Dr. (Engineering), Prof., Moscow, 125009, 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

**MALYSHEV Yu.N.**, Dr. (Engineering), Prof., Acad. of the RAS, Moscow, 125009, Russian Federation

**MOKHNACHUK I.I.**, Ph.D. (Economic), Moscow, 109004, Russian Federation

**MOCHALNIKOV S.V.**, Ph.D. (Economic), Moscow, 107996, 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

**ROZHKOVA 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, Germany

Prof. **Carsten DREBENSTEDT**, Dr. (Engineering), Freiberg, 09596, Germany

Prof. **Jozef DUBINSKI**, Dr. (Engineering), Corresp. Member PAS, Katowice, 40-166, Poland

**Sergey NIKISHICHEV**, FIMMM, Ph.D. (Economic), Moscow, 125047, Russian Federation

Prof. **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

**FOUNDERS**

MINISTRY OF ENERGY  
THE RUSSIAN FEDERATION,  
UGOL' JOURNAL EDITION LLC

**JULY**

7' 2021

**UGOL' / RUSSIAN COAL JOURNAL****CONTENT****UNDERGROUND MINING**

Razumov E.A., Venger V.G., Zelyaeva E.A., Pudov E.Yu., Kalinin S.I.

**Experience in mechanized mining of thick gently sloping seams in Kuzbass coal mines and recommendations for mining very thick gently sloping seams. Part 2** \_\_\_\_\_ 4

**MINING EQUIPMENT**

Sinoviev V.V., Kuznetsov I.S., Starodubov A.N.

**Studies into man-machine control of dump trucks as part of excavator-and-truck complex using simulation modeling** \_\_\_\_\_ 9

**ECONOMIC OF MINING**

Zhdaneev O.V., Oleneva O.N.

**Priority trends in the development of Russian software for the coal industry. Part 2** \_\_\_\_\_ 13

Samarina V.P., Skufina T.P., Savon D.Yu.

**Comprehensive assessment of sustainable development of mining and metallurgical holdings: problems and mechanisms of their resolution** \_\_\_\_\_ 20

Stepanov O.A.

**On the policy to minimize the impacts that may result in disruption or cease of operation of a key facility of critical IT infrastructure of coal industry enterprises** \_\_\_\_\_ 25

**SAFETY**

Cherdantsev S.V., Shlapakov P.A., Goloskokov S.I., Batrakov D.N., Kolykhalov V.V.

**Determination of parameters and thickness of the deflagration process front in gas-air mixtures of mine workings** \_\_\_\_\_ 27

Kolegov G.A., Krainov A.Yu.

**Method to account for aerodynamic parameters of mined-out spaces in models of mine ventilation systems** \_\_\_\_\_ 33

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

**Use of Allan variation in processing of measured values of parameters of mine atmosphere and parameters of methane-air mixture of coal mine degassing system** \_\_\_\_\_ 39

**LABOUR SAFETY**

Shipilov I.V., Betechtina V.A., Tsay L.V., Pilipenko V.I., Bogdanov A.R.

**Personalized medicine at SUEK** \_\_\_\_\_ 45

**MINERALS RESOURCES**

Abdrakhimova E.S.

**The use of waste from coal enrichment and inter-shale clay in the production of ceramic bricks** \_\_\_\_\_ 52

**ECOLOGY**

Semina I.S., Androkhonov V.A.

**Environmental and soil survey of sites reclaimed using coal processing wastes, as exemplified by the Kemerovo Region, Kuzbass** \_\_\_\_\_ 57

**ABROAD**

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Ganieva I.A., Latyshenko G.I., Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Latynceva A.A., Veretenova T.A.

**Open-pits coal mines and surface mine complexes in the Eastern Sector of the United States according to satellite imaging data** \_\_\_\_\_ 63

**TECHNICAL NEWS**

MiningWorld Russia: global novelties of mining equipment and a platform

**for discussing the future of the industry** \_\_\_\_\_ 67

Lokhov D.S.

**Reliability and durability** \_\_\_\_\_ 70

**Exhibits of SUEK enterprises won medals of the exhibition "Ugol' Rossii and Mining-2021"** \_\_\_\_\_ 71

**STAFF ISSUES**

Efimov A., Korolev A.

**The pandemic is a boost for development: how do companies of the fuel and energy complex and the mineral resource complex work with personnel in the conditions of a pandemic** \_\_\_\_\_ 75

**CHRONICLE**

**The chronicle. Events. The facts. News** \_\_\_\_\_ 77

**ANNIVERSARIES**

**Guskov Viktor Alexandrovich (to a 80-anniversary from birthday)** \_\_\_\_\_ 89

**NECROLOGUE**

**Myshlyaev Boris Konstantinovich (12.06.1931 – 21.05.2021)** \_\_\_\_\_ 91

**Kurdin Mikhail Petrovich (04.12.1934 – 28.05.2021)** \_\_\_\_\_ 91

**Zhdamirov Viktor Mikhailovich (22.06.1932 – 28.06.2021)** \_\_\_\_\_ 92

# Опыт механизированной отработки мощных пологих пластов на угольных шахтах Кузбасса и рекомендации по отработке весьма мощных пологих пластов

## Часть 2

(Окончание. Начало см. журнал «Уголь», № 6-2021, с. 4-10)

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-4-8>

### РАЗУМОВ Е.А.

Директор СФ АО «ВНИМИ»,  
653004, г. Прокопьевск, Россия,  
e-mail: vnimi@inbox.ru

### ВЕНГЕР В.Г.

Заместитель директора  
СФ АО «ВНИМИ»,  
653004, г. Прокопьевск, Россия,  
e-mail: vnimi@inbox.ru

### ЗЕЛЯЕВА Е.А.

Заместитель заведующего лабораторией  
горной геомеханики  
СФ АО «ВНИМИ»,  
653004, г. Прокопьевск, Россия,  
e-mail: vnimi@inbox.ru

### ПУДОВ Е.Ю.

Канд. техн. наук,  
директор филиала КузГТУ в г. Прокопьевске,  
653033, г. Прокопьевск, Россия

### КАЛИНИН С.И.

Доктор техн. наук,  
заместитель директора  
по перспективному развитию  
СФ АО «ВНИМИ»,  
653004, г. Прокопьевск, Россия,  
e-mail: vnimi@inbox.ru

На современном этапе доказана целесообразность отработки весьма мощных угольных пластов с выпуском подкровельной пачки угля на завальный конвейер на шахтах Кузбасса. Разработка новых технических решений по отработке весьма мощных угольных пластов Кузбасса сокращает время на концевые операции и увеличивает суточный объем добычи угля. Выпуск угля осуществляется без применения мер по принудительному разрушению угля в подкровельной пачке, происходит под действием сил горного давления. На эффективность данной технологии оказывает влияние целый ряд факторов, включая горно-геологические условия залегания пласта, физико-механические свойства угля и вмещающих пород, параметры технологической схемы. Отработка мощных пластов с выпуском подкровельной пачки угля в условиях шахты юга Кузбасса позволяет существенно повысить эффективность отработки пластов за счет снижения удельного объема проветривания и поддержания подготовительных выработок, снижения капитальных затрат на подготовку и оборудование очистных забоев, снижения расхода электроэнергии.

**Ключевые слова:** весьма мощные пласты, подкровельные, межслоевые пачки, механизированные крепи, гибкое перекрытие, завальный конвейер, выпуск угля.

**Для цитирования:** Опыт механизированной отработки мощных пологих пластов на угольных шахтах Кузбасса и рекомендации по отработке весьма мощных пологих пластов. Часть 2 / Е.А. Разумов, В.Г. Венгер, Е.А. Зеляева и др. // Уголь. 2021. № 7. С. 4-8. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-4-8.

### ОПЫТ ОТРАБОТКИ МОЩНОГО ПОЛОГОГО ПЛАСТА МЕХАНИЗИРОВАННЫМ КОМПЛЕКСОМ ZFS ПРОИЗВОДСТВА КНР

В условиях шахты «Ольжерасская-Новая» в Кузбассе для отработки мощного пласта 21 был применен механизированный комплекс типа ZFS с выпуском подкровельной пачки угля на завальный конвейер производства КНР.

Испытания технологии и применяемого в комплексе оборудования проводились при отработке лав № 21-1-3, № 21-1-5, № 21-1-7 по пласту 21. Первоначально отработка пласта 21 была начата в лаве № 21-1-5 [1], затем в лаве № 21-1-3 и в лаве № 21-1-7. В лаве № 21-1-9

испытания не проводились. Угол залегания пласта 21 изменяется от 5 до 10 градусов (среднее значение). Мощность пласта по среднему значению составляет 7,5 м, достигает по максимальным значениям 14,75 м. Глубина залегания пласта – 160-270 м. С глубины 200 м пласт опасен по горным ударам. Пласт с горизонта +100 м – угрожаемый по внезапным выбросам. Газоносность пласта изменяется от 2 до 8,8 м<sup>3</sup>/т. Уголь самовозгорающийся [2, 3].

Схема секции крепи с размещенным оборудованием приведена на рис. 1, в состав комплекса входит следующее основное оборудование:

- механизированная крепь ZF-8000/22/35;
- выемочный комбайн MG 400/930-WD;
- забойный конвейер SGZ-800/800;

- завальный конвейер SGZ-800/800;
- перегружатель типа SZZ-1000/400;
- дробилка РСМ 250.

Рабочее напряжение оборудования – 3300 В. Схема подготовки выемочного столба приведена на рис. 2.

Испытания технологии, параметров технологической схемы, работоспособности и надежности применяемого горно-шахтного оборудования проводились при отработке пласта 21 в выемочных столбах 21-1-5, 21-1-3 и 21-1-7 в условиях шахты «Ольжерасская-Новая». Отработка выемочного столба 21-1-5 проводилась с 29.09.2006 по 29.04.2008. Характеристика выработок приведена в таблице.

**Краткая характеристика подготовительных выработок в условиях шахты «Ольжерасская-Новая»**

Выработка	Ширина, м	Высота, м	Место заложения в пласте
Конвейерный штрек 21-1-5	5,5	3,5	У почвы пласта
Вентиляционный штрек 21-1-5	5	3,5	
Газодренажный штрек 21-1-5	3,5	2,5-2,9	У кровли пласта
Дренажный штрек 21-1-5	5	3,5-3,8	
Промежуточный штрек	3,5	2,5-2,9	У почвы пласта
Монтажная камера 21-1-5	8,3-9,3	3,3	
Путевой уклон	5	3,5-4	У кровли пласта
Конвейерный уклон			

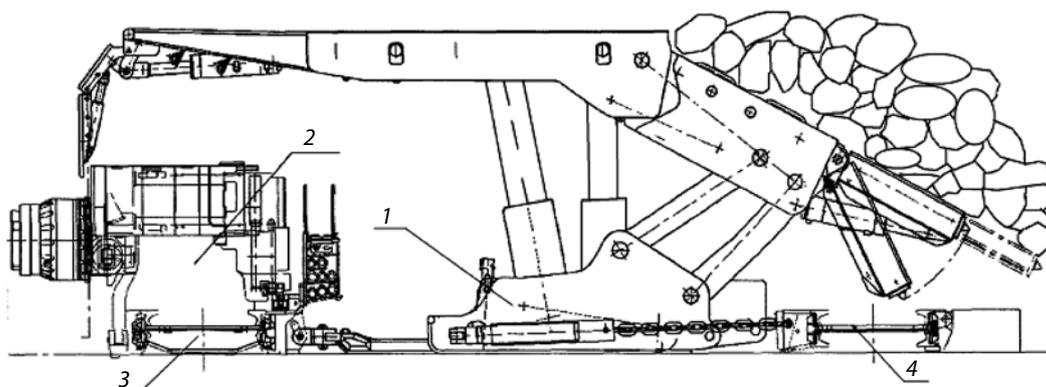


Рис. 1. Взаимное положение секции крепи, забойного и завального конвейеров в период выемки угля комбайном в подсечном слое: 1 – секция крепи; 2 – комбайн; 3 – забойный конвейер; 4 – завальный конвейер

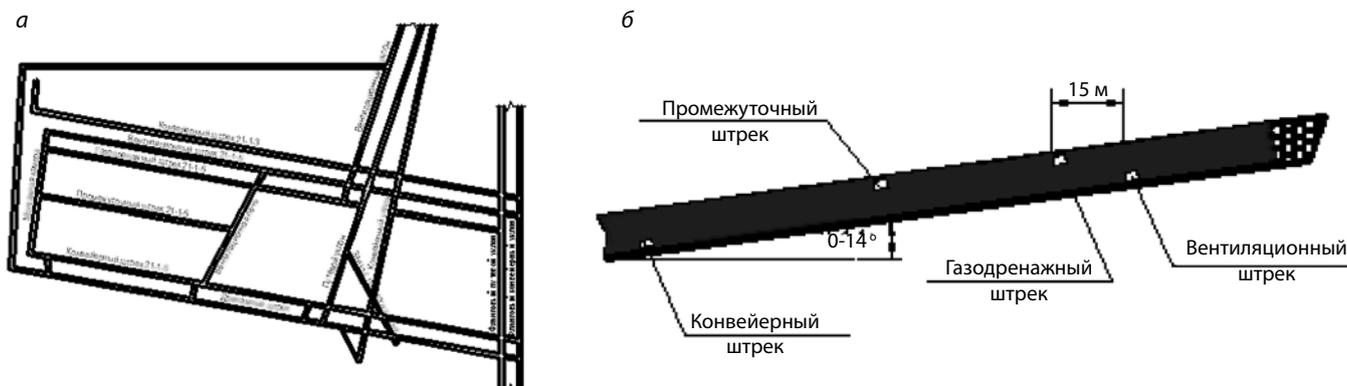


Рис. 2. Схема подготовки выемочного столба 21-1-5: а – схема подготовки выемочного столба 21-1-5; б – расположение выработок относительно пласта

Общая добыча угля составила 2237,2 тыс. т, комбайновая добыча составила 1045,3 тыс. т, добыча от выпуска подкровельной пачки – 1191,9 тыс. т. Месячная добыча составила 148900 т, максимальная добыча – 246400 т. Добыча угля в сутки составила: средняя – 5034 т, максимальная – 8213 т. Суммарные потери угля составили 18%.

Успешно был отработан выемочный столб 21-1-3. Для его отработки было применено полностью все оборудование, которое использовалось при отработке лавы № 21-1-5. Отработка выемочного столба 21-1-3 производилась с 12.09.2008 по 16.11.2009. Общая добыча угля при отработке выемочного столба 21-1-3 составила 1452,2 тыс. т, в том числе комбайном – 731,1 тыс. т, за счет выпуска угля из подкровельной пачки – 694,1 тыс. т. Среднемесячная добыча составила 107,1 тыс. т, максимальная месячная добыча составила 190,9 тыс. т, максимальная суточная добыча составила 11200 т. Эксплуатационные потери угля составили 19%, в том числе по площади – 9,3%, по мощности – 9,7%.

Из опыта отработки пласта 21 в условиях шахты «Ольжерасская-Новая» следует, что пологие пласты мощностью до 10-12 м можно отрабатывать с использованием комплексов ZF-8600/18-36 производства КНР.

### ОТРАБОТКА ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ МОЩНОСТЬЮ БОЛЕЕ 12 М

С использованием опыта отработки мощных пологих пластов с выпуском межслоевых и подкровельных пачек угля были разработаны требования к технологическим схемам отработки пластов пологого залегания мощностью более 12 м. Были разработаны Специальные технические условия (СТУ) на комплексно-механизированный забой, оборудованный для добычи угля с выпуском межслоевой пачки угля на завальный конвейер для отработки запасов угля мощных пологих пластов III и IV-V-VI в условиях шахты «Сибиргинская» ОАО «Южный Кузбасс» [4].

Пласт III залегает ниже пласта I на 35-46 м, мощность пласта колеблется от 7,34 до 10 м при среднем значении 8,5 м. Пласт III рекомендуется отрабатывать с помощью технологии с выпуском подкровельной пачки и использованием механизированной крепи ZFS производства КНР [4]. Пласт IV-V-VI образован слиянием пластов IV-V и VI в один пласт (рис. 3).

Суммарная мощность пласта IV-V-VI составляет 15,95-25,49 м при среднем значении 18 м. Количество породных прослоев в пласте – от 2 до 16. Средняя их мощность составляет 1,35 м. Пласт по мощности отнесен к весьма мощным, мощность изменяется от 15 до 20 м, на отдельных участках – 25 м. Угол залегания пласта 3-4 градуса (иногда 6-8 градусов). Пласт залегает ниже пласта III на 46-54 м. Глубина залегания пласта по среднему значению составляет 380 м и более.

Для отработки пласта IV-V-VI предложена технологическая схема с двукратным выпуском межслоевой пачки угля с разделением пласта на три слоя (рис. 4):

- верхний слой мощностью 3,5 м отрабатывается у кровли пласта;
- средний слой мощностью 10 м разделяется на межслоевую пачку мощностью 7 м и подсечной слой мощностью 3,5 м;
- нижний слой мощностью 10,5 м, так же, как и средний, разделяется на подсечной слой мощностью 3,5 м и межслоевую пачку

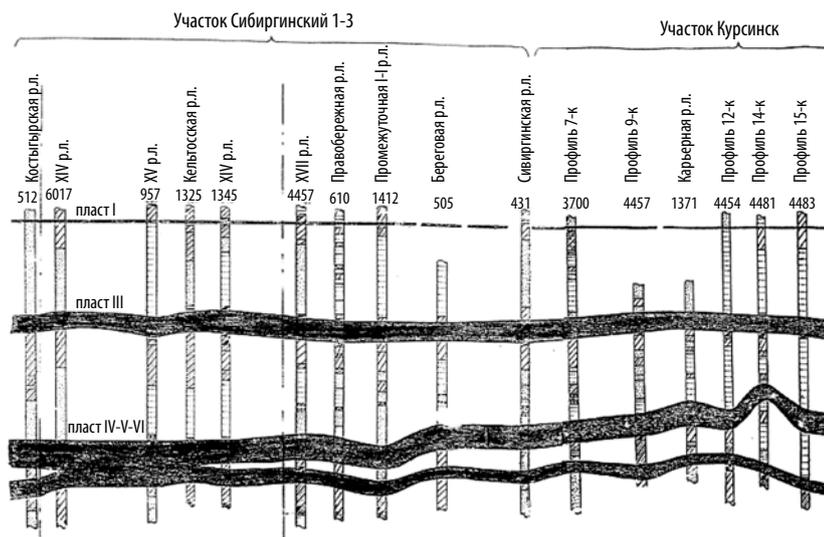


Рис.3. Стратиграфическая схема расположения пластов на участке «Сибиргинский 1-3»

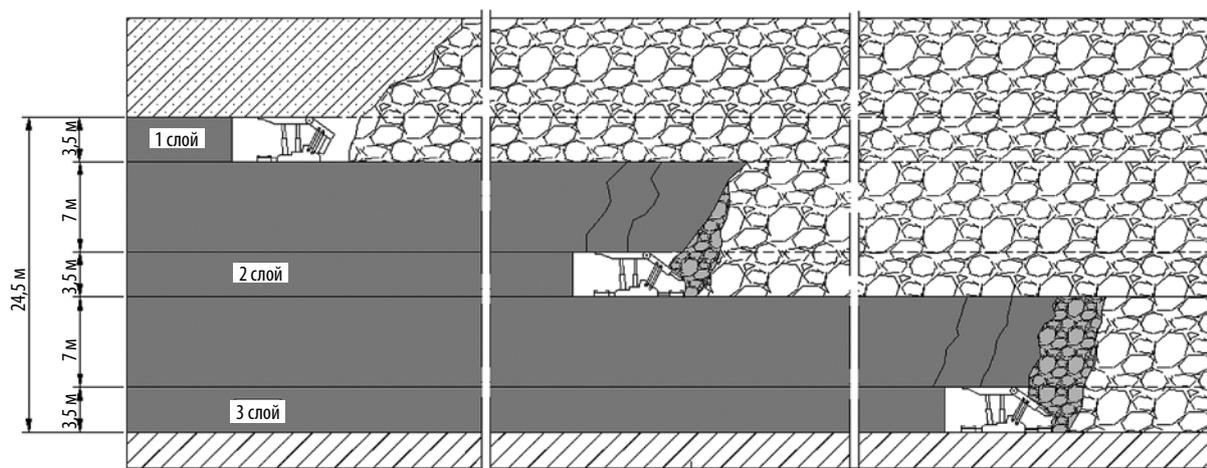


Рис. 4. Технология отработки пласта IV-V-VI в три слоя с выпуском межслоевой пачки угля во втором и третьем слоях

угля мощностью 7 м. Параметры технологической схемы определяются расчетами [2, 3].

Мощность обрабатываемых слоев принимается равной 3,5 м, мощность межслоевых угольных пачек – 7 м. Длина лавы верхнего слоя принимается равной 200–250 м, ширина оконтуривающих выработок – 5,5 м при расположении нижних слоев со смещением под обрушенные породы, длина лавы промежуточного слоя составляет 190–240 м, подсечного слоя – 178–228 м. Схема взаимного расположения слоевых выработок и длина лав приведены на рис. 5.

Верхний слой подготавливается спаренными выработками, ширина межлавных целиков составляет 40 м, ширина охранных целиков у наклонных выработок – 70–80 м. При подготовке очистных забоев все слоевые штреки имеют выход или на конвейерный, или на путевой уклон. Для соединения слоевых выработок проводятся наклонные орты и групповые штреки, пройденные по почве пласта, являющиеся продолжением конвейерного и вентиляционного штреков третьего слоя. Групповой штрек соединяется с конвейерным уклоном, а заездом, пройденным у кровли, соединяется с путевым уклоном (рис. 6).

Длину выемочных столбов рекомендуется принимать равной 2000–4000 м, скорость обработки выемочных стол-

бов – 10–15 м/сут., минимально допустимую – не менее 3 м/сут.

Для обработки верхнего надрабатывающего слоя пласта IV-V-VI рекомендуется комплекс Глиник 21/45, для промежуточного и подсечного слоя – комплекс ZF-8600-18/36. Ожидаемая нагрузка на забой принята при обработке верхнего слоя (надрабатывающего) только от комбайна при скорости 5 м/мин – 4600 т/сут., при скорости 8 м/мин – 6140 т/сут.

При обработке промежуточного и подсечного слоев нагрузка на очистной забой складывается от выпуска угля и от выемки угля комбайном и составляет 13800 т/сут. Суммарные потери угля оцениваются при обработке пласта в пределах 22%.

### ВЫВОДЫ

1. Необходимо отметить, что технология обработки мощных пологих пластов с использованием гибких перекрытий имела широкое применение только при использовании комплексов КТУ, при комбинированной технологии обработки мощных пластов с предварительной обработкой монтажного слоя. Основными причинами отказа от технологии было отсутствие удобных и надежных кон-

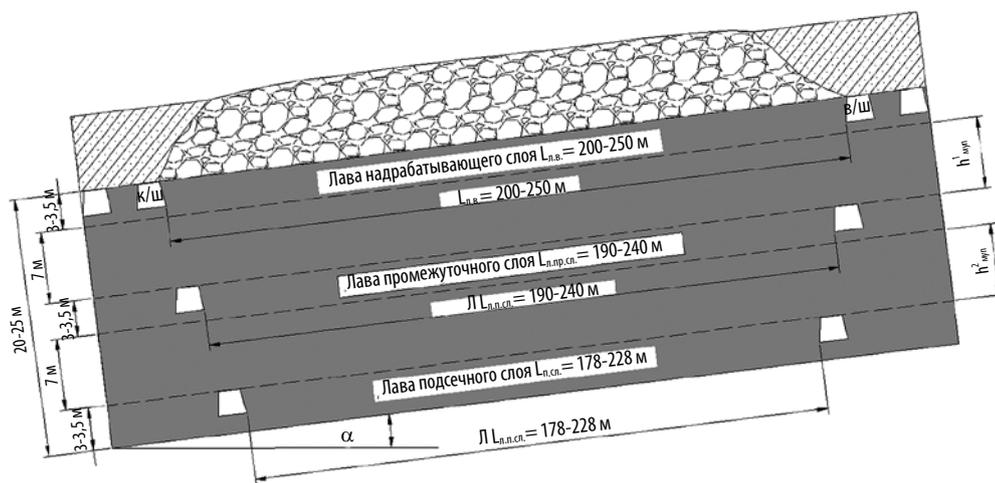


Рис. 5. Схема расположения лав слоевых забоев и длина лав:  $h^1$  муп – межслоевая угольная пачка между верхним и промежуточными слоями;  $h^2$  муп – межслоевая угольная пачка между промежуточным и подсечным слоями

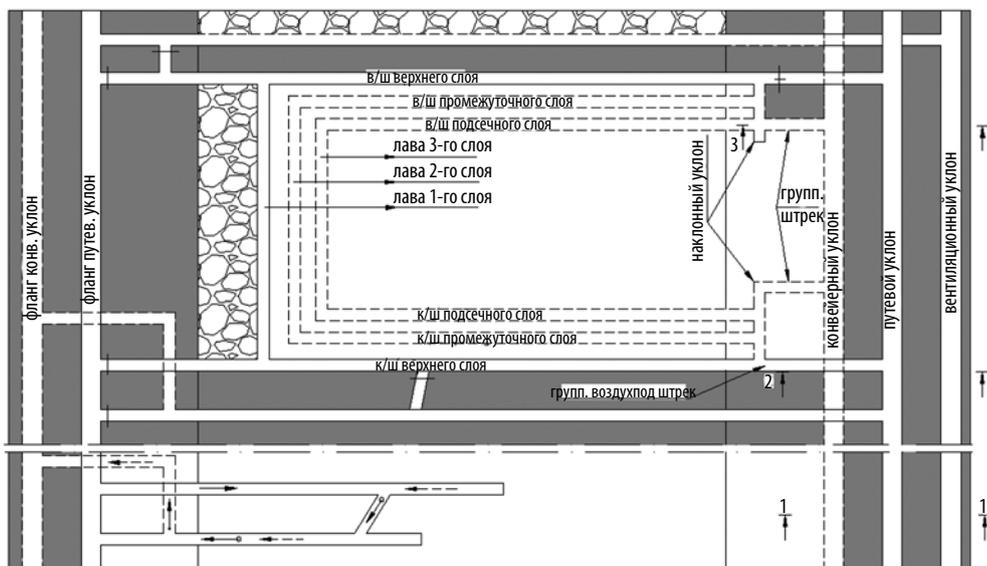


Рис. 6. Принципиальная технологическая схема подготовки и обработки пласта IV-V-VI в три слоя с выпуском межслоевой пачки угля

струкций перекрытий и средств возведения гибких металлических перекрытий.

2. Система разработки мощных пологих пластов с выпуском подкровельной пачки угля не имеет большого опыта применения, в незначительных объемах она применялась при отработке пластов III и IV-V механизированным комплексом КНК-М в условиях шахты им. В.И. Ленина. Выпуск угля производился на завальный конвейер. Данная технология предусматривала отработку мощного пласта с разделением его на два слоя: монтажный и подсечный. В подсечном слое крепь КНК-М оборудована устройством выпуска угля, в монтажном слое крепь КНК-М оборудована устройством возведения гибкого металлического перекрытия. Технология оценивается как перспективная для отработки пологих пластов мощностью 10-12 м.

3. Из опыта отработки мощных пологих пластов следует, что наиболее перспективной является технология отработки мощных пологих пластов с выпуском межслоевых и подкровельных пачек угля на завальный конвейер с использованием комплекса ZFS производства КНР.

### Список литературы

1. Отработка мощного угольного пласта механизированным комплексом с выпуском подкровельной пачки / С.И. Калинин, С.А. Новосельцев, Р.Х. Галимарданов и др. Кемерово, 2011. 224 с.

2. Специальные технические условия на комплексно-механизированный забой, оборудованный для добычи угля с выпуском подкровельной пачки угля на завальный конвейер, для отработки запасов угля мощного пологого пласта 21 в условиях шахты «Ольжерасская-Новая» ОАО «Южный Кузбасс». Новосибирск: «Сибингорпроект», ООО «Мечел-Инжиниринг», 2011. 298 с.

3. Отчет по научно-исследовательской работе «Провести эксплуатационные испытания технологии отработки пласта 21 в условиях филиала ОАО «Южный Кузбасс» – шахта «Ольжерасская-Новая» с выпуском подкровельной пачки угля». Прокопьевск, 2010. 406 с.

4. Калинин С.И., Колмогоров В.М. Геомеханическое обеспечение эффективной выемки мощных пологих пластов с труднообрушаемой кровлей механизированными комплексами. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. 113 с.

Original Paper

UDC 622.232.8:622.031.4-16:622.012.2(571.17) © E.A. Razumov, V.G. Venger, E.A. Zelyaeva, E.Yu. Pudov, S.I. Kalinin, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 4-8  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-4-8>

### Title

#### EXPERIENCE IN MECHANIZED MINING OF THICK GENTLY SLOPING SEAMS IN KUZBASS COAL MINES AND RECOMMENDATIONS FOR MINING VERY THICK GENTLY SLOPING SEAMS. PART 2

(Continued. For the beginning, see Ugol', 2021, No. 6, pp. 4-10)

### Authors

Razumov E.A.<sup>1</sup>, Venger V.G.<sup>1</sup>, Zelyaeva E.A.<sup>1</sup>, Pudov E.Yu.<sup>2</sup>, Kalinin S.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siberian Branch of "VNIMI" JSC, Prokopyevsk, 653004, Russian Federation

<sup>2</sup> KuzSTU branch in Prokopyevsk, Prokopyevsk, 653033, Russian Federation

### Authors Information

**Razumov E.A.**, Director, e-mail: [vnimi@inbox.ru](mailto:vnimi@inbox.ru)

**Venger V.G.**, Deputy Director, e-mail: [vnimi@inbox.ru](mailto:vnimi@inbox.ru)

**Zelyaeva E.A.**, Deputy Head of the Laboratory of Mining Geomechanics, e-mail: [vnimi@inbox.ru](mailto:vnimi@inbox.ru)

**Pudov E.Yu.**, PhD (Engineering), Director

**Kalinin S.I.**, Doctor of Engineering Sciences, Deputy Director for Prospective Development, e-mail: [vnimi@inbox.ru](mailto:vnimi@inbox.ru)

### Abstract

At the present stage, the feasibility of mining of thick gently sloping seams with the release of a roofing pack of coal to the entrance conveyor in the mines of Kuzbass has been proven. The development of new solutions for the development of very thick coal seams of Kuzbass reduces the time for end operations and increases the daily volume of coal production. The release of coal is carried out without the use of measures for the forced destruction of coal in the roofing pack, occurs under the influence of the forces of rock pressure. The efficiency of this technology is influenced by a number of factors, including the mining and geological conditions of the seam, the physical and mechanical properties of coal and the host, the parameters of the technological scheme. The development of thick seams with the release of an under-roof pack of coal in a mine in the south of Kuzbass will officially increase the efficiency of seam development by reducing the specific volume of preparation and maintenance of development workings, reducing capital costs for preparing equipment and working faces, and reducing power consumption.

### Keywords

Very thick gently sloping seams, Subroofing, Interlayer members, Powered roof supports, Coal production.

### References

1. Kalinin S.I., Novoseltsev S.A., Galimardanov R.Kh., Renev A.A., Filimonov K.A., Timoshenko A.M. & Fedorovich A.P. Development of a thick coal seam by a mechanized complex with the release of a roofing unit. Kemerovo, 2011, 224 p. (In Russ.).

2. Project-specific technical specifications of a fully-mechanized face equipped for coal mining with discharge of the top coal to the goaf conveyor for developing thick flat-lying coal seam No. 21 in "Olzherasskaya-Novaya" Mine of the "Yuzhnyi Kuzbass" Coal Company. Novosibirsk: "Sibingorproject", "Mechel-Engineering" LLC, 2011, 298 p. (In Russ.).

3. Report on the research project "To conduct operational tests of the mining technology of seam No. 21 in conditions of the "Olzherasskaya-Novaya" Mine, a branch of the "Yuzhnyi Kuzbass" Coal Company, with discharge of the top coal". Prokopyevsk, 2010, 406 p. (In Russ.).

4. Kalinin S.I. & Kolmogorov V.M. Geomechanical support for effective excavation of thick shallow seams with a hard-to-break roof by mechanized complexes. Kemerovo, Kuzbassvuzizdat Publ., 2002, 113 p. (In Russ.).

### For citation

Razumov E.A., Venger V.G., Zelyaeva E.A., Pudov E.Yu. & Kalinin S.I. Experience in mechanized mining of thick gently sloping seams in Kuzbass coal mines and recommendations for mining very thick gently sloping seams. Part 2. Ugol', 2021, (7), pp. 4-8. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-4-8.

### Paper info

Received March 24, 2021

Reviewed April 30, 2021

Accepted May 17, 2021

УДК 622.333.004.942 © В.В. Зиновьев, И.С. Кузнецов, А.Н. Стародубов, 2021

# Исследование человеко-машинного управления автосамосвалами в составе экскаваторно-автомобильного комплекса с применением имитационного моделирования\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-9-12>

С применением имитационного моделирования исследовано влияние долей дистанционного и автоматического управления, количества операторов и управляемых ими автосамосвалов на производительность вскрышного забоя, степень использования операторов и простои автосамосвалов при человеко-машинном управлении на угольном разрезе. В экспериментах установлено наиболее эффективное сочетание количества операторов и автосамосвалов, автоматизированных и роботизированных на разных уровнях.

**Ключевые слова:** экскаваторно-автомобильный комплекс, угольный разрез, вскрышной забой, простои, автоматизация, роботизация, человеко-машинное управление, имитационное моделирование, вычислительный эксперимент.

**Для цитирования:** Зиновьев В.В., Кузнецов И.С., Стародубов А.Н. Исследование человеко-машинного управления автосамосвалами в составе экскаваторно-автомобильного комплекса с применением имитационного моделирования // Уголь. 2021. № 7. С. 9-12. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-9-12.

## ВВЕДЕНИЕ

При добыче угля открытым способом с использованием традиционных технологий люди вынуждены работать в загрязненной среде, шуме, пыли, вибрациях. Все это существенно осложняет присутствие и участие человека в технологических процессах и снижает эффективность угольного разреза. Поэтому основным направлением повышения безопасности горных работ и эффективности добычи в данных условиях являются разработка и внедрение безлюдных технологий на основе применения средств

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-90031 «Разработка специализированной компьютерной системы имитационного моделирования для исследования параметров безлюдной открыто-подземной геотехнологии».

## ЗИНОВЬЕВ В.В.

Канд. техн. наук, доцент,  
старший научный сотрудник  
ФИЦ УУХ СО РАН,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: zv150671@gmail.com

## КУЗНЕЦОВ И.С.

Аспирант ФИЦ УУХ СО РАН,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: is150794@mail.ru

## СТАРОДУБОВ А.Н.

Канд. техн. наук, доцент,  
старший научный сотрудник  
ФИЦ УУХ СО РАН,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: a.n.starodubov@gmail.com

автоматизации и роботизации на различных уровнях от дистанционного управления до полной роботизации, при которой горная машина на основе анализа информации самостоятельно принимает решения по выполнению той или иной операции. В настоящее время разработкой средств автоматизации и роботизации для управления автосамосвалами, экскаваторами, погрузчиками занимается ряд компаний: ООО «ВИСТ Групп» (входит в ГК «ЦИФРА»), «Remote control technologies (RCT)», «Cavotec», «Specto Remote», «Dynamic Automation Systems» (DAS), «Modular mining system», «Caterpillar», «Komatsu», ПАО «Камаз», «Inner Mongolia North Heavy Industries Group Co., Ltd» [1].

В зависимости от объема человеческого участия в процессе управления горными машинами развитие уровня автоматизации и роботизации можно представить в виде трех основных этапов: дистанционное управление (дубли-

рующее управление на безопасном для оператора удалении); комбинированное (управление машиной при выполнении наиболее сложных операций и работ, требующих творческого подхода, которое осуществляется оператором в режиме дистанционного управления, при этом рутинные операции осуществляются в автоматическом режиме); полностью роботизированное (позволяет использовать технику в полностью автономном режиме, под управлением программно-аппаратного комплекса, лишённого потребности в непосредственном участии оператора для выполнения операций технологического цикла. В настоящее время для ведения открытых горных работ наиболее отработаны решения по человеко-машинному управлению, где выполнение сложных операций, таких как установка автосамосвалов на погрузку/разгрузку, находится в ведении оператора в дистанционном режиме, а монотонный труд, сводящийся в основном к автономному движению автосамосвалов в порожнем/груженом состояниях по заданной траектории, отдан автоматике [2]. Разделение процесса управления горной машиной на дистанционно и автоматически управляемые операции позволяет одному оператору чередовать управление несколькими машинами: пока одна машина работает в автоматическом режиме, можно перейти к дистанционному управлению другой машиной. Такая идея была высказана еще в 1989 г. и с 1993 г. реализуется на практике [3].

При человеко-машинном управлении автосамосвалами, когда часть операций выполняется устройством управления, а другая часть – дистанционно оператором, возникают задачи по исследованию влияния долей дистанционного и автоматического управления, количества управляемых автосамосвалов и количества операторов на производительность забоя, степень загруженности операторов, а также простои автосамосвалов по причине ожидания операторов.

Проверка таких задач в реальных условиях угольного разреза требует крупных затрат, так как от их решения будут зависеть оснащение автосамосвалов средствами навигации, позиционирования, формирование алгоритмов дистанционного и автоматического управления, создание распределенной сети для обмена цифровой информацией в реальном времени. Поэтому для решения подобных

задач применяют математическое моделирование. Традиционные аналитические методы моделирования работы экскаваторно-автомобильного комплекса (ЭАК), как правило, не учитывают динамику и вероятностные значения длительности выполнения основных процессов, а основываются на усредненных или крайних значениях интервалов с применением ряда допущений [4]. Все это негативно влияет на адекватность модели и понижает точность и достоверность результатов экспериментов. Для отображения различных сложных систем в динамике с учетом случайных факторов, в том числе в горном деле, хорошо себя зарекомендовал подход с использованием теории массового обслуживания (ТМО) [5].

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОСАМОСВАЛАМИ В СОСТАВЕ ЭАК

Концептуальная модель системы «операторы – автосамосвалы» разработана в виде замкнутой системы массового обслуживания (СМО) (рис. 1).

В СМО поступающие заявки соответствуют автосамосвалам, используемым в ЭАК. Операторы представлены в виде многоканального устройства, в котором заявка задерживается на время выполнения соответствующего процесса при дистанционном управлении автосамосвалом от оператора. Если по прибытии заявки операторы заняты, она становится в очередь и ожидает обслуживания. После обслуживания у операторов каждая заявка задерживается на время автономного управления автосамосвалами  $T_1, T_2, \dots, T_F$ , по истечении которого снова поступает на обслуживание к операторам. При полной автоматизации и роботизации автосамосвалов (пятый уровень) время обслуживания заявок операторами равно нулю. Выходной поток представляет последовательность выполненных запросов на управление автосамосвалами. Каждый из автосамосвалов может находиться в одном из трех состояний: оператор дистанционно управляет процессом; автосамосвал выполняет процессы в автоматическом режиме; автосамосвал ожидает команду оператора. Выбор заявки на управление из очереди для обслуживания осуществляется по правилу FIFO (первый пришел – первый обслужен).

По результатам идентификации законов распределения выявлено, что процессы движения, установки автосамосвалов распределены по Гамма-закону, следовательно, не являются марковскими [5]. Несмотря на высокий уровень развития теории массового обслуживания, приближенные аналитические методы для моделирования таких процессов не всегда реализуемы и могут привести к чрезмерному объему вычислений и/или к высокому уровню погрешности. Поэтому для решения таких систем рекомендуется применять имитационное моделирование [6].

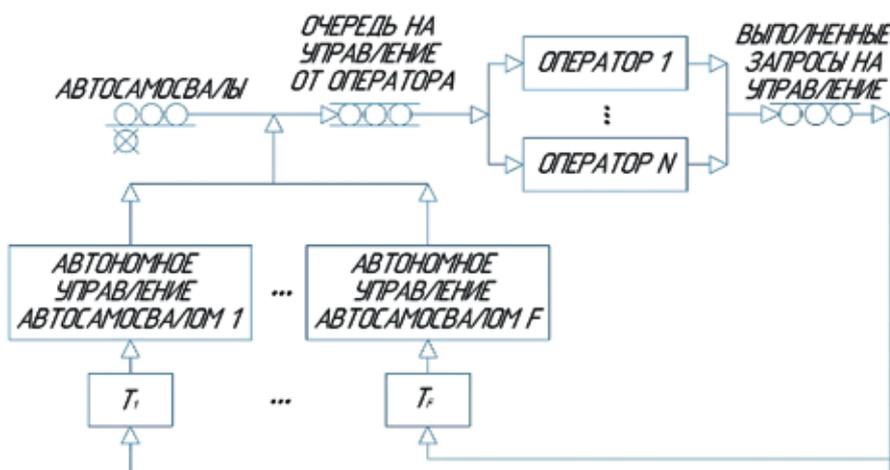


Рис. 1. Концептуальная модель системы «операторы – автосамосвалы» в виде СМО

Отображенная на *рис. 1* концептуальная модель реализована в среде имитационного моделирования GPSS-Studio [7]. Имитировалась работа одного ЭАК, работающего на ООО СП «Барзасское товарищество». Исследуемый ЭАК включает в себя один экскаватор марки ЭКГ-10 и четыре автосамосвала марки БелАЗ-7513. Использовалась тупиковая схема установки на погрузку. После погрузки автосамосвалы транспортируют вскрышную породу, двигаясь со средней скоростью 5,48 м/с на отвал. Дальность транспортировки – 2470 м. После разгрузки порожние автосамосвалы возвращаются обратно к экскаватору, двигаясь со средней скоростью 6,52 м/с. Плановые и внеплановые простои горных машин не учитывались. При дистанционном и автоматизированном управлении вместо БелАЗ-7513 в модельных экспериментах использовались БелАЗ-7513R [8]. Предполагалось, что при дистанционном управлении скорость движения автосамосвалов увеличивается в 1,25 раза, а при роботизированном – в 1,5 раза по сравнению с традиционным штатным управлением [1]. Также при дистанционном управлении длительность установки автосамосвалов на погрузку увеличивается в 1,78 раза, а на разгрузку – в 1,28 раза [9]. При автоматизированном и роботизированном управлении длительность этих процессов сокращаются в два раза [8].

При проведении имитационных экспериментов принята следующая схема уровней автоматизации и роботизации автосамосвалов (*см. таблицу*).

В экспериментах изменялось количество операторов от 1 до 5, количество автосамосвалов от 1 до 6 и уровень автоматизации и роботизации процессов – от 0 до 5. На выходе оценивались: производительность вскрышного забоя (т/сут.), степень загруженности оператора, среднее время ожидания автосамосвалами оператора (с), средний размер очереди заявок, ожидающих

**Уровни автоматизации и роботизации процессов, выполняемых автосамосвалами**

Уровень	Выполняемый процесс
0	-
1	Только груженный ход
2	Груженный и порожний ход
3	Груженный, порожний ход и установка на погрузку
4	Груженный, порожний ход, установка на погрузку и установка на разгрузку
5	Груженный, порожний ход, установка на погрузку, установка на разгрузку и разгрузка

оператора (шт.). Часть результатов исследований представлена на *рис. 2*.

Установлено, что введение второго оператора, управляющего автосамосвалами с нулевым уровнем автоматизации и роботизации даст прирост суточной производительности вскрышного забоя на 42%, а добавление третьего оператора увеличит производительность на 27%. При управлении автосамосвалами с первым уровнем автоматизации и роботизации прирост производительности составит 37% при добавлении второго оператора и 10% при добавлении третьего оператора. При дальнейшем повышении уровня автоматизации и роботизации максимальную производительность в 37356 т/сут. сможет обеспечить один оператор при степени его загруженности 36%, одновременно управляющий пятью автосамосвалами с автоматизированными и роботизированными процессами груженого/порожнего хода и установки на погрузку (третий уровень роботизации). Также в рассматриваемых условиях нецелесообразно увеличивать число автосамосвалов более чем на пять и повышать уровень их автоматизации и роботизации выше третьего, так как это не повысит производительность вскрышного забоя.

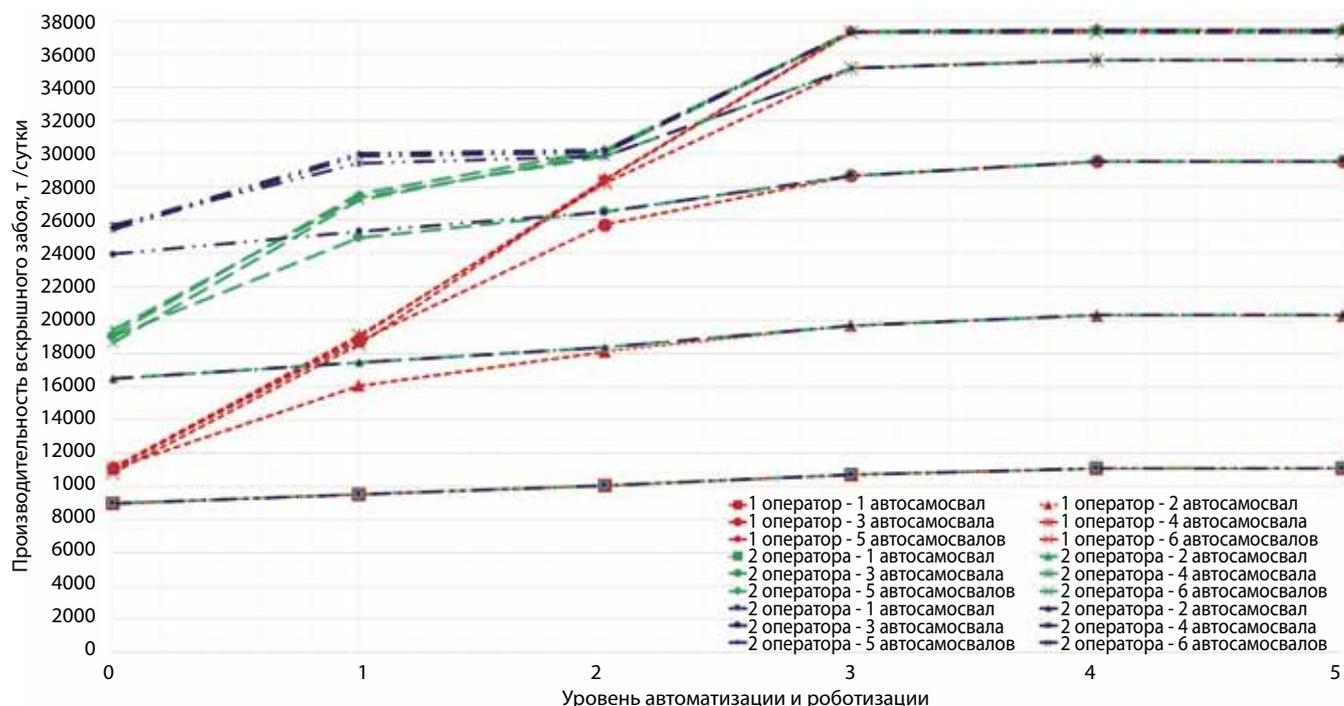


Рис. 2. Зависимость суточной производительности вскрышного забоя от уровня автоматизации и роботизации процессов, количества автосамосвалов и операторов

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование человеко-машинного управления автосамосвалами в составе ЭАК при помощи имитационного моделирования позволяет решать задачи по определению влияния долей дистанционного и автоматического управления, количества управляемых автосамосвалов и количества операторов на производительность забоев, степень загруженности экскаваторов и операторов, а также простои автосамосвалов, определять наиболее эффективное сочетание количества операторов и автосамосвалов, автоматизированных и роботизированных на различных уровнях.

## Список литературы

1. Журавлев А.Г. Тенденции развития транспортных систем карьеров с использованием роботизированных машин // Проблемы недропользования. 2014. № 3 (3). С. 164-175.
2. Клебанов Д.А. Разработка технико-технологических решений по созданию и применению роботизированных систем грузоперевозок: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2015. 21 с.

3. Коных В.Л., Тайлаков О.В. Предпроектный анализ шахтных робототехнических систем. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 1991. 182 с.

4. Стенин Д.В. Перспективы развития производства автономных тяжелых платформ для безлюдной добычи полезных ископаемых // Горное оборудование и электромеханика. 2019. № 6. С. 3-8.

5. Воронов А.Ю. Оптимизация эксплуатационной производительности экскаваторно-автомобильных комплексов разрезов: дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 2015. 195 с.

6. Задорожных В.Н. Методы аналитико-имитационного моделирования систем с очередями и стохастических сетей: автореф. дис. ... доктора техн. наук. СПб., 2011. 36 с.

7. Элина Компьютер. [Электронный ресурс]. URL: <http://elina-computer.ru/> (дата обращения: 15.06.2021).

8. Владимиров Д.Я. Обоснование параметров роботизированных горнотехнических систем в осложненных условиях открытой разработки месторождений полезных ископаемых: дис. ... канд. техн. наук. Магнитогорск, 2016. 195 с.

9. Зырянов И.В., Ильбульдин Д.Х., Кондратьев А.П. Параметры системы дистанционного управления горнотранспортным оборудованием в условиях Удачинского ГОКа // Горная промышленность. 2016. № 5. С. 49-51.

## Original Paper

UDC 622.333.004.942 © V.V. Sinoviev, I.S. Kuznetsov, A.N. Starodubov, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 9-12  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-9-12>

## Title

**STUDIES INTO MAN-MACHINE CONTROL OF DUMP TRUCKS AS PART OF EXCAVATOR-AND-TRUCK COMPLEX USING SIMULATION MODELING**

## Authors

Sinoviev V.V.<sup>1</sup>, Kuznetsov I.S.<sup>1</sup>, Starodubov A.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center of Coal and Coal-Chemistry of SB RAS, Kemerovo, 650000, Russian Federation

## Authors Information

**Sinoviev V.V.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher, e-mail: [zv150671@gmail.com](mailto:zv150671@gmail.com)

**Kuznetsov I.S.**, Graduate Student, e-mail: [is150794@mail.ru](mailto:is150794@mail.ru)

**Starodubov A.N.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher, e-mail: [a.n.starodubov@gmail.com](mailto:a.n.starodubov@gmail.com)

## Abstract

The impact of remote and automatic control shares, the number of operators and dump trucks controlled by these operators on the productivity of the stripping face, the degree of operators' utilization and downtime of dump trucks in conditions of man-machine control in a coal strip mine was investigated using simulation modeling. The most efficient combination of the number of operators and dump trucks with various degrees of automation and robotization has been experimentally established.

## Keywords

Excavator-and-truck complex, Open-pit coal mine, Stripping face, Downtime, Automation, Robotization, Man-machine control, Simulation modeling, Computational experiment.

## References

1. Zhuravlev A.G. Trends in development of open-pit transport systems using robotic equipment. *Problemy nedropol'zovaniya*, 2014, (3), pp. 164-175. (In Russ.).
2. Klebanov D.A. Development of technical and technological solutions for creation and implementation of robotic transportation systems. PhD (Engineering) diss. Moscow, 2015. 21 p. (In Russ.).
3. Konyukh V.L. & Tailakov O.V. Pre-project analysis of mine robotics systems. Novosibirsk, Nauka Publ., Siberian Branch, 1991, 182 p. (In Russ.).
4. Stenin D.V. Development prospects of heavy autonomous platforms for unmanned mining. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*, 2019, (6), p. 3-8. (In Russ.).

5. Voronov A.Yu. Optimization of operational performance of excavator-and-truck complexes in open-pit mines. PhD (Engineering) diss. Kemerovo, 2015, 195 p. (In Russ.).

6. Zadorozhnykh V.N. Methods of analytical and simulation modeling of queueing systems and stochastic networks. Dr. eng. sci. diss. St.Petersburg, 2011, 36 p. (In Russ.).

7. Elina Computer. [Electronic resource]. Available at: <http://elina-computer.ru/> (accessed 15.06.2021). (In Russ.).

8. Vladimirov D.Ya. Justification of parameters for robotic mining systems in complicated conditions of surface mining of mineral deposits. PhD (Engineering) diss. Magnitogorsk, 2016, 195 p. (In Russ.).

9. Zyryanov I.V., Ylbuldin D.Kh. & Kondratyuk A.P. Parameters of remote control system for mining transport equipment in conditions of Udachinskiy Mining and Processing Plant. *Gornaya promyshlennost'*, 2016, (5), pp. 49-51. (In Russ.).

## Acknowledgments

The research was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project No.19-37-90031 "Development of dedicated computer system of simulation modeling for studying parameters of unmanned surface and underground geotechnology".

## For citation

Sinoviev V.V., Kuznetsov I.S. & Starodubov A.N. Studies into man-machine control of dump trucks as part of excavator-and-truck complex using simulation modeling. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 9-12. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-9-12.

## Paper info

Received April 09, 2021

Reviewed May 27, 2021

Accepted June 15, 2021

# Приоритетные направления развития российского программного обеспечения для угольной промышленности

## Часть 2

(Окончание. Начало см. журнал «Уголь», № 6-2021, с. 18-22)

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-13-19>

Статья является продолжением статьи «Приоритетные направления развития российского программного обеспечения для угольной промышленности. Часть 1», в которой представлено обоснование внедрения отечественных программных продуктов с целью управления рисками, актуальными для угольной промышленности России. В данной части представлен анализ мировых и отечественных технологических трендов в угольной промышленности. Проведено исследование, по результатам которого Министерством энергетики РФ утвержден список направлений развития специализированного программного обеспечения для угольной отрасли. С помощью оценки направлений по экономическим и функциональным критериям в качестве приоритетных определены системы безлюдной выемки угля, имитационное моделирование горных работ, системы управления процессами обогащения угля, геологическое 3D-моделирование месторождения и планирование горных работ, а также программное обеспечение для расчета и проектирования буровзрывных работ. Результаты работы могут быть использованы специалистами компаний угольной промышленности и академическими институтами, занимающимися разработкой отечественного ПО для нужд отрасли.

**Ключевые слова:** специализированное программное обеспечение, технологическое развитие, цифровизация, импортозамещение, приоритетные направления.

**Для цитирования:** Жданеев О.В., Оленева О.Н. Приоритетные направления развития российского программного обеспечения для угольной промышленности. Часть 2 // Уголь. 2021. № 7. С. 13-19. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-13-19.

### ВВЕДЕНИЕ

Основными задачами развития отечественного специализированного программного обеспечения в угольной промышленности являются: снижение зависимости от импортных технологий, управление рисками, связанными с недостатком финансирования при приобретении и об-

### ЖДАНЕЕВ О.В.

Канд. физ.-мат. наук,  
руководитель Центра компетенций  
технологического развития ТЭК  
ФГБУ «Российское энергетическое агентство»  
Министерства энергетики Российской Федерации,  
129085, г. Москва, Россия,  
e-mail: Zhdaneev@rosenergo.gov.ru

### ОЛЕНЕВА О.Н.

Директор проекта департамента отраслевых технологий  
Центра компетенций технологического развития ТЭК  
ФГБУ «Российское энергетическое агентство»  
Министерства энергетики Российской Федерации,  
129085, г. Москва, Россия,  
e-mail: Oleneva@rosenergo.gov.ru

новлении зарубежного программного обеспечения, а также увеличение доли рынка отечественного товара в стоимостном выражении. Для решения этих задач необходимо проанализировать мировые и отечественные технологические тренды, составить список всех направлений специализированного программного обеспечения (ПО) для угольной отрасли и разработать систему оценки приоритетности внедрения направления в России.

### МИРОВОЙ РЫНОК И ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В мировой горнодобывающей отрасли ожидается, что применение цифровых технологий позволит снизить затраты на 17% до 2025 г. [1].

Снижение затрат и рисков, более точное планирование горных работ, внедрение инноваций, позволяющих улучшить и обезопасить тяжелые условия труда, могут быть

достигнуты благодаря нескольким направлениям развития технологий:

1. Сбор и классификация больших массивов данных. Современные угольные компании оснащают объекты датчиками, которые генерируют большие потоки данных. Например, уже в 2015 г. отрасль в день собирала большее количество данных, чем существовало в 2003 г. Для использования, хранения и контроля качества такого объема информации необходимы специализированные инструменты. Для угледобывающих компаний создаются динамические информационные платформы на основе технологии Интернета вещей [2]. Платформы направлены на решение различных задач потенциальных пользователей за счет объединения четырех подсистем, включая системы сбора, передачи, анализа и использования. Такие платформы могут отслеживать и записывать данные об условиях работы систем добычи угольных шахт, а также информацию о местонахождении подземного оборудования и сотрудников. На основе методов облачных вычислений можно быстро проанализировать большие данные, связанные с добычей угля, и точно извлечь важную информацию, необходимую конкретному пользователю [3]. Для подземной добычи платформа состоит из трехмерной виртуальной шахты, системы проверки безопасности и аварийно-спасательной системы. Благодаря установленной платформе возможности пользователей по обнаружению опасностей и последующему принятию решений могут быть значительно расширены для обеспечения безопасности подземных горных работ [4];

2. Искусственный интеллект. С помощью внедрения инновационных технологий становится возможной обработка больших массивов данных. Для геологического моделирования, планирования горных работ и техобслуживания в угольной промышленности применяются статистические алгоритмы. Такие методы способствуют повышению показателей разведки и поиска запасов, а также более точному определению целевых параметров выработки;

3. Автоматизация и роботизация производства. Наиболее значительный прогресс в угольной отрасли в ближайшие 20 лет будет в автоматизации процессов и для открытых, и для подземных выработок. Согласно исследованию Grand View Research, Inc., на текущий момент рынок автоматизации угольной промышленности занимает 32% (1,4 млрд дол. США) всего мирового рынка автоматизации горных работ. Использование роботизированных самосвалов позволяет увеличить срок службы оборудования на 15% и снизить расход топлива и затраты на техническое обслуживание на 10% [5]. Роботизация буровзрывных работ на текущий момент менее распространена, но крупные горнодобывающие компании постепенно начинают внедрение роботов буровзрывных станков. Компания Rio Tinto Group использует 20 автономных буровых систем на рудниках в Пилбаре. Эта технология позволяет удаленному оператору с единой консоли управлять четырьмя автономными буровыми установками одновременно [6]. Компания BHP Billiton опробовала технологию автоматизированного бурения на руднике Янди в Пилбаре. Установка способна работать в течение 11,5 ч из 12-часовой смены по сравнению с 8,5 ч работы человека-оператора, при этом для наблюдения за тремя установками требуется один че-

ловек. Компания сообщила об улучшении показателей бурения за счет оптимизации на 20% [6];

4. Предиктивная аналитика. Горнорудные компании контролируют параметры работы в реальном времени и собирают данные с массы различных датчиков с буровых установок, карьерных самосвалов, перерабатывающих предприятий и грузовых составов. Использование этой информации для оценки вероятности отказов конкретных узлов и проведение ремонтов «по состоянию» позволяют снизить расходы на техническое обслуживание по сравнению с плановыми ремонтами. Для более точного определения причин отказов используются алгоритмы кластеризации (разделение самосвалов на группы в зависимости от особенностей использования). В результате внедрения данных алгоритмов экономия ремонтных затрат составляет 12%, эксплуатационная готовность техники повышается на 5% [7];

5. «Мобильный сотрудник». Расширяется сфера применения носимых устройств, таких как средства индивидуальной защиты сотрудников с датчиками, передающими информацию об окружающих условиях и физическом состоянии сотрудника. «Умные очки» подают инструкции персоналу и, таким образом, помогают повысить производительность труда;

6. Интеграция различных программных продуктов на единую программную платформу [8]. Процесс разработки месторождений представляет собой последовательность работ от разведки до планирования и проведения, в которой различные подразделения компании используют различные источники данных. Для получения более точного представления о запасах угледобывающие компании объединяют данные моделей и информацию, поступающую в режиме реального времени [9]. Один из лидеров в горнодобывающей отрасли, компания Vale S.A. (Бразилия), создал интегрированный операционный центр на шахте Агус Кларас, агрегирующий потоки данных производственных операций. Такая структура позволяет получить комплексное представление о руднике, железных дорогах и портах до конечного пункта назначения, чтобы процесс принятия решений был более эффективным и был сосредоточен на оптимизации процессов и производительности активов. Компания прогнозирует потенциальную годовую прибыль более 600 млн дол. США [10].

## ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ В РОССИЙСКОЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Российская угольная отрасль работает в условиях рыночной экономики, при этом около трети общего объема инвестиций в проекты формируется за счет привлеченных средств [11].

С целью определения цифровой зрелости предприятий угольной промышленности Министерство энергетики РФ совместно с ЦКТР ТЭК [12] провело опрос компаний. В опросе приняли участие 30 компаний угольной промышленности с суммарной годовой добычей более 80% от общей добычи угля в России. На текущий момент достигнуты следующие показатели цифровой трансформации отрасли:

Сбор и классификация больших массивов данных. Согласно результатам опроса, половина угольных компа-

ний в России собирают производственные данные в едином хранилище, для пространственных данных единое хранилище внедрено в 10% компаний;

Искусственный интеллект. На текущий момент в работе с пространственными данными машинное обучение внедрено только в 8% отечественных компаний. Также машинное обучение используется для задач промышленной безопасности – подобные решения внедрены в 15% компаний;

Предиктивная аналитика. Прогнозирование отказов оборудования находится на начальной стадии в угольной отрасли России, предиктивная аналитика на текущий момент внедрена в 5% компаний и планируется к внедрению в 12% компаний;

«Мобильный сотрудник». СИЗ с датчиками, передающими данные о физическом состоянии сотрудника и окружающих условиях, используются в 40% угольных компаний. На текущий момент в большинстве случаев используются устройства для позиционирования персонала, их внедрило 45% предприятий. Носимые устройства для контроля состояния здоровья планируются к внедрению в 18% отечественных угольных компаний;

Автоматизация и роботизация. Результаты опроса показывают, что отечественные компании на текущий момент довольно активно используют беспилотные летательные аппараты для целей маркшейдерии и картографии (согласно результатам опроса – 30% компаний), а также для охраны территорий (12% компаний), но возможности дронов для задач ТОиР пока еще недостаточно изучены – только два предприятия планируют внедрение таких технологий. Роботизированный и дистанционно управляемый транспорт пока не очень активно используется в горнодобывающей отрасли (исключение составляют добычные и проходческие комбайны). Но несколько компаний уже запланировали закупку роботов-помощников для самосвалов.

Примером применения роботизированных самосвалов является проект, выполненный компаниями АО «СУЭК» и ГК «Цифра» на разрезе «Черногорский» в 2018–2020 гг. Количество рейсов за смену, выполняемых роботизированными самосвалами, на 20% выше, чем при управлении самосвалом человеком, при этом подтверждено снижение удельного расхода ГСМ на 13%;

Интеграция различных программных продуктов на единую программную платформу. Заметная доля компаний успешно осуществила интеграцию различных КИС (ERP, HR, EAM, SCM) с MES-системами и с АСУ ТП. При этом основной упор сделан на передачу данных о фактических объемах добычи (55% компаний), сообщениях о поломках и простоях оборудования (30% компаний), а также показателях, необходимых для расчета выплат персоналу (37% компаний). Следует отметить высокий уровень заинтересованности компаний в дальнейшей интеграции для комплексного учета движения горной массы по складам. Один из примеров подобной оптимизации производства показал, что средний показатель выработки вырос на 3–4% в течение трех месяцев.

### КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЦКТР ТЭК Минэнерго России [13] в 2020 г. провел опрос предприятий угольной промышленности с целью выявления зависимости от импорта и определения потребности в разработках отечественного специализированного программного обеспечения. В опросе участвовали 12 крупнейших отраслевых компаний, а также была проанализирована информация из открытых источников. Таким образом, выделено 33 направления специализированного ПО (см. рисунок), некоторые из которых объеди-

#### Программное обеспечение (ПО) Уголь

ГРП и геологическое моделирование	планирование работ	офис	проведение работ	обогащение
ПО для поиска и разведки месторождений	ПО для планирования и проектирования открытых рудников и подземных выработок	ПО для автоматизации нарядной системы предприятия с применением ЭЦП	ПО для интегрированных систем мониторинга состояния горного массива	ПО систем управления процессами обогащения угля
ПО для оценки запасов	ПО для условного моделирования	ПО для проведения специальной оценки условий труда СОУТ	ПАК для оперативного мониторинга технического состояния и диспетчеризации оборудования	
модуль для каркасного моделирования	ПО для оптимизации карьера	ПО для автоматизации контроля компетентности персонала, тестирования персонала, проведения обучения	ПО для расчета и проектирования буровзрывных работ	
для стратиграфического моделирования	ПО для имитационного моделирования горных работ («Цифровой двойник» горных работ)		ПАК для систем безлюдной выемки угля	
ПО для расчета результатов съемки (импорта маркшейдерских данных)	ПО для расчета параметров воздушных ударных волн и зон поражения при взрывах газа		ПО для систем аэрогазового контроля в угольных шахтах	
	ПО для расчета необходимого количества воздуха для проветривания забоев		ПО для управления горным производством и парком техники	
	ПО для расчета и анализа водораспределения в подземном трубопроводе		ПО для автоматизации системы промышленной безопасности	
	Программный комплекс для задач проветривания и противоаварийной устойчивости горных предприятий		ПО для автоматизации системы производственного контроля и расчета рисков	
	ПО для финансового моделирования и бюджетирования горных работ		ПО для автоматизации проведения предсменных мед. осмотров	
	ПО для календарного планирования		ПО для автоматизации систем охраны труда	
			ПО для реализации системы позиционирования персонала	
			ПО для реализации системы предупреждения столкновений	
			ПО для автоматизации ТОиР	

Ключевые направления специализированного программного обеспечения для угольной промышленности

нены компаниями-разработчиками в интегрированные комплексные программные пакеты.

Для выбора приоритетных направлений специализированного ПО были использованы критерии, относящиеся к трем группам, отражающим выгоду от разработки и внедрения отечественных продуктов как для российских компаний-разработчиков ПО, так и для самих угольных предприятий:

– критерии ИТ-рынка: объем рынка, доля импорта, темп роста, возможности для экспорта решений, доля компаний, использующих данное направление;

– функциональные критерии: оценка существующих отечественных аналогов (критичность отказа от зарубежного ПО);

– экономические критерии: срок окупаемости, снижение затрат предприятий.

Каждое направление было оценено по восьми критериям. Для определения итогового рейтинга показатели нормированы делением на максимальный показатель по критерию в единые единицы измерения – коэффициенты от 0 до 1.

Объем отечественного рынка направления программного обеспечения:

$$K_{op\ i} = \frac{(\text{Объем отечественного рынка}_i, \text{ млн руб.})}{\max_i(\text{Объем отечественного рынка}_i, \text{ млн руб.})}$$

Темп роста сегмента рынка – данный критерий позволяет учесть приоритетность развивающихся инновационных технологий, объем рынка, по которым на текущий момент имеет небольшое значение:

$$K_{tr\ i} = \frac{(\text{Темп роста}_i, \%) }{\max_i(\text{Темп роста}_i, \%)}$$

Доля зарубежного программного обеспечения – показывает, какой процент рынка не освоен отечественными разработчиками на текущий момент:

$$K_{di\ i} = \frac{(\text{Доля импорта}_i, \%) }{\max_i(\text{Доля импорта}_i, \%)}$$

Возможности для экспорта – потенциальный объем глобального рынка программного обеспечения в случае разработки и импорта программных решений по данному направлению:

$$K_{tr\ i} = \frac{(\text{Потенциальный объем рынка}_i, \text{ млн руб.})}{\max_i(\text{Потенциальный объем рынка}_i, \text{ млн руб.})}$$

Срок окупаемости – помогает оценить заинтересованность ИТ-компаний в разработке проектов по данному направлению. Поскольку с ростом показателя приоритетность направления возрастает, необходимо оценивать величину, обратную показателю:

$$K_{co\ i} = \frac{1 / (\text{Срок окупаемости}_i, \text{ лет})}{\max_i(1 / \text{Срок окупаемости}_i, \text{ лет})}$$

Экономический эффект для предприятия – критерий, показывающий общий эффект: снижение затрат предприятия, рост прибыли:

$$K_{э\ i} = \frac{(\text{Экономический эффект}_i)}{\max_i(\text{Экономический эффект}_i, \text{ лет})}$$

Критичность направления – оценивается согласно результатам опроса предприятий по функциональности существующих отечественных аналогов по пятибалльной шкале (способность заменить импортные продукты отечественными), где 1 – отечественные решения на текущий момент способны заменить зарубежные в случае полного отказа от последних, 5 – на текущий момент отечественные решения не могут в полной мере заменить зарубежные,  $K_{кн}$ :

$$K_{кн\ i} = \frac{(\text{Критичность направления}_i, \%) }{\max_i(\text{Критичность направления}_i, \%)}$$

Доля предприятий РФ, использующих направление ПО, – данный показатель не должен иметь большой вес в итоговом рейтинге, поскольку все направления должны использоваться компаниями для достижения максимальной эффективности:

$$K_{дп\ i} = \frac{(\text{Доля предприятий}_i, \%) }{\max_i(\text{Доля предприятий}_i, \%)}$$

Итоговый рейтинг приоритетности разработки и внедрения соответствующей категории специализированного программного обеспечения представляет собой сумму показателей с весовыми коэффициентами:

$$K_{итог} = B_{op} K_{op} + B_{tr} K_{tr} + B_{ди} K_{ди} + B_{гр} K_{гр} + B_{co} K_{co} + B_{э} K_{э} + B_{кн} K_{кн} + B_{дп} K_{дп},$$

где  $B_{op}, B_{tr}, B_{ди}, B_{гр}, B_{co}, B_{э}, B_{кн}, B_{дп}$  – весовые коэффициенты

для каждого показателя и  $\sum B_i = 1$

Весовые коэффициенты определены методом ранжирования (иерархии) критериев (модифицированный метод Саати). Экспертам было предложено провести попарное сравнение критериев. Суждению эксперта приписывается один из пяти возможных кодов: 1/5, 1/3, 1, 3 или 5, где 5 – это сильное превосходство критерия, расположенного в таблице по вертикали, 3 – превосходство, 1 – равенство критериев, а 1/3 и 1/5, соответственно, показывают отставание и сильное отставание критерия. Результат представляется обратно пропорциональной матрицей **A** (при сравнении факторов  $i$  и  $j$ ,  $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ ), собственный вектор ко-

торой является вектором приоритетов критериев, то есть показывает значения их весов при определении рейтинга направления. В данном случае собственный вектор матрицы определяется вычислением среднего геометрического каждой строки. Далее весовые коэффициенты, полученные по таблицам различных экспертов, усреднены и получены итоговые весовые коэффициенты.

Таким образом, наибольший вес имеет потенциальный экономический эффект для предприятия при внедрении программного обеспечения. Также большими весами обладают темп роста сегмента рынка, показывающий важность внедрения инновационных цифровых технологий, и доля импорта, которую необходимо уменьшать при развитии собственных программных решений и для достижения технологической независимости:

– вес объема отечественного рынка  $B_{op} = 0,12$ ;

- вес темпа роста сегмента рынка  $B_{тр} = 0,17$ ;
- вес доли зарубежного программного обеспечения  $B_{дн} = 0,13$ ;
- вес потенциального объема глобального рынка  $B_{гр} = 0,09$ ;
- вес срока окупаемости  $B_{со} = 0,07$ ;
- вес экономического эффекта  $B_{э} = 0,28$ ;
- вес критичности направления  $B_{кн} = 0,09$ ;
- вес доли предприятий, использующих направление  $B_{дп} = 0,04$ .

В результате анализа собранной информации с использованием описанной выше методологии были определены следующие приоритетные направления развития российского специализированного программного обеспечения:

**Программное обеспечение для систем безлюдной выемки угля.** На текущий момент данное направление только развивается, поэтому решающим критерием, по которому оно выбрано приоритетным, является темп роста рынка, который оценивается в 100% в год. На текущий момент в России внедрен один проект по безлюдной выемке угля, в основе которого совместная разработка АО «СУЭК-Кузбасс» и немецких компаний Marco Systemanalyse und Entwicklung GmbH и Eickhoff Gruppe. Среди отечественных компаний компетенциями и наработками по этому направлению обладает компания ГК «Цифра». Для успешного внедрения технологии необходимы изменения в законодательстве, регулирующем совместную работу человека и роботизированной техники;

**Программное обеспечение для имитационного моделирования горных работ («цифровой двойник» горных работ).** Критерием, наиболее влияющим на выбор данного направления, также является темп роста рынка – 100% в год. Для развития направления необходимы сбор и хранение потоков данных, внедрение облачных технологий (на текущий момент 25% компаний используют корпоративное облако, 11% начали процесс внедрения).

Проектами создания «цифрового двойника» горных работ занимается НОЦ «Кузбасс». Платформа, а также комплекс программных средств, позволяющих осуществить цифровизацию производства, обеспечив единую систему хранения и управления данными, созданы в ГК «Цифра» («Zyfra Industrial IoT Platform»);

**Программное обеспечение систем управления процессами обогащения угля.** По данному направлению большое значение при определении итогового рейтинга приоритетности имеют такие критерии, как доля импорта и критичность направления (то есть оценка функциональности отечественного ПО). Цифровизация данного направления и интеграция различных программных продуктов на единую платформу формируют комплекс «интеллектуальная обогатительная фабрика». Компетенциями развития и внедрения ПО обладают отечественные компании, производящие SCADA-системы, а также компания ООО «ИНДАСОФТ», разрабатывающая программные продукты в области обогащения и переработки;

**Программное обеспечение для создания геологической 3D-модели месторождения и планирования горных работ.** Данное направление характеризуется высокой зависимостью от импорта – 90%. Полноценное ПО должно включать в себя несколько модулей, но на те-

кущий момент в большинстве компаний угольной промышленности существующие решения не интегрированы на единую платформу, в большинстве случаев компании используют Autocad и отдельные модули импортных программных продуктов, рассчитанных на моделирование полного цикла разведки и выработки угля. Планирование и оптимизация горных работ с применением трехмерного моделирования в специализированных программных пакетах на текущий момент осуществляются только в 25% компаний. Для создания конкурентоспособного ПО отечественным компаниям-разработчикам необходимо создать следующие программные продукты:

- программное обеспечение для поиска, разведки, оценки запасов и геологического моделирования;
- программное обеспечение для планирования горных работ;
- программное обеспечение для проектирования горных работ;
- программное обеспечение для расчета результатов съемки используется для импорта маркшейдерских данных, обеспечивая условия для расчета объектов, собранных в результате съемки.

Поскольку в большинстве компаний (70% согласно опросу) уже внедрены модели дневной поверхности, наибольший потенциал для внедрения имеет модель расчета качественных показателей в виде блочной модели;

**Программное обеспечение для расчета и проектирования буровзрывных работ.** Буровзрывные работы характеризуются большим объемом ручного труда, повышенными требованиями к обеспечению безопасности сотрудников и требуют хорошо организованного информационного взаимодействия всех участников: геологов, маркшейдеров, буровиков и взрывников. На текущий момент большинство компаний используют ПО на базе Autocad (почти 70%) для проектирования сетки скважин, при этом, например, система контроля установки зарядов в скважину автоматизирована только в 10% компаний. Для расчета параметров воздушных ударных волн и зон поражения при взрывах газа в горных выработках угольной шахты отечественные компании используют ПО «Ударная волна» компании «ШахтЭксперт системы». Для повышения производительности взрывных работ необходим охват процесса от моделирования взрыва до измерений и анализа после завершения работ.

## МИРОВОЙ РЫНОК И ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Список направлений развития специализированного программного обеспечения для угольной отрасли, составленный совместно с отраслевым сообществом, утвержден Министерством энергетики Протоколом № ПС-16/1рг совещания рабочей группы при Совете по цифровой трансформации ТЭК 11.03.2020. Согласно результатам анализа отраслевого опроса и проведенной оценки направлений по экономическим и функциональным критериям, в первую очередь необходимо развитие отечественного ПО по наиболее перспективным направлениям: безлюдная выемка угля, имитационное моделирование, управление процессами обогащения, геологическое 3D-моделирование и

планирование горных работ, а также расчет и проектирование буровзрывных работ. Разработка и внедрение данных программных продуктов позволят обеспечить рост рынка ПО в угольной отрасли на 28 млрд руб. до 2025 г. и снизить долю импорта до 30%.

По данным направления следующим шагом будут являться мероприятия по разработке отраслевых технических требований и технических заданий, определению кластера компаний-разработчиков, имеющих компетенции по созданию отечественных продуктов, формированию дорожных карт проектов разработки каждого направления, а также по разработке методики испытаний и созданию испытательных центров. Исполнителями данных мероприятий будут являться разработчики ПО, научные организации и предприятия угольной промышленности при поддержке Министерства энергетики РФ и ГРБС.

### Список литературы

1. Жолмагамбетов Т. Цифровизация производства – следующий этап повышения производительности горнодобывающей промышленности // Горно-металлургическая промышленность. 2018. № 2. С. 44–45.
2. Online map service technology and application of coal geological cloud // K. Yang, L. Mia, Z. Duan et al. // International Journal of Coal Science & Technology. 2020. Vol. 7(4). P. 1674–1803.
3. Mao S. Development of coal geological information technologies in China // International Journal of Coal Science & Technology. 2020. Vol. 7. P. 320–328. DOI: 10.1007/s40789-020-00340-1.
4. A dynamic information platform for underground coal mine safety based on internet of things / Y. Wu, M. Chen, K. Wang et al. // Safety Science. 2019. Vol. 113. P. 9–18.
5. Construction week. Global mining giants pick autonomous trucks to cut costs. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.constructionweekonline.com/products-services/169830-](https://www.constructionweekonline.com/products-services/169830-autonomous-trucks-vehicles-and-machines-show-benefits-for-worlds-largest-mining-companies%23)

[autonomous-trucks-vehicles-and-machines-show-benefits-for-worlds-largest-mining-companies%23](https://www.constructionweekonline.com/products-services/169830-autonomous-trucks-vehicles-and-machines-show-benefits-for-worlds-largest-mining-companies%23) (дата обращения: 15.06.2021).

6. Mining technology analysis. Mining robots: Rio Tinto doubles down on autonomous drilling. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mining-technology.com/features/mining-robots-rio-tinto-doubles-autonomous-drilling/> (дата обращения: 15.06.2021).

7. Fekete J.A. Big data in mining operation. Master's thesis. Copenhagen Business School, 2015. [Электронный ресурс]. URL: [https://research-api.cbs.dk/ws/portalfiles/portal/58415524/jonatan\\_adam\\_fekete.pdf](https://research-api.cbs.dk/ws/portalfiles/portal/58415524/jonatan_adam_fekete.pdf) (дата обращения: 15.06.2021).

8. Gao H. Coal Mine Geology Digitization Management System Development / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 565. DOI: 10.1088/1755-1315/565/1/012021.

9. System design and key technology of transparent mine management control platform // S. Mao, J. Cui, J. Linghu et al. // Journal of the China Coal Society. 2018. Vol. 3(12).

10. Vale deploys the Integrated Operations Center in Minas Gerais. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vale.com/brasil/EN/aboutvale/news/Pages/vale-implanta-centro-operacoes-integradas-minas-gerais1107-1466.aspx> (дата обращения: 15.06.2021).

11. Поленов Д.Ю. Анализ и прогноз конъюнктуры рынка угля // Российский экономический интернет-журнал. 2016. № 1. С. 29.

12. Жданев О.В. Центр компетенций технологического развития ТЭК Российского энергетического агентства Минэнерго России // Нефтяное хозяйство. 2020. № 8. С. 11.

13. Власюк Л.И., Сиземов Д.Н., Дмитриева О.В. Стратегические приоритеты цифровой трансформации угольной отрасли // Экономика в промышленности. 2020. Т. 13. № 3. С. 328–338.

Original Paper

UDC 681.3.06:622.33 © O.V. Zhdaneev, O.N. Oleneva, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 13-19  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-13-19>

**Title**  
**PRIORITY TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF RUSSIAN SOFTWARE FOR THE COAL INDUSTRY. Part 2**

(Continued. For the beginning, see Ugol', 2021, No. 6, pp. 18-22)

### Authors

Zhdaneev O.V.<sup>1</sup>, Oleneva O.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FSBO "Russian Energy Agency" (REA) by the Ministry of Energy of the Russian Federation, Moscow, 129085, Russian Federation

### Authors Information

**Zhdaneev O.V.**, к PhD (Physical and Mathematical), Head of Competence Center for Technology Development of Fuel & Energy Sector, e-mail: [Zhdaneev@rosenergo.gov.ru](mailto:Zhdaneev@rosenergo.gov.ru)

**Oleneva O.N.**, Project Director of Industry Technology department of Competence Center for Technology Development of Fuel & Energy Sector, e-mail: [Oleneva@rosenergo.gov.ru](mailto:Oleneva@rosenergo.gov.ru)

### Abstract

This paper is a follow-up to the paper entitled "Priority trends in development of Russian software for coal industry. Part 1", which presents a justification for the introduction of Russian software products in order to manage the risks relevant

to the coal industry in the Russian Federation. This part features an analysis of global and domestic technological trends in the coal industry. A study was carried out, based on the results of which the Ministry of Energy of the Russian Federation approved the list of areas for the development of dedicated software for the coal industry. By assessing the directions according to economic and functional criteria, the systems of manless coal mining, simulation modeling of mining operations, control systems of coal preparation processes, geological 3D-modeling of the deposit and planning of mining operations, as well as software for calculation and design of drilling and blasting operations were identified as priorities. The results of this research can be used by specialists of coal mining companies and academic institutes involved in the development of domestic software for the needs of the industry.

ECONOMIC OF MINING

**Keywords**

Dedicated software, Technological development, Support measures, Import substitution, Risks, Digital economy, Localization.

**References**

1. Zholmagambetov T. Digitalization of production: the next stage to increase productivity in mining industry. *Gorno-metallurgicheskaya promyshlennost'*, 2018, (2), pp. 44-45. (In Russ.).
2. Yang K., Mia L., Duan Z. et al. Online map service technology and application of coal geological cloud. *International Journal of Coal Science & Technology*, 2020, Vol. 7(4), pp. 1674-1803.
3. Mao S. Development of coal geological information technologies in China. *International Journal of Coal Science & Technology*, 2020, (7), pp. 320-328. DOI: 10.1007/s40789-020-00340-1.
4. Wua Y., Chenb M., Wangb K. et al. A dynamic information platform for underground coal mine safety based on internet of things. *Safety Science*, 2019, (113), pp. 9-18.
5. Construction week. Global mining giants pick autonomous trucks to cut costs. [Electronic resource]. Available at: <https://www.constructionweekonline.com/products-services/169830-autonomous-trucks-vehicles-and-machines-show-benefits-for-worlds-largest-mining-companies%23> (accessed 15.06.2021).
6. Mining technology analysis. Mining robots: Rio Tinto doubles down on autonomous drilling. [Electronic resource]. Available at: <https://www.mining-technology.com/features/mining-robots-rio-tinto-doubles-autonomous-drilling/> (accessed 15.06.2021).
7. Fekete J.A. Big data in mining operation. Master's thesis. Copenhagen Business School, 2015. [Electronic resource]. Available at: [https://research-api.cbs.dk/ws/portalfiles/portal/58415524/jonatan\\_adam\\_fekete.pdf](https://research-api.cbs.dk/ws/portalfiles/portal/58415524/jonatan_adam_fekete.pdf) (accessed 15.06.2021).

8. Gao H. Coal Mine Geology Digitization Management System Development. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, (565). DOI: 10.1088/1755-1315/565/1/012021.
9. Mao S., Cui J., Linghu J. et al. System design and key technology of transparent mine management control platform. *Journal of the China Coal Society*, 2018, Vol. 3(12).
10. Vale deploys the Integrated Operations Center in Minas Gerais. [Electronic resource]. Available at: <http://www.vale.com/brasil/EN/aboutvale/news/Pages/vale-implanta-centro-operacoes-integradas-minas-gerais1107-1466.aspx> (accessed 15.06.2021).
11. Polenov D.Yu. Analysis and forecast of coal market conditions. *Rossiyskiy ekonomicheskiy Internet-zhurnal*, 2016, (1), p. 29. (In Russ.).
12. Zhdaneev O.V. Competence Center for technological development of the Fuel and Energy Complex of the Russian Energy Agency of the Ministry of Energy of Russian Federation. *Neftyanoe khozyaistvo*, 2020, (8), p. 11. (In Russ.).
13. Vlasyuk L.I., Sizemov D.N. & Dmitrieva O.V. Strategic priorities in digital transformation of the coal industry. *Ekonomika v promyshlennosti*, 2020, Vol. 13(3), pp. 328-338. (In Russ.).

**For citation**

Zhdaneev O.V. & Oleneva O.N. Priority trends in the development of Russian software for the coal industry. Part 2. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 13-19. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-13-19.

**Paper info**

Received March 24, 2021

Reviewed April 23, 2021

Accepted May 17, 2021

## «Разрез Распадский» добыл миллион тонн угля с начала года

За 5 мес. 2021 г. коллектив «Разреза Распадский» добыл 1 млн т угля марки ГЖ. С трудовым достижением горняков поздравили руководители ООО «Распадская угольная компания» (РУК, управляет угольными активами ЕВРАЗа).

Коллектив предприятия поставил перед собой твердую цель – добыть в 2021 г. 3,5 млн т угля вместо планируемых 3 млн т. Для этого вводят дополнительную технику из арсенала разреза. Один экскаватор уже в работе, другой запустят в середине июля.

Уголь марки ГЖ востребован на рынке. Перед «Разрезом Распадский» стоит задача в ближайшие годы выйти на уровень добычи 4,5 млн т в год.

«В рамках инвестиционной программы реализуется техническое перевооружение предприятия. Заказали первый электрический экскаватор, который поступит в сентябре следующего года вместе с шестью новыми самосвалами. Эта машина по производительности более эффективна, чем те, которые есть сейчас. Обновление горной и вспомогательной техники продолжится», – рассказывает **Андрей Давыдов**, вице-президент ЕВРАЗа, руководитель дивизиона «Уголь», генеральный директор ООО «Распадская угольная компания».

«Разрез Распадский» находится под управлением РУК, его угольные запасы составляют более 100 млн т. Уголь марки ГЖ отправляется потребителям на Дальний Восток.

РЕКЛАМА

НПП ЗАВОД МДУ

ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ЗАВОД МОДУЛЬНЫХ  
ДЕГАЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК»

**ОБОРУДОВАНИЕ  
ДЛЯ ДЕГАЗАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ  
МЕТАНА**

**МЕТАН ПОД КОНТРОЛЕМ!**

РОССИЯ  
Г. НОВОКУЗНЕЦК  
ШОССЕ СЕВЕРНОЕ, 8

WWW.ZAVODMDU.RU  
INFO@ZAVODMDU.RU  
ТЕЛ.: +7 (3843) 991-991

# Комплексная оценка устойчивого развития горно-металлургических холдингов: проблемы и механизмы их разрешения<sup>\*,\*\*</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-20-24>

## САМАРИНА В.П.

Старший научный сотрудник  
Института экономических проблем им. Г.П. Лузина  
ФИЦ «КНЦ РАН»,  
184209, г. Апатиты, Россия,  
e-mail: samarina\_vp@mail.ru

## СКУФЫНА Т.П.

Главный научный сотрудник  
Института экономических проблем им. Г.П. Лузина  
ФИЦ «КНЦ РАН»,  
184209, г. Апатиты, Россия,  
e-mail: skufina@gmail.com

## САВОН Д.Ю.

Доктор экон. наук,  
профессор кафедры «Промышленный менеджмент»  
НИТУ «МИСус»,  
119049, г. Москва, Россия,  
e-mail: di199@yandex.ru

В статье выявлены проблемы комплексной оценки устойчивого развития горно-металлургических холдингов и предложены механизмы их разрешения. Объектом исследования стали крупнейшие холдинги, имеющие промышленные активы в Российской Федерации. Выявлено, что холдинги используют в качестве основы отчета по устойчивому развитию GRI Standards. При этом каждая корпорация самостоятельно выбирает набор существенных тем. Отсутствие единой методики отчетности в области устойчивого развития не позволяет сравнить достижения горно-металлургических холдингов. Кроме того, набор существенных тем может меняться от года к году, что затрудняет ретроспективный анализ деятельности каждого отдельного холдинга. Для устранения проблемы предлагается усовершенствовать существующую в горно-металлургических холдингах методику отчетности, не меняя ее методологическую основу – международный GRI Standards. Авторами определен перечень показателей отчетности и предложена форма матрицы существенных тем, объединенных в экономические, экологические и социальные тематические стандарты. Матрица позволит наглядно оценить существенность тем устойчивого развития для каждой горно-металлургической

корпорации, холдинга. Для устранения проблемы разномасштабности холдингов по социальным и экономическим критериям авторы предлагают рассчитывать систему индикаторов, позволяющих установить баланс между экономическими, социальными и экологическими показателями устойчивого развития. Авторы отстаивают позицию, что включение принципов устойчивости в каждый производственный и бизнес-процесс и соответствующая отчетность на основе матрицы существенных тем GRI Standards и индикаторов экономико-социально-экологического баланса должны стать обязательным условием отчетности корпораций горно-металлургической отрасли.

**Ключевые слова:** горно-металлургические холдинги, устойчивое развитие, отчетность, горнодобывающая промышленность, раскрытие информации в области устойчивого развития, матрица существенных тем, GRI Standards.

**Для цитирования:** Самарина В.П., Скуфына Т.П., Савон Д.Ю. Комплексная оценка устойчивого развития горно-металлургических холдингов: проблемы и механизмы их разрешения // Уголь. 2021. № 7. С. 20-24. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-20-24.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все больше крупных производственных предприятий во всем мире в своей деятельности начинают следовать принципам устойчивого развития. Это отмечают многие зарубежные [1, 2, 3] и российские [4, 5] исследователи. В своих исследованиях мы отмечали, что российские корпорации также в качестве результатов своей деятельности начинают рассматривать не только промышленные и финансовые характеристики, но и достижение социальных и экологических показателей [6, 7, 8, 9, 10].

Проблема комплексной оценки устойчивого развития отечественной горно-металлургической промышленности вытекает из необходимости практического воплощения

<sup>\*</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 19-18-00025 (в части выявления составляющих комплексного механизма устойчивого развития промышленных корпораций).

<sup>\*\*</sup> В подготовке статьи принимала участие О.Ю. Рябчукова, аспирант НИТУ «МИСус»; отдельные результаты исследования были включены в диссертацию «Формирование механизма устойчивого развития промышленных холдингов черной металлургии».

концепции устойчивого развития. Внедрение в практику управления принципов устойчивого развития во многом сдерживается отсутствием единообразной и обязательной системы отчетности. Несмотря на активизацию деятельности в этом направлении, методология и методики раскрытия информации в области устойчивого развития находятся в стадии формирования. Это отмечают многие ученые, занимающиеся разработкой индикаторов устойчивого развития промышленных предприятий [11, 12, 13, 14, 15]. Сложившаяся ситуация актуализирует представленное исследование.

**Цель работы:** для холдингов горно-металлургической промышленности, имеющих производственные активы в Российской Федерации, предложить совершенствование методики раскрытия информации в области устойчивого развития, основанной на международном руководстве GRI Standards и комплексно объединяющей экономические, социальные и экологические результаты.

**Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:**

1. Представлен опыт раскрытия информации в области устойчивого развития горно-металлургическими корпорациями в России.

2. Разработаны рекомендации по раскрытию информации в области устойчивого развития на основе международного руководства GRI Standards: определен перечень показателей отчетности и предложена форма матрицы существенных тем.

Представленные авторами научно-методические разработки использовались: крупнейшим горно-металлургическим холдингом России АО «Холдинговая компания «Металлоинвест», состоящим из двух взаимосвязанных операционных сегментов: горнорудного и металлургического, при совершенствовании управления в области устойчивого развития; компанией Industrial Steel Wires СТ (Румыния) для информации по ряду аспектов деятельности в области устойчивого развития.

### СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ХОЛДИНГОВ

В основе представленного научного труда лежит системный подход, который позволил исследовать горно-металлургические холдинги как совокупности экономических систем, отвечающих требованиям открытости, относительной обособленности, динамичности развития, сложности и неоднородности, имеющих целевое назначение и организующее начало. Иерархически горно-металлургические холдинги включают в качестве структурных единиц горнодобывающие, обогатительные, сталеплавильные, металлообрабатывающие и иные предприятия и в свою очередь входят в виде составляющих элементов в горно-металлургическую отрасль, которая является одной из основных в экономике страны и мира.

Выбор объясняется тем, что именно эти горно-металлургические холдинги наиболее полно раскрыва-



Рис. 1. Структура горно-металлургических холдингов EVRAZ Group, ПАО «Северсталь», Группа «НЛМК», «Металлоинвест»

ют информацию в области устойчивого развития в своих ежегодных отчетах.

Холдинги объединяют группы горнодобывающих и металлургических компаний, расположенных в различных регионах России. В статье использован набор показателей GRI Standards для оценки устойчивого развития предприятий, который объединяет 33 показателя отчетности, получивших название «существенные темы», сгруппированных в три «тематических стандарта»: экономический, экологический и социальный [16]. При этом инструкции GRI Standards необязательны для исполнения предприятиями и носят рекомендательный характер.

Объектом исследования стали крупнейшие холдинги горно-металлургической промышленности, имеющие промышленные активы в Российской Федерации: EVRAZ Group, ПАО «Северсталь», Группа «НЛМК», «Металлоинвест» (рис. 1).

### ОПЫТ РАСКРЫТИЯ ИНФОРМАЦИИ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМИ ХОЛДИНГАМИ В РОССИИ

Авторами составлен перечень существенных тем, на основании которых горно-металлургические холдинги EVRAZ Group, ПАО «Северсталь», Группа «НЛМК», «Металлоинвест» оценивают устойчивость своего развития (см. таблицу).

Сводная таблица четко показывает, что, несмотря на то, что все горно-металлургические холдинги используют в качестве основы отчета по устойчивому развитию GRI Standards, каждая из них самостоятельно выбирает набор существенных тем. В наибольшей степени горно-металлургическими холдингами освоены существенные темы экономического и экологического тематических стандартов, в то время как социальный стандарт выдерживается большинством холдингов лишь по отдельным существенным темам. При этом набор существенных тем у социального тематического стандарта наиболее широк.

Наиболее полный набор существенных тем у холдинга ПАО «Северсталь» – 32 темы: шесть из экономического тематического стандарта, восемь из экологического стандарта и 18 из социального стандарта. Наименее полный набор у горно-металлургического холдинга EVRAZ Group – 15 существенных тем: четыре темы из экономического тематического стандарта, семь из экологического стандарта и четыре из социального стандарта. ПАО «НЛМК» отчитывается по трем существенным темам из экономического тематического стандарта, по семи темам из экологического стандарта и девяти темам из социального стандарта. Холдинг «Металлоинвест» представляет информацию по

пяти существенным темам из экономического тематического стандарта, семи темам из экологического стандарта и шести темам из социального стандарта.

Таким образом, отсутствие единой методики отчетности в области устойчивого развития не позволяет сравнить достижения горно-металлургических корпораций. Кроме того, набор существенных тем может меняться от года к году, что затрудняет ретроспективный анализ деятельности каждой отдельной корпорации.

**Перечень существенных тем устойчивого развития горно-металлургических холдингов**  
(составлен авторами на основе отчетов об устойчивом развитии холдингов [18, 19, 20, 21])

Элемент GRI	Тема GRI Standards	EVRAZ Group	ПАО «Северсталь»	Группа НЛМК	«Металлоинвест»
<b>Economic Standards</b>					
201	Economic Performance	√	√	√	√
202	Market Presence	√	√	–	√
203	Indirect Economic Impacts	√	√	√	√
204	Procurement Practices	–	√	–	√
205	Anti-corruption	√	√	√	√
206	Anti-competitive Behavior	–	√	–	–
<b>Environmental Standards</b>					
301	Materials	–	√	–	√
302	Energy	√	√	√	√
303	Water and Effluents	√	√	√	√
304	Biodiversity	√	√	√	√
305	Emissions	√	√	√	√
306	Waste	√	√	√	√
307	Environmental Compliance	√	√	√	√
308	Supplier Environmental Assessment	√	√	√	–
<b>Social Standards</b>					
401	Employment	√	√	√	√
402	Labor/Management Relations	–	√	–	–
403	Occupational Health and Safety	√	√	√	√
404	Training and Education	√	√	√	√
405	Diversity and Equal Opportunity	–	√	√	–
406	Non-discrimination	–	√	√	–
407	Freedom of Association and Collective Bargaining	–	√	√	–
408	Child Labor	–	√	√	√
409	Forced or Compulsory Labor	–	√	√	√
410	Security Practices	–	√	–	–
411	Rights of Indigenous Peoples	–	√	–	–
412	Human Rights Assessment	–	√	–	–
413	Local Communities	√	√	√	√
414	Supplier Social Assessment	–	–	–	–
415	Public Policy	–	√	–	–
416	Customer Health and Safety	–	√	–	–
417	Marketing and Labeling	–	√	–	–
418	Customer Privacy	–	√	–	–
419	Socioeconomic Compliance	–	√	–	–

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ СОСТАВЛЕНИЯ МАТРИЦЫ СУЩЕСТВЕННЫХ ТЕМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Для устранения ограничений для анализа результатов устойчивого развития предлагается усовершенствовать существующую в горно-металлургических корпорациях методику, не меняя ее основу – международный GRI Standards. Прежде всего, мы предлагаем корпорациям отчитываться по всем 33 существенным темам, ранжируя при этом их по значимости. Оценка существенности тем будет проводиться по пятибалльной шкале с помощью анкетирования сотрудников корпораций и внешних стейкхолдеров. Ранжирование существенности тем определяется на основе средней оценки респондентов. Наиболее существенными признаются темы, получившие 4-5 баллов, средние по существенности – 2-3 балла, 2 балла – низкие по существенности и, соответственно, 1 балл – несущественные. Такая процедура полностью соответствует требованиям GRI.

Для лучшего восприятия результатов, полученные оценки предлагается представлять в виде матрицы существенных тем (рис. 2).

Маркеры тем расставляются согласно полученным баллам в системе координат «Значимость влияния на тему» и «Существенность темы для заинтересованных сторон» с выделением различными цветами экономических, экологических и социальных тематических стандартов. Матрица позволит наглядно оценить существенность тем устойчивого развития для каждой горно-металлургической корпорации.

Авторы отстаивают позицию, что включение принципов устойчивости в каждый производственный и бизнес-процесс и соответствующая отчетность на основе матрицы существенных тем GRI Standards должны стать обязательным условием отчетности горно-металлургических холдингов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что для устранения ограничений анализа результатов устойчивого развития горно-металлургических холдингов, использующих методику отчетности, основанную на международном руководстве GRI Standards, авторами предлагается усовершенствовать её путем включения в матрицу существенных тем, объединенных в экономические, экологические и социальные тематические стандарты, перечня показателей отчетности и индикаторов экономико-социально-экологического баланса, составляющих устойчивого развития, в отчеты корпораций. Предложенные научно-методические разработки успешно внедряются в горно-металлургическом холдинге «Металлоинвест». Более широкое их использование

позволит решить целый комплекс проблем: во-первых, станет возможным анализ изменений во времени точек зрения на составляющие устойчивого развития у сотрудников компаний и стейкхолдеров; во-вторых, можно будет сравнить экономические, экологические и социальные достижения горно-металлургических корпораций; в-третьих, будет устранена проблема различий в экономической и социальной масштабности корпораций; в-четвертых, распространение методологии на промышленные корпорации других отраслевых принадлежностей решит проблему межотраслевой сопоставимости результатов.

**Список литературы**

1. A Holistic View of Corporate Sustainability from a Management Perspective: The Experience of Japanese Manufacturing Multinational Enterprises / M. Aike, J.D. Donovan, C. Topple et al. // Cleaner Production Magazine. 2019. Vol. 216. P. 139–151.
2. Narrei S., Ataee-Pour M. Estimations of utility function and values of sustainable mining via the choice experiment method // Journal of Cleaner production. 2020. Vol. 26710. Art. 121938.
3. How should mining firms invest in the multidimensions of corporate social responsibility? Evidence from China / X. Peng, P.Tang, Sh. Yang et al. // Resources policy. 2020. Vol. 65. Art. 101576.
4. Human capital of the Arctic: Problems and development prospects / E.A. Korchak, N.A. Serova, E.E. Emelyanova et al. / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 302(1).
5. Shinkevich A.I., Baygildin D.R., Vodolazhskaya E.L. Management of a sustainable development of the oil and gas sector in the context of digitalization // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2020. Vol. 8. Is. 2. P. 639-645.
6. Corporate Social Responsibility as a Reserve for the Growth of Entrepreneurial Activity in the Russian Arctic / T. Skufina, E. Bazhutova, V. Samarina et al. // Humanities & Social Sciences Reviews. 2019. Vol. 7(6). P. 1024-1031.
7. Some system problems of Russian mining enterprises of ferrous metallurgy / V. Samarina, T. Skufina, A. Samarin et al. // International Review of Management and Marketing. 2016. Vol. 6(S1). P. 90-94.
8. Modern conditions and prospects of Russia's coal mining industry development / V. Samarina, T. Skufina, A. Samarin et al. // Espacios. 2019. Vol. 40. N 16. P. 6.
9. Новоселов С.В., Мельник В.В., Агафонов В.В. Экспортно-ориентированная стратегия развития угольных компаний России – основной фактор обеспечения их финансовой устойчивости // Уголь. 2017. № 11. С. 54-56. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.
10. Новоселов С.В. Альтернативные подходы и дискуссионные вопросы при проектировании шахт нового поколения уровня 2035 года // Уголь. 2019. № 1. С. 37-39. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-37-39.
11. Sumit K., Lodhia N.M. Corporate Sustainability Indicators: an Australian Mining Case Study // Journal of Cleaner Production. 2014. Vol. 84. P. 107–115.

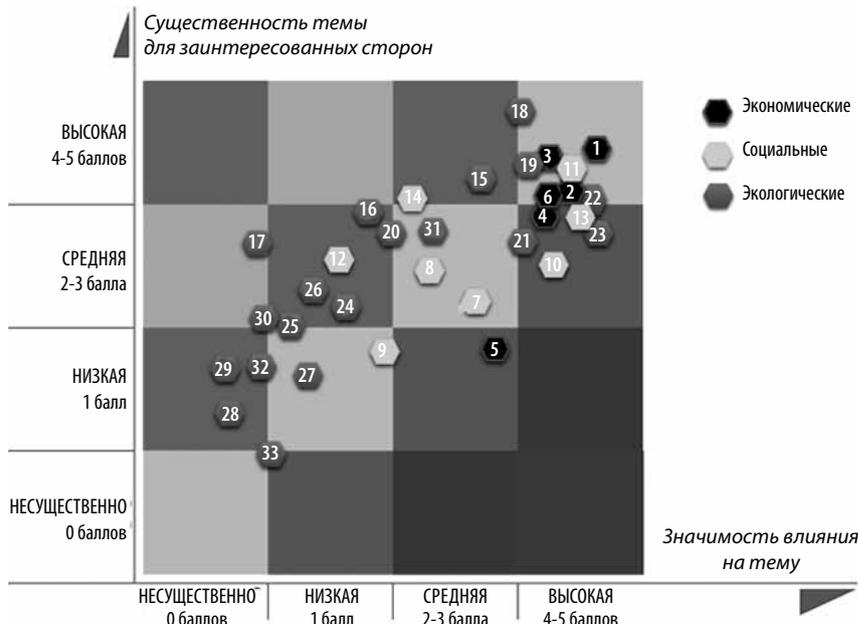


Рис. 2. Пример расстановки маркеров в матрице существенных тем

12. Wang Ch., Wang L., Dai S. An indicator approach to assessing industrial sustainability: the example of the Capital Economic Circle of China // Cleaner Production Magazine. 2018. Vol. 194. P. 473-482.
13. Sustainability assessment method for integrating energy, economic and environment into system rework / C. Zhang, X. Ao, W. Kai et al. // Cleaner Production Journal. 2019. Vol. 2391. Art. 118100.
14. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Ershova I.G. Modelling of energy efficiency factors of petrochemical industry // International Journal of Energy Economics and Policy. 2020. N 10(3). P. 465-470.
15. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году». [Электронный ресурс]. URL: [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/gosudarstvenny\\_doklad\\_o\\_sostoyaniy\\_i\\_ispolzovanii\\_mineralno\\_syrevykh\\_resursov\\_rossiyskoy\\_federatsii/?special\\_version=Y](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvenny_doklad_o_sostoyaniy_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/?special_version=Y) (дата обращения: 15.06.2021).
16. Tulupov A.S. Environmental Resources Management and the Transition to the Cyber Economy // The Cyber Economy. 2019. Desember. P. 305-313.
17. Global Reporting Initiative. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.globalreporting.org/> (дата обращения: 15.06.2021).
18. Ключевые операционные и финансовые показатели Группы «НЛМК». URL: <https://nlmk.com/ru/ir/financial-results/> (дата обращения: 15.06.2021).
19. EVRAZ Отчет об устойчивом развитии 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://sr2018.evraz.com/ru> (дата обращения: 15.06.2021).
20. Отчет об устойчивом развитии 2018 «Металлоинвест». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.metalloinvest.com/media/press-releases/414643/> (дата обращения: 15.06.2021).
21. Отчет об устойчивом развитии 2018 ПАО «Северсталь». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.severstal.com/eng/csr/library/reports> (дата обращения: 15.06.2021).

Original Paper

UDC 65.011.11:622.3+669 © V.P. Samarina, T.P. Skufina, D.Yu. Savon, 2021  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 20-24  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-20-24>

**Title****COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MINING AND METALLURGICAL HOLDINGS: PROBLEMS AND MECHANISMS OF THEIR RESOLUTION****Authors**

Samarina V.P.<sup>1</sup>, Skufina T.P.<sup>1</sup>, Savon D.Yu.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Luzin Institute for Economic Studies of Federal Research Centre "Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences", Apatity, 184209, Russian Federation

<sup>2</sup> National University of Science and Technology "MISIS" (NUST "MISIS"), Moscow, 119049, Russian Federation

**Authors Information**

**Samarina V.P.**, Senior Researcher, e-mail: samarina\_vp@mail.ru

**Skufina T.P.**, Chief Researcher, e-mail: skufina@gmail.com

**Savon D.Yu.**, Doctor of Economic Sciences, Professor of Industrial Management departments, e-mail: di199@yandex.ru

**Abstract**

The paper identifies the problems of a comprehensive assessment of the sustainable development of mining and metallurgical holdings and suggests mechanisms for their resolution. The object of the study was the largest holdings with industrial assets in the Russian Federation. It was revealed that the holdings use GRI Standards as the basis for the report on sustainable development. Moreover, each corporation independently chooses a set of essential topics. The lack of a unified reporting methodology in the field of sustainable development does not allow us to compare the achievements of mining and metallurgical holdings. In addition, the set of essential topics can change from year to year, which makes it difficult to retrospectively analyze the activities of each individual holding. To eliminate the problem, it is proposed to improve the reporting methodology existing in mining and metallurgical holdings, without changing its methodological basis - the international GRI Standards. The authors have identified a list of reporting indicators and proposed a form for a matrix of significant topics, combined into economic, environmental and social thematic standards. The matrix will make it possible to visually assess the relevance of sustainable development topics for each mining and metallurgical corporation and holding. To eliminate the problem of holdings of different scales according to social and economic criteria, the authors propose to calculate a system of indicators that make it possible to establish a balance between economic, social and environmental indicators of sustainable development. The authors defend the position that the inclusion of the principles of sustainability in each production and business process and the corresponding reporting based on the matrix of essential topics of the GRI Standards and indicators of the economic, social and environmental balance should become a prerequisite for the reporting of corporations in the mining and metallurgical industry.

**Keywords**

Mining and metallurgical holdings, Sustainable development, Reporting, Mining industry, Disclosure of information in the field of sustainable development, Matrix of material topics, GRI Standards.

**References**

- Aike M., Donovan J.D., Topple C. et al. A Holistic View of Corporate Sustainability from a Management Perspective: The Experience of Japanese Manufacturing Multinational Enterprises. *Cleaner Production Magazine*, 2019, (216), pp. 139–151.
- Narrei S. & Atae-Pour M. Estimations of utility function and values of sustainable mining via the choice experiment method. *Journal of Cleaner production*, 2020, (26710), Art. 121938.
- Peng X., Tang P., Yang Sh. et al. How should mining firms invest in the multi-dimensions of corporate social responsibility? *Evidence from China. Resources policy*, 2020, (65), Art. 101576.
- Korchak E.A., Serova N.A., Emelyanova E.E. et al. Human capital of the Arctic: Problems and development prospects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, Vol. 302(1).
- Shinkevich A.I., Baygildin D.R. & Vodolazhskaya E.L. Management of a sustainable development of the oil and gas sector in the context of digitalization. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 2020, Vol. 8(2), pp. 639–645.
- Skufina T., Bazhutova E., Samarina V. et al. Corporate Social Responsibility as a Reserve for the Growth of Entrepreneurial Activity in the Russian Arctic. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 2019, Vol. 7(6), pp. 1024–1031.

7. Samarina V., Skufina T., Samarina A. et al. Some system problems of Russian mining enterprises of ferrous metallurgy. *International Review of Management and Marketing*, 2016, Vol. 6(S1), pp. 90–94.

8. Samarina V., Skufina T., Samarina A. et al. Modern conditions and prospects of Russia's coal mining industry development. *Espacios*, 2019, Vol. 40(16), pp. 6.

9. Novoselov S.V., Melnik V.V. & Agafonov V.V. Export-oriented development strategy of the coal companies of Russia – the main factor ensuring their financial stability. *Ugol'*, 2017, (11), pp. 54–56. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-11-54-56.

10. Novoselov S.V. Alternative approaches and controversial issues in the design of new mines generation level 2035. *Ugol'*, 2019, (1), pp. 37–39. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-37-39.

11. Sumit K. & Lodhia N.M. Corporate Sustainability Indicators: an Australian Mining Case Study. *Journal of Cleaner Production*, 2014, (84), pp. 107–115.

12. Wang Ch., Wang L. & Dai S. An indicator approach to assessing industrial sustainability: the example of the Capital Economic Circle of China. *Cleaner Production Magazine*, 2018, (194), pp. 473–482.

13. Zhang C., Ao X., Kai W. et al. Sustainability assessment method for integrating energy, economic and environment into system rework. *Cleaner Production Journal*, 2019, (2391), Art. 118100.

14. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S. & Ershova I.G. Modelling of energy efficiency factors of petrochemical industry. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2020, No. 10(3), pp. 465–470.

15. State Report "On the condition and use of mineral resources of the Russian Federation in 2019". [Electronic resource]. Available at: [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennyye\\_doklady/gosudarstvennyy\\_doklad\\_o\\_sostoyaniy\\_i\\_ispolzovanii\\_mineralno\\_syrevykh\\_resursov\\_rossiyskoy\\_federatsii/?special\\_version=Y](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennyye_doklady/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyaniy_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/?special_version=Y) (accessed 15.06.2021). (In Russ.).

16. Tulupov A.S. Environmental Resources Management and the Transition to the Cyber Economy. *The Cyber Economy*, 2019, December, pp. 305–313.

17. Global Reporting Initiative. [Electronic resource]. Available at: <https://www.globalreporting.org/> (accessed 15.06.2021).

18. Key financial and operating data of NLMK Group. Available at: <https://nlmk.com/ru/ir/financial-results/> (accessed 15.06.2021).

19. EVRAZ 2018 Sustainability Report. [Electronic resource]. Available at: <https://sr2018.evraz.com/ru> (accessed 15.06.2021). (In Russ.).

20. "Metalloinvest" 2018 Sustainability Report. [Electronic resource]. Available at: <https://www.metalloinvest.com/media/press-releases/414643/> (accessed: 15.06.2021). (In Russ.).

21. "Severstal" PJSC 2018 Corporate Social Responsibility and Sustainable Development Report. [Electronic resource]. Available at: <https://www.severstal.com/eng/csr/library/reports> (accessed 15.06.2021). (In Russ.).

**Acknowledgments**

The study was performed with financial support of the Russian Science Foundation grant, Project No. 19-18-00025 (as related to identifying the components of an integrated sustainable development mechanism for industrial corporations).

**For citation**

Samarina V.P., Skufina T.P. & Savon D.Yu. Comprehensive assessment of sustainable development of mining and metallurgical holdings: problems and mechanisms of their resolution. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 20–24. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-20-24.

**Paper info**

Received April 15, 2021

Reviewed May 24, 2021

Accepted June 15, 2021

# О политике минимизации воздействия, в результате которого может быть нарушено или прекращено функционирование значимого объекта критической информационной инфраструктуры предприятий угольной промышленности

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-25-26>

## СТЕПАНОВ О.А.

Доктор юрид. наук, профессор,  
главный научный сотрудник  
Центра уголовного, уголовно-процессуального  
законодательства и судебной практики  
Института законодательства и сравнительного  
правоведения при Правительстве Российской Федерации,  
117218, г. Москва, Россия,  
e-mail: o\_stepanov28@mail.ru

*Рассматриваются особенности реализации политики, связанной с минимизацией воздействия, в результате которого может быть нарушено или прекращено функционирование значимого объекта критической информационной инфраструктуры предприятий угольной промышленности.*

**Ключевые слова:** политика, персональная ответственность, минимизация рисков.

**Для цитирования:** Степанов О.А. О политике минимизации воздействия, в результате которого может быть нарушено или прекращено функционирование значимого объекта критической информационной инфраструктуры предприятий угольной промышленности // Уголь. 2021. № 7. С. 25-26. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-25-26.

## ВВЕДЕНИЕ

Политика минимизации воздействия, в результате которого может быть нарушено или прекращено функционирование значимого объекта критической информационной инфраструктуры предприятий угольной промышленности, должна строиться с учетом персонифицированной ответственности за совершение правонарушений, связанных с реализацией Федерального закона ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» № 187 от 26.07.2017.

Это предполагает возложение ответственности за обеспечение безопасности информации и системы ее обработки на каждого сотрудника конкретного предприятия угольной промышленности в пределах его полномочий. Исходя из этого, в случае любого нарушения круг виновников будет четко определен и сведен к минимуму.

При выявлении нарушений требований указанного выше закона контролирующий орган (ФСБ России) на основании локальных нормативных актов призван определить должностное лицо, в чьи обязанности входит осуществление контроля исполнения требований закона. В рамках правильного делегирования полномочий риски привлечения к уголовной ответственности высшего руководящего состава угольной отрасли могут быть существенно снижены. В случае же невозможности установления ответственного лица (в силу неясности положений локального нормативного акта, наличия противоречий в нем, одновременного наделения одинаковыми полномочиями нескольких должностных лиц) бремя ответственности может лечь на лицо, осуществляющее общее руководство организацией деятельности предприятий угольной промышленности.

## ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАЗВИТИЯ СИТУАЦИИ

Ошибки в ходе процесса управления практически неизбежны. Однако возможно минимизировать потери от таких ошибок за счет учета их специфики на этапе разработки управленческого решения и на каждом этапе его исполнения [1].

Данное обстоятельство предполагает прежде всего выявление и изучение рисков, которые характерны для каждого вида деятельности. Оценка любого риска представляет собой совокупность регулярных процедур анализа риска, определения возможных масштабов последствий проявления факторов риска и определения роли каждого источника в общем профиле риска, то есть строится на

всестороннем анализе внешних и внутренних факторов риска, на составлении цепочек развития событий при действии тех или иных факторов риска. В связи с этим управление риском включает в себя разработку и реализацию экономически обоснованных рекомендаций и мероприятий, направленных на уменьшение стартового уровня риска до приемлемого финального уровня с учетом действующей и прогнозируемой нормативной базы. Причем оценка риска с позиций снижения возможного вреда должна предполагать не только выявление опасности нежелательных последствий при принятии тех или иных решений, но и разработку соответствующих рекомендаций, на основе которых могут быть нейтрализованы вероятные угрозы [2, 3, 4, 5].

Перспектива минимизации риска нежелательных параметров развития ситуации должна рассматриваться как упреждающая появление таких угроз, исходя из категории рисков, а именно: ошибки и недостатки процессов, связанные с неэффективной организацией управления, несоответствием процедур управления масштабам деятельности организации и требованиям законодательства; риски, связанные с действиями персонала; сбои в информационных и технологических системах; риски, связанные с действием внешних причин (действия госорганов, правоохранителей, изменение законодательства, деструктивные действия зарубежных партнеров).

Указанное выше нацеливает на необходимость построения постоянно действующей системы предоставления руководству верхнего уровня угольной отрасли отчетов о фактах, условиях и причинах совершения выявленных ошибок, связанных с деятельностью предприятий и об их последствиях, а также о мерах, предпринятых для того, чтобы ошибки не забывались. В рамках осуществления такой деятельности целесообразно выделить специально канал информирования высшего руководства о том, сколько ошибок и условий для их рецидива исправлено, а также о результатах реализации мер оперативно реагирования, направленных на локализацию факторов, влекущих ошибочные действия работников угольных предприятий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с учетом требований современного законодательства в области безопасности информации целесообразно разработать и согласовать с ФСБ РФ «Концептуальные основы политики минимизации воздействия, в результате которого может быть нарушено или прекращено функционирование значимого объекта критической информационной инфраструктуры предприятий угольной промышленности». Этот документ будет являться методологической базой для выработки соответствующих управленческих решений.

## Список литературы

1. Степанов О.А. О перспективах развития надзора в угольной промышленности в условиях совершенствования законодательства о госконтроле // Уголь. 2020. № 2. С. 54-55. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-54-55.
2. Степанов О.А., Печегин Д.А. Право как средство обеспечения безопасности объектов угольной промышленно-

сти в условиях цифровизации // Уголь. 2019. № 9. С. 54-55. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-54-55.

3. Степанов О.А. Криминологическая оценка потенциальных угроз безопасности объектов угольной промышленности в условиях цифровизации // Уголь. 2019. № 2. С. 47-48. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-47-48.

4. Степанов О.А. О правовом регулировании отношений в сфере функционирования и развития систем искусственного интеллекта // Уголь. 2020. № 6. С. 21-22. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-6-21-22.

5. Степанов О.А. Об особенностях предотвращения неправомерного доступа к информации, обрабатываемой значимым объектом критической информационной инфраструктуры // Уголь. 2020. № 10. С. 40-41. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-10-40-41.

## ECONOMIC OF MINING

### Original Paper

UDC 338.97:622.33 © O.A. Stepanov, 2021  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) •  
 Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 25-26  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-25-26>

### Title

**ON THE POLICY TO MINIMIZE THE IMPACTS THAT MAY RESULT IN DISRUPTION OR CEASE OF OPERATION OF A KEY FACILITY OF CRITICAL IT INFRASTRUCTURE OF COAL INDUSTRY ENTERPRISES**

### Author

Stepanov O.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of the Russian Federation, Moscow, 117218, Russian Federation

### Authors Information

**Stepanov O.A.**, Doctor of Law Sciences, Professor, Chief Researcher of the Center for Criminal Law, Criminal Procedure Legislation, Judicial Practice, e-mail: [o\\_stepanov28@mail.ru](mailto:o_stepanov28@mail.ru)

### Abstract

The paper considers specific features of implementing policies related to minimizing the impacts that may result in disruption or cease of operation of a key facility of critical IT infrastructure of coal industry enterprises.

### Keywords

Policy, Personal responsibility, Risk minimization.

### References

1. Stepanov O.A. On the prospects for the development of supervision in the coal industry in the context of improving legislation on state control. *Ugol'*, 2020, (2), pp. 51-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-51-52.
2. Stepanov O.A. & Pechegin D.A. Law as a means of ensuring the safety of coal industry facilities in the context of digitalization. *Ugol'*, 2019, (9), pp. 54-55. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-54-55.
3. Stepanov O.A. Criminological assessment of potential threats to the security of coal industry facilities in digitalization environment. *Ugol'*, 2019, (2), pp. 47-48. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-2-47-48.
4. Stepanov O.A. On the legal regulation of relations in the field of safe functioning and development of artificial intelligence systems. *Ugol'*, 2020, (6), pp. 21-22. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-6-21-22.
5. Stepanov O.A. On specific features of access management to information processed by a significant facility of critical IT infrastructure. *Ugol'*, 2020, (10), pp. 40-41. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-10-40-41.

### For citation

Stepanov O.A. On the policy to minimize the impacts that may result in disruption or cease of operation of a key facility of critical IT infrastructure of coal industry enterprises. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 25-26. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-25-26.

### Paper info

Received January 14, 2021  
 Reviewed April 24, 2021  
 Accepted June 15, 2021

# Определение параметров и толщины фронта дефлаграционного процесса в газоздушных смесях горных выработок

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-27-32>

В процессе работы очистных и проходческих комплексов на угольных шахтах образуется пыль, а из отбитого угля выделяется метан. Смешиваясь с воздушными потоками в атмосфере горных выработок метан и пыль образуют газо- и пылегазовоздушные смеси, которые предрасположены к химическому реагированию, проявляющемуся в форме дефлаграции или детонации, что в условиях угольных шахт может привести к очень серьезным авариям. В данной работе рассматривается некоторый гипотетический дефлаграционный процесс в газоздушной смеси горной выработки. Найдены параметры смеси за фронтом химической реакции и вычислена его толщина. Построены графики зависимости параметров смеси от безразмерной координаты в пределах толщины фронта и выявлены закономерности распределения параметров газоздушной смеси по толщине фронта.

**Ключевые слова:** горные выработки, газоздушные смеси, законы сохранения массы, импульсов и энергии, показатель адиабаты Пуассона, числа Маха и Дамкелера, законы Аррениуса и Менделеева – Клапейрона.

**Для цитирования:** Определение параметров и толщины фронта дефлаграционного процесса в газоздушных смесях горных выработок / С.В. Черданцев, П.А. Шлапаков, С.И. Голоскоков и др. // Уголь. 2021. № 7. С. 27-32. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-27-32.

## ВВЕДЕНИЕ

Процесс эксплуатации угольных шахт, как правило, сопровождается проявлением негативных факторов, существенно снижающих безопасность горных работ. К этим факторам относятся внезапные выбросы, суфлярные выделения газа [1, 2, 3, 4] и теплофизические процессы, обусловленные наличием газо- и пылегазовоздушных смесей, которые предрасположены к процессам дефлаграции [5, 6] и детонации [7, 8, 9].

Дефлаграция возникает при наличии горючей смеси и источника зажигания. Детонация же возникает, как правило, на фронте ударной волны, в котором параметры смеси скачкообразно увеличиваются и, тем самым, инициируют быстропотекающую химическую реакцию, в результате которой выделяется огромная энергия, обеспечивающая стационарное протекание детонационного процес-



### ЧЕРДАНЦЕВ С.В.

Доктор техн. наук,  
главный научный сотрудник  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: svch01@yandex.ru



### ШЛАПАКОВ П.А.

Канд. техн. наук,  
заведующий лабораторией  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: shlapak1978@mail.ru



### ГОЛОСКОКОВ С.И.

Канд. техн. наук,  
заведующий лабораторией  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: s.golosokov@nc-vostnii.ru



### БАТРАКОВ Д.Н.

Заведующий лабораторией  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru



### КОЛЫХАЛОВ В.В.

Заместитель  
заведующего лабораторией  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: x77kem@mail.ru

са. В рамках модели идеальной детонации толщина детонационной волны считается бесконечно малой величиной [10, 11], что имеет место в том случае, если толщина ударной волны, инициирующей детонацию, соответствует средней длине свободного пробега молекул. В результате протекания химической реакции теплота выделяется полностью и практически мгновенно за скачком уплотнения. Это, в свою очередь, приводит к бесконечно большой скорости реакции [10, 11].

Для разработки более корректной модели детонации следует учесть, что за скачком уплотнения ширина зоны реакции является конечной величиной, в которой скорость химической реакции также конечна. Поэтому здесь мы обсудим теплофизическую модель, в которой время и скорость протекания химической реакции являются конечными величинами. Это значит, что химическая реакция, начавшаяся на фронте реакции при относительной концентрации газовой смеси  $\omega = 1$ , будет продолжаться за фронтом до тех пор, пока концентрация  $\omega$  не уменьшится до нуля.

Таким образом, концентрация смеси является переменной величиной и принадлежит отрезку  $\omega \in [0, 1]$ . Исходя из сказанного, нам необходимо учесть, что на линии фронта химической реакции ее теплота равна  $q$ , а за линией фронта в результате начавшейся реакции смесь уже частично прореагировала, и поэтому ее концентрация  $\omega < 1$  и, следовательно, теплота составит величину  $\omega \cdot q$ . К сказанному добавим, что газоздушную смесь мы будем моделировать идеальным газом с постоянной удельной теплоемкостью, а теплофизический процесс в смеси будем полагать стационарным.

**ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ**

Теплофизические условия протекания химических реакций в газоздушных смесях могут быть выявлены с помощью:

- уравнения неразрывности [12]:  $\rho u = \rho_1 u_1$ ; (1)
- уравнения импульсов:  $p + \rho u^2 = p_1 + \rho_1 u_1^2$ ; (2)
- уравнения энергии:  $\frac{u^2}{2} + i + \omega \cdot q = \frac{u_1^2}{2} + i_1 + q$ , (3)

образующих систему фундаментальных уравнений, в которых плотность  $\rho$ , скорость  $u$ , давление  $p$  и энтальпия  $i$  являются параметрами газоздушной смеси перед фронтом реакции. Величины  $\rho, u, p, i$  представляют собой текущие параметры газоздушной смеси за фронтом реакции;  $q$  – выделяемая в процессе химической реакции теплота в единице массы смеси.

Энтальпию  $i_1, i$  в уравнении (3) удобно определить по формулам [13]:

$$i_1 = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{p_1}{\rho_1}, i = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{p}{\rho}, \tag{4}$$

в которых  $g$  – показатель адиабаты Пуассона.

В силу формул (4) уравнение энергии (3) перепишем следующим образом:

$$\frac{u^2}{2} + \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{p}{\rho} + \omega \cdot q = \frac{u_1^2}{2} + \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{p_1}{\rho_1} + q. \tag{5}$$

Отсюда найдем следующее соотношение:

$$\frac{u^2}{u_1^2} = 1 + \frac{1}{u_1^2} \left[ 2q(1 - \omega) - \frac{2\gamma}{\gamma - 1} \left( \frac{p}{\rho} - \frac{p_1}{\rho_1} \right) \right]. \tag{6}$$

Далее из уравнений неразрывности и импульсов получим формулу:

$$p = p_1 + \rho_1 u_1^2 \left( 1 - \frac{u}{u_1} \right), \tag{7}$$

с помощью которой, равенство (6) преобразуется к виду:

$$\left( \frac{u}{u_1} \right)^2 = 1 + \frac{2}{u_1^2} \left[ q(1 - \omega) - \frac{a_1^2}{\gamma - 1} \left( 1 - \frac{u}{u_1} \right) \left( M_1^2 \frac{u}{u_1} - 1 \right) \right], \tag{8}$$

где скорость звука  $a_1$  и число Маха в области 1, определяются по формуле [14]:

$$a_1 = \sqrt{\gamma \frac{p_1}{\rho_1}}, M_1 = \frac{u_1}{a_1}. \tag{9}$$

Энтальпию смеси, кроме формулы (4), мы можем определить также по формуле [12, 13]:

$$i_1 = \frac{a_1^2}{\gamma - 1} = c_p T_1, \tag{10}$$

где  $c_p$  – теплоемкость смеси. Поэтому формулу (8) приведем к уравнению:

$$\left( \frac{u}{u_1} \right)^2 - 2 \frac{\gamma M_1^2 + 1}{M_1^2 (\gamma + 1)} \cdot \frac{u}{u_1} + \frac{(\gamma - 1) M_1^2 + 2\bar{q}(1 - \omega)}{M_1^2 (\gamma + 1)} = 0, \tag{11}$$

содержащему безразмерную величину подводимой к смеси теплоты  $\bar{q} = q / (c_p T_1)$ , которую часто называют числом Дамкелера [11].

Корнями уравнения (11) являются выражения:

$$\frac{u}{u_1} = 1 - \frac{1}{(\gamma + 1) M_1^2} \times \left[ (M_1^2 - 1) \pm \sqrt{(M_1^2 - 1)^2 - 2(\gamma + 1) M_1^2 \bar{q}(1 - \omega)} \right], \tag{12}$$

которые с помощью формулы:

$$\frac{u}{u_1} = \frac{u}{u_1} \frac{a_1}{a_1} = \frac{u}{a_1} \frac{a_1}{u_1} = \frac{u}{a_1} \frac{1}{u_1 / a_1} = \frac{u}{a_1} \frac{1}{M_1}$$

мы можем представить в другой форме:

$$\frac{u}{a_1} = M_1 - \frac{1}{(\gamma + 1) M_1} \times \left[ (M_1^2 - 1) \pm \sqrt{(M_1^2 - 1)^2 - 2(\gamma + 1) M_1^2 \bar{q}(1 - \omega)} \right]. \tag{13}$$

Подставляя формулу (12) в уравнение неразрывности (1), получим соотношение между плотностями смеси:

$$\frac{\rho}{\rho_1} = \frac{(\gamma + 1) M_1^2}{(\gamma + 1) M_1^2 - \left[ (M_1^2 - 1) \pm \sqrt{(M_1^2 - 1)^2 - 2(\gamma + 1) M_1^2 \bar{q}(1 - \omega)} \right]}. \tag{14}$$

Далее формулу (7) преобразуем к виду:

$$\frac{p}{p_1} = 1 + \gamma M_1^2 \left( 1 - \frac{u}{u_1} \right)$$

и, учитывая выражение (12), получим соотношение между давлениями:

$$\frac{p}{p_1} = 1 + \frac{k}{k+1} \times \left[ (M_1^2 - 1) \pm \sqrt{(M_1^2 - 1)^2 - 2(k+1)M_1^2 \bar{q}(1-\omega)} \right] \quad (15)$$

Для отыскания относительной температуры  $T/T_1$ , воспользуемся формулами для определения скорости звука  $a_1$  и  $a$  в газовой смеси. С одной стороны, эти скорости мы можем определить по формулам [12, 13]:

$$a^2 = \gamma \frac{p}{\rho}, a_1^2 = \gamma \frac{p_1}{\rho_1} \quad (16)$$

с другой стороны, по формулам:

$$a^2 = \gamma RT, a_1^2 = \gamma RT_1 \quad (17)$$

в которых  $R$  – универсальная газовая постоянная.

Из сопоставления формул (16) и (17) находим сначала температуры  $T$  и  $T_1$ :

$$T = \frac{p}{\rho R}, T_1 = \frac{p_1}{\rho_1 R}$$

а затем их соотношение:

$$\frac{T}{T_1} = \frac{p}{p_1} \frac{\rho_1}{\rho} \quad (18)$$

Формулы (13), (14), (15) и (18) определяют скорости, плотности, давления и температуры при заданных условиях в любой точке внутри фронта реакции, толщина которого является конечной. Величина  $(1 - \omega)q$  представляет собой подводимое к смеси количество теплоты на единицу ее массы. При данном начальном состоянии и известном значении  $q$  отдельные термодинамические параметры состояния и скорость реакции  $W$ , очевидно, являются функцией только концентрации смеси  $\omega$ .

Известно, что скорость химической реакции определяется числом элементарных химических актов, которые происходят в единице объема за единицу времени [14]. Иначе говоря, скорость реакции связана со скоростью превращения веществ, участвующих в химической реакции через стехиометрические коэффициенты. Так, например, химическая реакция, описываемая стехиометрическим уравнением:



содержащим стехиометрические коэффициенты реагентов  $v_A, v_B$  и продуктов реакции  $v_Y, v_Z$ , выражает закон сохранения массы, заключающийся в сохранении числа атомов и электронов в процессе протекания химической реакции. В простых химических реакциях стехиометрические коэффициенты являются целыми числами, а в сложных реакциях они могут быть дробными. Значения определяются строением реагентов и продуктов реакции [14].

Для того чтобы частицы реагента вступили в реакцию, они должны встретиться, а вероятность встречи прямо пропорциональна произведению их концентраций. Поэтому скорость реакции должна быть прямо пропорциональна произведению концентрации реагирующих веществ. В общем случае скорость реакции зависит от концентраций реагентов в виде произведения степенных функций [10, 14]:

$$W = k \cdot c_A^{n_A} \cdot c_B^{n_B} \dots c_I^{n_I} + \dots = k \prod_i c_i^{n_i} \quad (20)$$

где показатели степени  $n_A, n_B, \dots, n_I$  называют частными порядками реакции соответственно по реагенту  $A$ , по реагенту  $B$  и так далее,  $c_A, c_B, \dots, c_I$  – молярные концентрации реагентов,  $k$  – константа скорости реакции. Показатели  $n_A, n_B, \dots, n_I$  представляют собой число частиц реагентов  $A, B, \dots, I$ , участвующих в реакции. В простых реакциях величины  $n_A, n_B, \dots, n_I$  являются целыми числами, а в сложных реакциях они могут быть дробными и даже отрицательными [14]. Общий порядок реакции  $n$  равен сумме частных порядков по всем реагентам:

$$n = \sum n_i \quad (21)$$

Чаще всего общий порядок реакции равен  $n = 1$  или  $n = 2$ , реже 3. Несколько иной смысл имеет понятие «порядок» для сложной реакции. Частный порядок по данному реагенту характеризует влияние концентрации этого реагента на суммарную скорость реакции. Это влияние может меняться в зависимости от концентрации этого или других реагентов.

Константа скорости  $k$  в формуле (20) является характеристикой химического процесса, которая не зависит от концентрации реагентов, но зависит от температуры. В подавляющем большинстве случаев реагенты перед тем, как вступить в реакцию, активируются, приобретая энергию. Обусловлено это тем, что на осуществление химического превращения реагентов необходимо затратить энергию, называемую энергией активации  $E$ . Доля частиц, энергия которых превышает  $E$ , согласно закону Больцмана равна  $e^{-E/RT}$ . Поэтому константа скорости согласно закону Аррениуса [10, 14] выражается посредством формулы:

$$k = k_0 e^{-E/RT}, \quad (22)$$

логарифмируя которую, имеем:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E}{RT}, \quad (23)$$

где  $E$  – энергия активации, представляющая собой количество энергии, которое необходимо для спонтанного начала и протекания реакции;  $k_0$  – предэкспоненциальный множитель, представляющий собой, как это следует из формулы (23), константу скорости при  $T \rightarrow \infty$ .

Кроме концентрации реагентов и температуры смеси на скорость реакции существенное влияние оказывает давление в зоне протекания химической реакции. Поскольку компоненты реагирующей газовой смеси являются идеальными газами, то для каждого из них имеет место уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$p_A = c_A RT, p_B = c_B RT, \dots p_i = c_i RT, \quad (24)$$

где  $p_A, p_B, \dots, p_i$  – парциальные давления реагентов  $A, B, \dots$ .  
Учитывая, что:

$$p_A + p_B + \dots + p_i + \dots = \sum_{i=1}^n p_i = p,$$

$$c_A + c_B + \dots + c_i + \dots = \sum_{i=1}^n c_i = c,$$

получим уравнение Менделеева – Клапейрона для газовой смеси:

$$p = cRT, \quad (25)$$

где  $p$  – общее давление смеси, а  $c$  – общее число молей в единице объема.

Умножим обе части формулы (25) на  $c_A/c$ :

$$p \frac{c_A}{c} = cRT \frac{c_A}{c},$$

откуда:

$$c_A = \frac{p}{RT} \omega_A \quad (26)$$

где  $\omega_A = c_A/c$  – относительная молярная концентрация вещества  $A$ .

Аналогично можно получить соотношения:

$$c_B = \frac{p}{RT} \omega_B, \dots, c_i = \frac{p}{RT} \omega_i \quad (27)$$

где  $\omega_B = c_B/c, \dots, \omega_i = c_i/c$  – относительные молярные концентрации других реагентов, составляющих рассматриваемую смесь.

Подставив выражения (26) и (27) в формулу (20) для скорости химической реакции, получим:

$$W = k \prod_i c_i^{n_i} \approx kc^n. \quad (28)$$

С помощью (28) мы можем выразить скорость реакции первого порядка формулой:  $W = k \cdot C_A$ , которую приведем с учетом формулы (26) к виду:

$$W = k \omega_A \frac{p}{RT}. \quad (29)$$

Аналогично для реакций второго порядка:

$$W = k \cdot c_A \cdot c_B = k \omega_A \frac{p}{RT} \omega_B \frac{p}{RT} = k \omega_A \omega_B \frac{p^2}{(RT)^2} \quad (30)$$

и третьего порядка:

$$W = k \cdot c_A \cdot c_B \cdot c_C =$$

$$= k \omega_A \frac{p}{RT} \omega_B \frac{p}{RT} \omega_C \frac{p}{RT} = k \omega_A \omega_B \omega_C \frac{p^3}{(RT)^3}. \quad (31)$$

Из (29), (30), (31) следует, что зависимость скорости реакции  $n$ -го порядка от давления выражается следующим образом:

$$W = k \omega_A \omega_B \dots \frac{p^n}{(RT)^n}, \quad (32)$$

и, следовательно, показатель степени давления соответствует порядку реакции.

С другой стороны, скорость химической реакции можно определить как изменение во времени относительной концентрации [10, 14]. Например, применительно к стехиометрическому уравнению (19) скорость протекания химической реакции можно представить как:

$$W = -\frac{1}{v_A} \frac{dc_A}{dt} = -\frac{1}{v_B} \frac{dc_B}{dt} = \frac{1}{v_Y} \frac{dc_Y}{dt} = \frac{1}{v_Z} \frac{dc_Z}{dt}. \quad (33)$$

Подставив в равенство (33) формулу (26):

$$W = -\frac{1}{v_A} \frac{p}{RT} \frac{d\omega_A}{dt}$$

и сопоставив полученное равенство с формулой (32), приходим к равенству:

$$\frac{1}{v_A} \frac{p}{RT} \frac{d\omega_A}{dt} = -k \omega_A^n \frac{p^n}{(RT)^n},$$

которое преобразуем к виду:

$$\frac{d\omega_A}{dt} = -k_0 e^{-E/RT} \omega_A^n \frac{p^{n-1}}{(RT)^{n-1}} v_A. \quad (34)$$

Умножив левую часть уравнения (34) на  $dx$  и учитывая, что  $dx/dt = u$  является скоростью движения газовой смеси, приходим к дифференциальному уравнению:

$$\frac{d\omega_A}{dx} u = -k_0 e^{-E/RT} \omega_A^n \frac{p^{n-1}}{(RT)^{n-1}} v_A dx,$$

которое допускает разделение переменных:

$$\frac{-ud\omega_A}{k_0 e^{-E/RT} \omega_A^n \left(\frac{p}{RT}\right)^{n-1} \cdot v_A} = dx. \quad (35)$$

Интегрируя уравнение (35), получим:

$$\int_1^{\omega_A} \frac{-ud\omega_A (RT)^{n-1}}{k_0 e^{-E/RT} \omega_A^n \cdot p^{n-1} \cdot v_A} = \int_0^x dx,$$

или:

$$x = \frac{R^{n-1}}{k_0} \int_{\omega_A}^1 \frac{u \cdot T^{n-1} \cdot d\omega_A}{e^{-E/RT} \cdot \omega_A^n \cdot p^{n-1} \cdot v_A}. \quad (36)$$

Приняв второй порядок реакции ( $n = 2$ ), приведем (36) к виду:

$$x = \frac{R}{k_0 v_A} \int_{\omega_A}^1 \frac{u \cdot T \cdot d\omega_A}{e^{-E/RT} \cdot \omega_A^2 \cdot p} = \frac{a_1 T_1 R}{k_0 v_A p_1} \int_{\omega_A}^1 \frac{\frac{u}{a_1} \cdot \frac{T}{T_1} \cdot d\omega_A}{e^{-E/RT} \cdot \frac{p}{p_1} \cdot \omega_A^2}. \quad (37)$$

Обозначим:

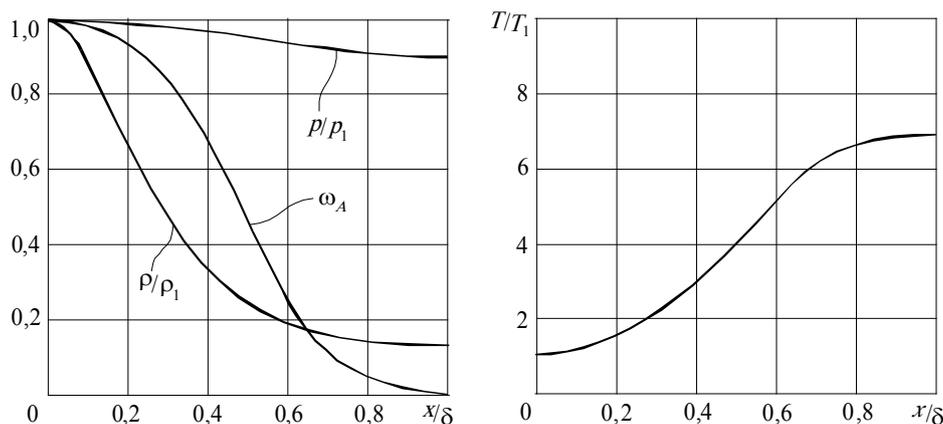
$$C = \frac{a_1 T_1 R}{k_0 \cdot v_A \cdot p_1}, f(\omega_A) = \frac{\frac{u}{a_1} \cdot \frac{T}{T_1}}{e^{-E/RT} \cdot \frac{p}{p_1} \cdot \omega_A^2}, \quad (38)$$

и перепишем формулу (37) следующим образом:

$$x = C \int_{\omega_A}^1 f(\omega_A) d\omega_A \quad (39)$$

где входящие в (38) величины  $u/a_1, T/T_1, p/p_1$  определяются по формулам (13), (14), (15), (18).

Придавая нижнему пределу  $\omega_A$  определенные значения из интервала  $\omega_A \in (0; 1)$ , мы можем определить текущую



Изменение концентрации, давления, плотности (а) и температуры (б) газозвушной смеси по толщине фронта реакции в дефлаграционном процессе

Fig. Changes in the concentration, pressure, density (a) and temperature (b) of the gas-air mixture along the thickness of the reaction front in the deflagration process

координату внутри зоны реакции. Очевидно, что полное выгорание горючей смеси соответствует окончанию химической реакции, и, следовательно, толщина зоны реакции соответствует нижнему пределу в интеграле (39), равном  $\omega_A = \omega = 0$ . Однако в этом случае толщина фронта реакции будет бесконечно большой, поскольку  $\omega_A$  находится в знаменателе подынтегрального выражения (38). Поэтому в дальнейших расчетах мы будем полагать реакцию законченной при достижении относительной концентрации значения, равного, например, значению  $\omega_A = 0,15$ . При этом условии толщину фронта реакции  $\delta$  определим по формуле:

$$\delta = C \int_{0,15}^1 f(\omega_A) d\omega_A \quad (40)$$

Вычислительные процедуры в статье выполнены при следующих исходных данных:  $g = 1,4$ ;  $M_1 = 0,05$ ;  $\bar{q} = 2$ ;  $k_0 = 3,5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ ;  $E = 133 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$ . В результате вычислительных процедур определены параметры горения, графики которых представлены на рисунке.

Из анализа графиков (см. рисунок) следует, что давление горючей смеси уменьшается, хотя и несущественно, поскольку при завершении реакции давление составляет  $p/p_1 = 0,9$ . График функции  $p/p_1$  разделен точкой перегиба  $x/\delta = 0,62$  на участки выпуклости и вогнутости.

Гораздо более существенно изменяется за линией фронта реакции плотность смеси, график которой  $r/r_1$  также имеет участки выпуклости и вогнутости, а точка перегиба находится в непосредственной близости от фронта реакции. Наиболее существенно функция  $r/r_1$  уменьшается на отрезке  $x/\delta \in [0; 0,4]$ , на отрезке  $x/\delta \in (0,4; 0,8]$  график функции становится более пологим, а на отрезке  $x/\delta \in (0,8; 1]$  функция  $r/r_1$  практически не изменяется.

Если давление  $p/p_1$  и плотность  $r/r_1$  смеси за фронтом реакции уменьшаются, то температура смеси, наоборот, возрастает, причем особенно интенсивно на отрезке  $x/\delta \in [0; 0,6]$ , где график функции  $T/T_1$  является вогнутым. На участке  $x/\delta \in [0,6; 1]$  график функции  $T/T_1$  становится выпуклым, а интенсивность роста температуры уменьшается.

Обратим внимание, что ни одна из функций не содержит разрывов первого рода, характерных для функций, описывающих ударные и детонационные волны.

## ВЫВОДЫ

1. Представлены формулы, выражающие связь между давлением, плотностью и температурой с газодинамическими параметрами смеси: числом Маха, показателем адiabаты Пуассона и числом Дамкелера.

2. Получено дифференциальное уравнение, решение которого построено численно, что позволило найти толщину фронта дефлаграционного процесса.

3. Получена формула, определяющая толщину фронта реакции в дефлаграционном процессе.

4. Построены графики зависимостей параметров газозвушной смеси в пределах толщины фронта дефлаграции. Анализ графиков позволил установить:

– давление и, особенно, плотность смеси уменьшаются по мере удаления от линии фронта реакции, а температура смеси, наоборот, существенно возрастает.

– функции, описывающие давление, плотность и температуру смеси в дефлаграционном процессе не содержат разрывов и скачков, имеющих место в детонационных и ударно-волновых процессах.

## Список литературы

1. Большинский М.И., Лысиков Б.А., Каплюхин А.А. Газодинамические явления в шахтах. Севастополь: Вебер, 2003. 284 с.

2. Зыков В.С. О механизме формирования выбросоопасной ситуации в очистном забое угольной шахты // Маркшейдерский вестник. 2016. № 5. С. 44–48.

3. Черданцев Н.В. Об одном подходе к расчету выброса угля из газоносного пласта, вмещающего геологические нарушения // Безопасность труда в промышленности. 2019. № 8. С. 13–18.

4. Определение параметров суфлярных выделений газа из угольного пласта в горные выработки / С.В. Черданцев, Н.В. Черданцев, Ли Хи Ун и др. // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2017. № 1. С. 26–33.

5. Анализ процесса выгорания грубодисперсных пылегазовоздушных смесей, движущихся в воздушных потоках горных выработок / С.В. Черданцев, Ли Хи Ун, Ю.М. Филатов и др. // Химическая физика и мезоскопия. 2017. № 4. С. 513–523.

6. Combustion of fine dispersed dust-gas-air mixtures in underground workings / S.V. Cherdantsev, L.H. Un, Y.M. Filatov et al. // Journal of Mining Science. 2018. Vol. 54. Is. 2. P. 339–346.

7. Kurlenya M.V., Skritsky V.A. Methane Explosions and Causes of Their Origin in Highly Productive Sections of Coal Mines // *Journal of Mining Science*. 2017. Vol. 53. Is. 5. P. 861–867.

8. Bykovskii F.A., Zhdan S.A., Vedernikov E.F. Continuous detonation of methane/hydrogen-air mixtures in an annular cylindrical combustor // *Combustion, Explosion, and Shock Waves*. 2018. Vol. 54. Is. 4. P. 472–481.

9. Ershov A.P., Rubtsov I.A. Detonation of low-density explosives // *Combustion, Explosion, and Shock Waves*. 2019. Vol. 55. Is. 1. P. 114–120.

10. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. М.: Наука, 1987. 502 с.

11. Бартльме Ф. Газодинамика горения. М.: Энергоиздат, 1981. 280 с.

12. Овсянников Л.В. Лекции по основам газовой динамики. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 336 с.

13. Вукалович М.П., Новиков И.И. Термодинамика: учебное пособие для вузов. М.: Машиностроение, 1972. 672 с.

14. Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика: учебник для вузов. М.: Химия, 2000. 568 с.

#### Original Paper

UDC 622.272:516.02 © S.V. Cherdantsev, P.A. Shlapakov, S.I. Goloskokov, D.N. Batrakov, V.V. Kolykhalov, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 27–32  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-27-32>

#### Title

**DETERMINATION OF PARAMETERS AND THICKNESS OF THE DEFLAGRATION PROCESS FRONT IN GAS-AIR MIXTURES OF MINE WORKINGS**

#### Authors

Cherdantsev S.V.<sup>1</sup>, Shlapakov P.A.<sup>1</sup>, Goloskokov S.I.<sup>1</sup>, Batrakov D.N.<sup>1</sup>, Kolykhalov V.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>“Scientific Centre “VostNIi” for Industrial and Environmental Safety in Mining Industry” JSC, Kemerovo, 650002, Russian Federation

#### Authors Information

**Cherdantsev S.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Chief Researcher, e-mail: svch01@yandex.ru

**Shlapakov P.A.**, PhD (Engineering), Laboratory Head, e-mail: shlapak1978@mail.ru

**Goloskokov S.I.**, PhD (Engineering), Laboratory Head, e-mail: s.goloskokov@nc-vostnii.ru

**Batrakov D.N.**, Laboratory Head, e-mail: vostonii-bvr@yandex.ru

**Kolykhalov V.V.**, Deputy Head of Laboratory, e-mail: x77kem@mail.ru

#### Abstract

During the operation of treatment and sinking complexes in coal mines, dust is formed, and methane is released from the chipped coal. Methane and dust mixed by air flows in the atmosphere of mining workings form gas-and dust-gas-air mixtures that are predisposed to chemical reactions that manifest themselves in the form of deflagration or detonation, which in coal mines can lead to very serious accidents. In this paper, we consider a hypothetical deflagration process in a gas-air mixture of a mining mine. The parameters of the mixture behind the chemical reaction front are found and its thickness is calculated. Graphs of the dependence of the mixture parameters on the dimensionless coordinate within the thickness of the front are constructed and the regularities of the distribution of the parameters of the gas-air mixture over the thickness of the front are revealed.

#### Keywords

Mining operations, Gas-air mixtures, Laws of conservation of mass, Momentum and energy, Poisson's adiabatic index, Mach and Damkeler numbers, Arrhenius and Mendeleeev – Clapeyron laws.

#### References

1. Bolshinskiy M.I., Lysikov B.A. & Kaplyhin A.A. Gas dynamic phenomena in mines. Sevastopol, Veber Publ., 2003, 284 p. (In Russ.).
2. Zykov V.S. On the mechanism of formation of an outburst situation in the treatment face of a coal mine. *Markshejderskiy vestnik*, 2016, (5), pp. 44–48. (In Russ.).
3. Cherdantsev N.V. On one approach to the calculation of coal emission from a gas-bearing formation containing geological disturbances. *Bezopasnost' Truda v Promyshlennosti*, 2019, (8), pp. 13–18. (In Russ.).

4. Cherdantsev S.V., Cherdantsev N.V., Li Hee Un et al. Determination of gas blowing emission parameters from coal massif into mine openings. *Bulleten Scientific Center for the Safety in the Coal Industry*, 2017, (1), pp. 26–33. (In Russ.).

5. Cherdantsev S.V., Li Hee Un, Filatov Yu.M. et al. Procedure analysis of burning out the poor dispersion dust-gas-air mixtures moving in mine opening airflows. *Chemical physics and mesoscopy*, 2017, (4), pp. 513–523. (In Russ.).

6. Cherdantsev S.V., Li Hee Un, Filatov Yu.M. et al. Combustion of fine dispersed dust-gas-air mixtures in underground workings. *Journal of Mining Science*, 2018, Vol. 54(2), pp. 339–346.

7. Kurlenya M.V. & Skritsky V.A. Methane Explosions and Causes of Their Origin in Highly Productive Sections of Coal Mines. *Journal of Mining Science*, 2017, Vol. 53(5), pp. 861–867.

8. Bykovskiy F.A., Zhdan S.A. & Vedernikov E.F. Continuous detonation of methane/hydrogen-air mixtures in an annular cylindrical combustor. *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 2018, Vol. 54(4), pp. 472–481.

9. Ershov A.P. & Rubtsov I.A. Detonation of low-density explosives. *Combustion, Explosion, and Shock Waves*, 2019, Vol. 55(1), pp. 114–120.

10. Frank-Kamenetsky D.A. Diffusion and heat transfer in chemical kinetics. Moscow, Nauka Publ., 1987, 502 p. (In Russ.).

11. Bartlyme F. Gorenje gasdynamics. Moscow, Energoizdat Publ., 280 p. (In Russ.).

12. Ovsyannikov L.V. Lectures on the basics of gas dynamics. Moscow–Izhevsk, Institute of computer research, 2003, 336 p. (In Russ.).

13. Vukalovich M.P. & Novikov I.I. Thermodynamics. Textbook for universities. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1972, 672 p. (In Russ.).

14. Denisov E.T., Sarkisov O.M. & Lichtenstein G.I. Chemical kinetics: Textbook for universities. Moscow, Chemistry Publ., 2000, 568 p. (In Russ.).

#### For citation

Cherdantsev S.V., Shlapakov P.A., Goloskokov S.I., Batrakov D.N. & Kolykhalov V.V. Determination of parameters and thickness of the deflagration process front in gas-air mixtures of mine workings. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 27–32. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2021-7-27-32](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-27-32).

#### Paper info

Received March 30, 2021

Reviewed May 28, 2021

Accepted June 15, 2021

#### SAFETY

# Метод учета аэродинамических параметров выработанных пространств в моделях шахтных вентиляционных систем\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-33-38>

## КОЛЕГОВ Г.А.

Аспирант кафедры математической физики  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский государственный университет» (ТГУ),  
634050, г. Томск, Россия,  
e-mail: zergferr@gmail.com

## КРАЙНОВ А.Ю.

Заведующий кафедрой математической физики  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский государственный университет» (ТГУ),  
634050, г. Томск, Россия,  
e-mail: akrainov@ftf.tsu.ru

Выработанные пространства угольных шахт являются важным элементом рудничных вентиляционных сетей. В статье предложен метод включения выработанных пространств угольных шахт в математические модели шахтных вентиляционных систем посредством представления пористой среды сетью фиктивных ветвей, учитывающих свойства элементарных репрезентативных объемов. Аэродинамические параметры фиктивных ветвей предлагается вычислять с использованием квадратичных сопротивлений, соблюдая законы Кирхгофа. Обоснован и верифицирован способ расчета аэродинамических сопротивлений ветвей выработанных пространств согласно формуле Эргуна. Разработанный метод задания аэродинамического сопротивления выработанного пространства был применен для оценки градиентов давления в выбранном выработанном пространстве шахты «Распадская», для которого имеются измеренные значения перепадов давления. Приведены результаты расчетов. Определена практическая значимость полученных результатов, обозначены пути дальнейшего развития методологии.

**Ключевые слова:** вентиляция, вентиляционная сеть, математическая модель, выработанное пространство, аэродинамическое сопротивление.

**Для цитирования:** Колегов Г.А., Крайнов А.Ю. Метод учета аэродинамических параметров выработанных пространств в моделях шахтных вентиляционных систем // Уголь. 2021. № 7. С. 33-38. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-33-38.

## ВВЕДЕНИЕ

Математическое моделирование является неотъемлемой частью современных производственных процессов. Моделирование шахтовой вентиляции решает задачи как организации обеспечения объектов проветривания требуемыми расходами воздуха, так и разработки планов ликвидации аварий. От качества моделей зависит эффективность мероприятий, разрабатываемых на их основе. Качество определяется условиями и объектами, учитываемыми моделями, а также соответствием вводных данных и получаемых результатов фактически наблюдаемой ситуации в шахте. Помимо этого, инструменты и методы моделирования, широко применяемые на горнодобывающих предприятиях, должны обладать достаточной простотой при сохранении определенного уровня точности и не быть требовательными к вычислительным мощностям. Программный комплекс «Вентиляция 2» [1], наиболее распространенный на Российских предприятиях подземной угледобычи, соответствует этим требованиям, позволяя пользователю решать широкий спектр задач аэродинамики в масштабах шахтной вентиляционной сети (ШВС). В программном обеспечении (ПО) [1] вентиляционные сети представлены связным ориентированным графом, в котором соблюдаются законы сетей (нулевая сумма входящих в узел и исходящих из него объемных расходов и нулевая сумма депрессий замкнутого контура), а также закон сохранения энергии. При этом депрессия  $i$ -й ветви в контуре определяется в соответствии с выражением:

$$h_i = R_i Q_i^2 \quad (1)$$

где  $Q_i$  – объемный расход в ветви  $i$ , м<sup>3</sup>/с;  $R_i$  – аэродинамическое сопротивление ветви  $i$ , кмюрг;  $h_i$  – перепад давления (депрессия) в ветви  $i$ , даПа.

Выражение (1) называют квадратичным законом сопротивления, описывающим движение воздушных потоков по горным выработкам при развитом турбулентном режиме [1]. В таком подходе величину сопротивления определяют геометрические формы каналов, и не учитываются вязкие трения слоев потока. Аэродинамические со-

\* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках выполнения государственного задания № 0721-2020-0036.

противления определяются прямыми замерами во время воздушно-депресссионных съёмок, а также расчетным путем на основании экстраполяции коэффициентов аэродинамических сопротивлений, полученных эмпирическим путем для характерных типов выработок.

Выработанные пространства угольных шахт, применяющих столбовую систему разработки с полным обрушением, представляют собой пористые среды, в которых преобладают фильтрационные режимы движения газов [2]. Определение аэродинамических параметров выработанных пространств является задачей, решавшейся с момента возникновения рудничной вентиляции как научного направления [3]. На современном этапе преобладает подход к их расчету с использованием средств вычислительной гидродинамики [4, 5, 6, 7, 8]. Данный подход обеспечивает точность вычислений, учитывает взаимодействие выработанного пространства с ШВС в виде данных, задаваемых на основании одноразовых измерений и не позволяет оперативно учитывать изменяющиеся условия в шахте [6]. Существуют исследования, позволяющие учитывать аэродинамику в выработанных пространствах, рассчитываемую методами конечных объемов, в модели ШВС [9, 10]. Однако такие подходы требуют значительных вычислительных мощностей. В настоящей работе представлен метод расчета аэродинамики в выработанном пространстве совместно с расчетом аэродинамики проветривания сети выработок шахты.

### ОПИСАНИЕ МЕТОДА

Для возможности включения выработанного пространства в существующие средства моделирования ШВС необходимо определить метод описания пористой среды выработанных пространств ветвями связанных графов. Для перехода от трехмерной задачи фильтрации потоков через каналы переменного сечения и пространственной ориентации обрушенной среды используем подход репрезентативного элементарного объема, описанный Теруелом и Аддином [11], представленный на рис. 1.

Полагается, что зона  $L$  формируется из участков  $D$ , характеризующихся вариациями размеров структурных элементов выработанного пространства и расстояний между ними  $p$ . Предположим, что один элементарный участок  $D$  с усредненными по нему характеристиками пористости и эквивалентного диаметра структурного элемента может быть представлен ветвью в модели ШВС.

В работе [4] сопротивление движению потока в остаточных каналах выработанного пространства задано формулой Эргуна:

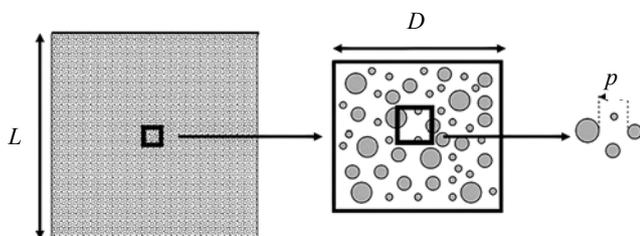


Рис. 1. Формирование зоны выработанного пространства из элементарных объемов

$$\frac{\Delta p}{L} = \frac{150\eta u(1-\varepsilon)^2}{d_s^2 \varepsilon^3} + \frac{1,75\rho u^2(1-\varepsilon)}{d_s \varepsilon^3}, \quad (2)$$

где  $\eta$  – динамическая вязкость, Па·с;  $\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $u$  – скорость фильтрации, м/с;  $\varepsilon$  – пористость;  $d_s$  – эквивалентный диаметр структурного элемента, м.

Первое слагаемое в выражении обозначим линейным удельным падением давления, а второе – квадратичным удельным падением давления. Предположим, что выражение (2) возможно использовать для расчета интегральных аэродинамических сопротивлений фиктивных ветвей выработанного пространства в квазистационарной постановке задачи с целью включения этих ветвей в общую модель вентиляционной сети. Все средства моделирования шахтной вентиляции используют в настоящий момент квадратичные сопротивления. Предполагая типичные условия эксплуатации шахт, оценим влияние каждой переменной в уравнении Эргуна на результирующие удельные потери давления при фиксированных значениях других величин. Динамическая вязкость и плотность изменяются в зависимости от температуры при постоянном давлении. Динамическая вязкость определяется выражением:

$$\eta = \eta_0 \frac{T_0 + C}{T + C} \left( \frac{T}{T_0} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (3)$$

где  $\eta_0$  – величина вязкости при температуре  $T_0$ , Па·с;  $T$  – температура, К;  $T_0$  – контрольная температура,  $T_0 = 291,15$  К;  $C$  – постоянная Сазерленда, для воздуха  $C = 120$  К.

Плотность изменяется в зависимости от температуры в соответствии с уравнением состояния идеального газа:

$$\rho = \frac{pM}{RT}, \quad (4)$$

где  $p$  – давление, Па;  $M$  – молярная масса, кг/моль;  $R$  – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К).

Проведем оценку вклада первого слагаемого в выражении (2) в общую величину удельного падения давления. Запишем отношение первого слагаемого ко второму, получим выражение:

$$A = \frac{150\eta(1-\varepsilon)}{1,75d_s \rho u}. \quad (5)$$

Оценим максимальную величину (5) в интервалах изменения переменных, входящих в (5):  $10 \leq T \leq 29^{\circ}\text{C}$ ;  $0,1 \leq u \leq 1$  м/с;  $0,1 \leq \varepsilon \leq 0,9$ ;  $0,2 \leq d_s \leq 5,0$  м. Такие интервалы выбраны исходя из характерных величин для обрушенного пространства [12, 13]. При изменении температуры в выбранном интервале вязкость газа (3) изменяется в интервале  $1,787 \cdot 10^{-5} \leq \eta \leq 1,881 \cdot 10^{-5}$  Па·с, плотность газа (4)  $1,235 \geq \rho \geq 1,157$  кг/м<sup>3</sup>. Выбирая крайние значения величин из выбранных интервалов их изменения, которые приводят к получению максимального значения величины  $A$ , получим:

$$A = \frac{150 \cdot 1,881 \cdot 10^{-5} (1-0,1)}{1,75 \cdot 0,2 \cdot 1,157 \cdot 0,1} = 0,0627.$$

Первое слагаемое выражения (2) в интервале выбранных значений параметров обрушенной среды не превышает 6,27%. Изменение температуры через изменение динамической вязкости и плотности влияет на изменение удельных перепадов давления в наименьшей степени.

Поэтому принимаемый в рамках модели всей ШВС изотермический режим позволяет без значительной для конечного результата погрешности рассматривать эти величины постоянными. Следовательно, в рамках общей ШВС, в которой используется квадратичный закон сопротивления, формулу Эргуна можно использовать в следующем виде:

$$\frac{\Delta p}{L} = \frac{1,75\rho u^2(1-\varepsilon)}{d_3\varepsilon^3} \quad (6)$$

Предполагая постоянными плотность газовой смеси, а также скорость в фиктивных ветвях, получим удельное падение давления, зависящее от параметров выработанного пространства: приведенной пористости и эквивалентного диаметра структурных элементов. На рис. 2 приведена зависимость удельных квадратичных падений давления от эквивалентного диаметра ( $\Delta P_d$ ) при постоянной пористости и падений давления от пористости при постоянном эквивалентном диаметре ( $\Delta P_\varepsilon$ ).

Из рис. 2 следует, что в максимально зажатой среде больший вклад в изменение давления вносит пористость, при увеличении пористости и эквивалентного диаметра эквивалентный диаметр вносит более значимый вклад.

Разделив выражение (6) на квадрат расхода воздуха и переведя перепад давлений в декапаскалы (даПа), получим формулу для вычисления удельного сопро-

тивления фиктивных ветвей выработанного пространства, зависящего от распределения пористости вдоль выемочного столба:

$$R_{y\partial} = \frac{2,8\rho(1-\varepsilon)}{\pi^2 d_3^5 \varepsilon^3} \quad (7)$$

Такая форма выражения сопротивления пригодна для использования в программных продуктах, использующих квадратичный закон перепадов давлений, в частности, в ПО «Вентиляция». Предполагается задание сетки с шагом, меньшим характерного изменения величины пористости вдоль выемочного столба. Пористость возможно вычислять на основании экспорта из специализированного геомеханического ПО наподобие FLAC3D либо вычислять на основании изменения коэффициента проницаемости, определяемого по соответствующим методикам [4, 11, 12, 13].

### АПРОБАЦИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ

Разработанный метод задания аэродинамического сопротивления выработанного пространства был применен для оценки градиентов давления в выработанных пространствах выемочных столбов, включенных в общую модель ШВС. Для выработанного пространства лавы № 5а-7-34 шахты «Распадская» было сделано предположение о равномерном распределении пористости по ширине столба и переменным по его длине. Удельные сопротивления рассчитывались для каждого значения пористости, присвоенного фиктивным ветвям расчетной сети на основании (7) и приведены в табл. 1.

Шаг сетки принимался равным около 30 м. На рис. 3 приведено принятое распределение пористости выработанного пространства, рис. 4 иллюстрирует результирующее

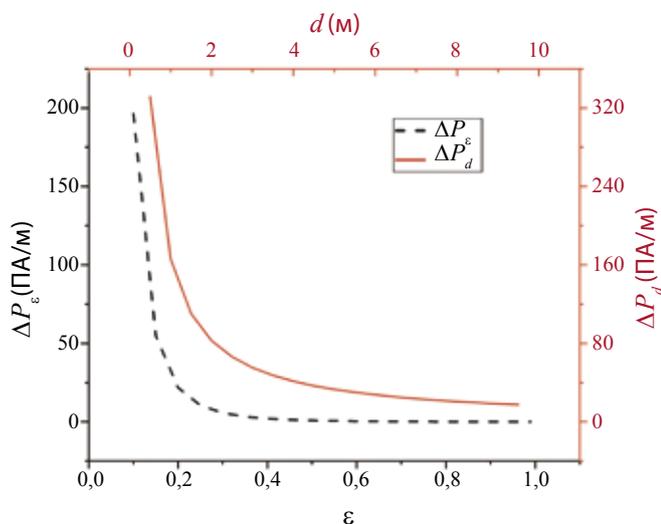


Рис. 2. Изменение квадратичного удельного падения давления

Таблица 1  
Значения удельных сопротивлений, используемые в расчетной сети выработанного пространства лавы № 5а-7-34

Пористость $\varepsilon$	Эквивалентный диаметр $d$ , м	$R_{y\partial}$ , кц
0,6	3,0	0,002636
0,5	3,0	0,005694
0,2	2,3	0,543007

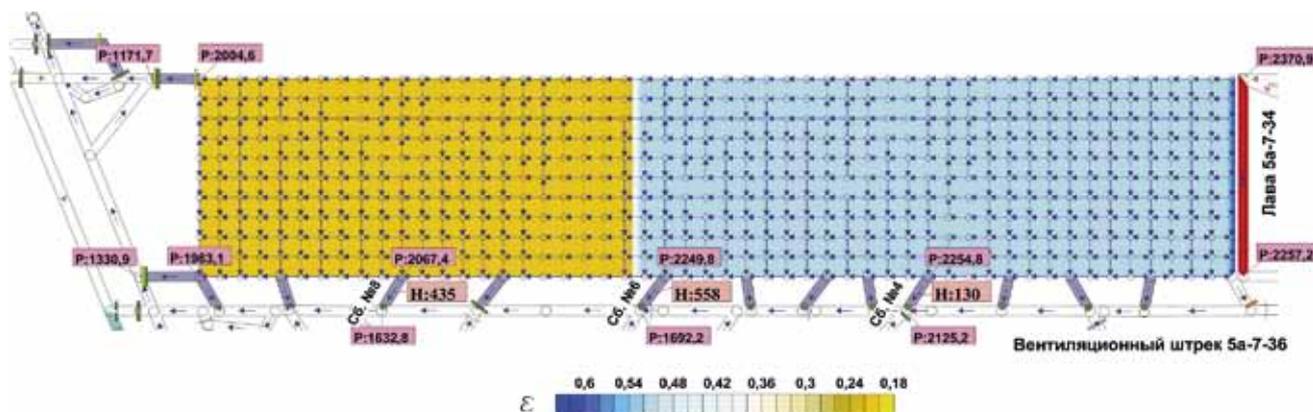


Рис. 3. Моделируемое распределение пористости вдоль выемочного столба 5а-7-34

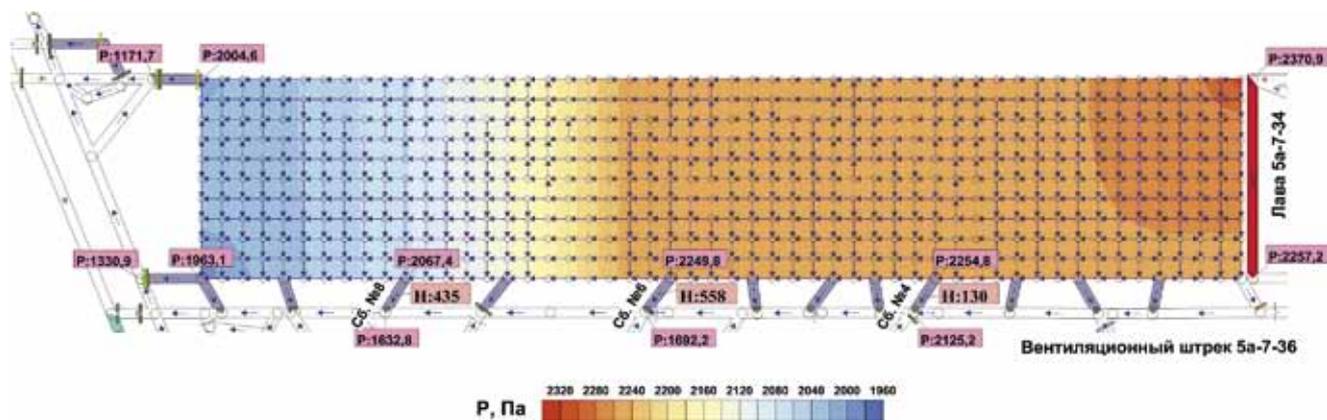


Рис. 4. Распределение избыточных давлений вдоль выемочного столба 5а-7-34

распределение избыточного давления в выработанном пространстве.

Как следует из результатов, вслед за пористостью, падение давления распределено равномерно вдоль отработанной части выемочного столба. При этом избыточное давление в действующих выработках варьируется от 2371 до 1172 Па, а давление внутри столба падает от 2317,6 до 1963,1 Па.

Единственным способом контроля расчетных характеристик выработанного пространства являются сопоставление расчетных перепадов давления на изоляционных перемычках в сбойках с фактическими значениями, предполагая, что распределение перепадов давлений в действующих выработках также соответствует действительности. Изменения перепадов давлений на перемычках также можно использовать для оценки реакции моделируемой пористой обрушенной среды на изменения во внешнем контуре, а также для моделирования связей выработанного пространства с атмосферой или выработками, пройденными по пластам-спутникам. Полученные перепады давлений на перемычках и расходы, а также результаты расчета депрессий на перемычках в модели и показания датчиков СКПА, усредненные за неделю, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Распределение перепадов давлений и расходов на контролируемых перемычках

Название	Расход, м³/с	Депрессия из расчета по модели, Па	Депрессия на датчиках СКПА, Па
Сбойка №4	0,24	130	100
Сбойка №6	0,50	558	600
Сбойка №8	0,44	435	400

Одновременно расходы служат способом контроля направления утечки – при его изменении расходы станут отрицательными. Для верификации полученных в модели ШВС значений использовались данные системы станций контроля параметров атмосферы (СКПА), применяющейся на шахте «Распадская». На рис. 5 приведены изменения перепада давления на перемычках в сбойках № 4, № 6 и № 8 между вентиляционным штреком № 5а-7-36 и конвейерным штреком № 5а-7-34.

В рамках погрешностей датчиков СКПА можно говорить о совпадении расчетных значений с усредненными по времени данными о фактических перепадах давлений на контролируемых перемычках.

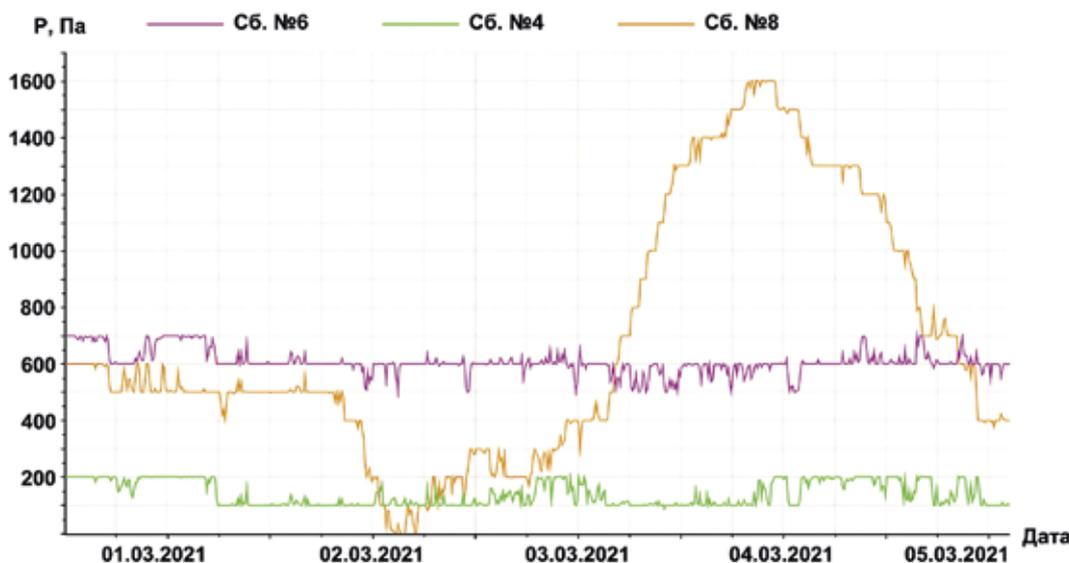


Рис. 5. Перепады давлений на контролируемых СКПА перемычках, Па

## ВЫВОДЫ

Предложен метод включения выработанных пространств угольных шахт в математические модели шахтных вентиляционных систем посредством представления пористой среды сетью фиктивных ветвей, учитывающих свойства элементарных репрезентативных объемов. Обоснован и верифицирован способ расчета аэродинамического сопротивления ветвей выработанных пространств.

Использование подхода разделения пористой среды выработанного пространства на репрезентативные элементарные объемы позволяет моделировать аэродинамику в выработанном обрушенном пространстве с использованием ПО «Вентиляция».

Численный анализ формулы Эргуна демонстрирует вклад сил вязкости, не превышающий 6,5% в суммарные удельные потери давления при скоростях фильтрации, составляющих десятки сантиметров в секунду, что позволяет использовать лишь квадратичное слагаемое для оценки градиентов давления в сети фиктивных ветвей выработанного пространства. Факторами, определяющими сопротивление выработанного пространства, являются распределения пористостей и эквивалентных диаметров структурных элементов.

При включении выработанных пространств в модели шахтных вентиляционных систем верифицируемыми индикаторами адекватности расчетов являются перепады давлений на перемычках, отделяющих выработанное пространство от действующих выработок.

## Список литературы

1. Палеев Д.Ю., Лукашов О.Ю. Программа расчета вентиляционных режимов в шахтах и рудниках // Горная промышленность. 2007. № 6. С. 20-23.
2. Ушаков К.З. Аэромеханика вентиляционных потоков в горных выработках. М.: Недра, 1975. 167 с.
3. Скочинский А.А., Комаров В.Б. Рудничная вентиляция. М.-Л.: Углетехиздат, 1949. 442 с.
4. Кобылкин С.С. Обоснование метода расчета параметров вентиляции шахт на основе объемного моделирования аэрогазодинамических процессов: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.26.03: защищена 2011 / С.С. Кобылкин. М., 2011. 161 с.

5. Говорухин Ю.М., Фрянов В.Н., Палеев Д.Ю. Численное моделирование взаимодействующих геомеханических и аэродинамических процессов на выемочном участке // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2019. Вып. 2. С. 288-299.

6. Gilmore R.C. Computational fluid dynamics modeling of underground coal longwall gob ventilation systems using a developed meshing approach. Dr. Mechanical Engineering diss. Colorado School of Mines, 2015. 280 p. URL: <http://hdl.handle.net/11124/20176> (дата обращения: 15.06.2021).

7. Lolon S. Computational Modeling of Barometric Pressure Fluctuation Effects on Explosive Methane-Air Mixtures in a Longwall Mine Gob. PhD (Mining and Earth Systems Engineering) diss., 2017. 190 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.22535.19360>.

8. Jing Shen, Mingran Chang. Effect of nitrogen injection on the variation of oxidation in coal mine gob based on numerical simulation // The Open Fuels and Energy Science Journal. 2016. Vol. 9. P. 47-54.

9. Wedding W.C. Multiscale modeling of mine ventilation system and flow through the gob. Dr. of Philosophy diss. Lexington, Kentucky, 2014. 249 p. URL: [https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=mng\\_etds](https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=mng_etds) (дата обращения: 15.06.2021).

10. Wu F-I, Luo Y, Chang X-t. Coupling simulation model between mine ventilation network and gob flow field. The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2019. URL: <https://www.researchgate.net/publication/337580509> (дата обращения: 15.06.2021).

11. Teruel E.F., Uddin R. Macroscopic modeling of turbulence in porous media flows, Mecánica Computacional Vol. XXVII, págs. San Luis, Argentina, 2008. P. 265-280.

12. Long Fan, Shimin Liu. A conceptual model to characterize and model compaction behavior and permeability evolution in coal mine gobs // International Journal of Coal Geology. 2017. Vol. 172. P. 60-70.

13. Петушкев Б.Л. Решение трехмерной задачи газовой динамики и переноса метана в угольной шахте с использованием параллельных вычислений. Дис. ...канд. физ.-мат. наук: спец. 01.02.05: защищена 2010 / Б.Л. Петушкев. Томск, 2010. 150 с.

Original Paper

UDC 533.6:622.4 © G.A. Kolegov, A.Yu. Krainov, 2021

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 33-38

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-33-38>

## Title

**METHOD TO ACCOUNT FOR AERODYNAMIC PARAMETERS OF MINED-OUT SPACES IN MODELS OF MINE VENTILATION SYSTEMS**

## Authors

Kolegov G.A.<sup>1</sup>, Krainov A.Yu.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University, Tomsk, 634050, Russian Federation

## Authors Information

**Kolegov G.A.**, Postgraduate student of Mathematical physics department, e-mail: [zergferr@gmail.com](mailto:zergferr@gmail.com)

**Krainov A.Yu.**, Head of Mathematical physics department, e-mail: [akrainov@ftf.tsu.ru](mailto:akrainov@ftf.tsu.ru)

## Abstract

Underground coal mines' gob regions are an integral part of the ventilation process. The paper proposes an approach to incorporating isolated gob regions within longwall coal mines into mine ventilation network models by ascribing elementary representative volumes' properties to virtual edges

SAFETY

to simulate porous media. Aerodynamic properties of the virtual edges are determined by their quadratic resistances in accordance with Krchhoff's laws. A way to calculate the aerodynamic resistances of the virtual edges using Ergun's formula is determined and verified by comparing the results with factual pressure differences on stoppings in the «Raspadskaya» underground mine. The practical significance of the results is considered and the ways to improve the methodology in the future are proposed.

**Keywords**

Ventilation, Mine ventilation network, Mathematical model, Gob, Aerodynamic resistance.

**References**

1. Paleev D.Yu. & Lukashov O.Yu. Software for calculation of ventilation modes in soft-rock and hard-rock underground mines. *Gornaya promyshlennost'*, 2007, (6), pp. 20-23. (In Russ.).
2. Ushakov K.Z. Aeromechanics of ventilation air flows in mine excavations. Moscow, Nedra Publ., 1975, 167 p. (In Russ.).
3. Skochinsky A.A. & Komarov V.B. Mine Ventilation. Moscow-Leningrad, Uglechekhizdat Publ., 1949, 442 p. (In Russ.).
4. Kobylkin S.S. Justification of a method to calculate mine ventilation parameters based on 3D modeling of aerogasdynamic processes. PhD (Engineering) diss. Moscow, 2011, 161 p. (In Russ.).
5. Govorukhin Yu.M., Fryanov V.N. & Paleev D.Yu. Numerical modeling of interacting geomechanical and aerodynamic processes in the extraction zone. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta, Nauki o Zemle*, 2019, (2), pp. 288-299. (In Russ.).
6. Gilmore R.C. Computational fluid dynamics modeling of underground coal longwall gob ventilation systems using a developed meshing approach. Dr. Mechanical Engineering diss. Colorado School of Mines, 2015, 280 p. Available at: <http://hdl.handle.net/11124/20176> (accessed 15.06.2021).
7. Lolon S. Computational Modeling of Barometric Pressure Fluctuation Effects on Explosive Methane-Air Mixtures in a Longwall Mine Gob. PhD (Engineering) diss., 2017, 190 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.22535.19360>.

8. Jing Shen & Mingran Chang. Effect of nitrogen injection on the variation of oxidation in coal mine gob based on numerical simulation. *The Open Fuels and Energy Science Journal*, 2016, (9), pp. 47-54.
9. Wedding W.C. Multiscale modeling of mine ventilation system and flow through the gob. Dr. of Philosophy diss. Lexington, Kentucky, 2014, 249 p. Available at: [https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=mng\\_etds](https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1014&context=mng_etds) (accessed 15.06.2021).
10. Wu F.-I., Luo Y. & Chang X.-t. Coupling simulation model between mine ventilation network and gob flow field. The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2019. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/337580509> (accessed 15.06.2021).
11. Teruel E.F. & Uddin R. Macroscopic modeling of turbulence in porous media flows, *Mecánica Computacional*, Vol. XXVII, págs. San Luis, Argentina, 2008, pp. 265-280.
12. Long Fan & Shimin Liu. A conceptual model to characterize and model compaction behavior and permeability evolution in coal mine gobs. *International Journal of Coal Geology*, 2017, (172), pp. 60-70.
13. Petushkevich B.L. Solving a three-dimensional gas dynamics and methane transfer problem in a coal mine using parallel computing. PhD (Engineering) diss. Tomsk, 2010, 150 p. (In Russ.).

**Acknowledgments**

This work was financially supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation as part of State Assignment No. 0721-2020-0036.

**For citation**

Kolegov G.A. & Krainov A.Yu. Method to account for aerodynamic parameters of mined-out spaces in models of mine ventilation systems. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 33-38 (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-33-38.

**Paper info**

Received March 24, 2021

Reviewed June 06, 2021

Accepted June 15, 2021



## Холдинг «СДС-Уголь» выпустил в реки Кузбасса мальков редких пород рыб

**Полугодовых мальков хариуса сибирского, тайменя, ленка тупорылового в рамках программы восполнения водных биологических ресурсов выпустили в притоки реки Томь экологи предприятий АО ХК «СДС-Уголь».**

В мероприятии, которое прошло 20 июня, приняли участие губернатор Кузбасса Сергей Цивилёв и президент Холдинга «Сибирский Деловой Союз», председатель Совета директоров АО ХК «СДС-Уголь» Михаил Федяев. Организаторами выступили АО ХК «СДС-Уголь» и КАО «Азот».

Работы по искусственному воспроизводству популяции исчезающих видов рыб проводятся угольным Холдингом в теплое время года совместно с инспекторами Федерального агентства по рыболовству. Начиная с 2018 г. АО ХК «СДС-Уголь» выпустило в кузбасские реки около 600 тыс. мальков.

«Стоит отметить, что мы не только выпускаем в реки мальков рыб, которые занесены в Красную Книгу, – рассказывает **Любовь Тургенева**, начальник управления экологической безопасности и охраны окружающей среды АО ХК «СДС-Уголь». – Мы принимаем необходимые меры для того, чтобы наши реки стали чище, регулярно проводим экологические акции по очистке водоемов. Это системная работа по снижению негативного воздействия на природу Кузбасса, проводимая в рамках единой ESG-политики Холдинга «СДС-Уголь» и концепции «Чистый уголь – зеленый Кузбасс».

Сохранение экологического баланса, выполнение компенсационных мер, минимизация негативного воздействия на природу являются приоритетными направлениями для АО ХК «СДС-Уголь». С 2018 г. АО ХК «СДС-Уголь» занимает одну из ведущих позиций в рейтинге экологической ответственности горнодобывающих и металлургических компаний Всемирного фонда дикой природы (WWF).



## ЧИСТЫЙ УГОЛЬ – ЗЕЛЕНый КУЗБАСС

# Использование вариации Аллана при обработке измеренных величин параметров рудничной атмосферы и параметров метановоздушной смеси дегазационной системы угольной шахты

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-39-44>

В настоящее время для анализа параметров измерений используется регрессивный метод. Тренды изменения параметров характеризуются линейными, степенными и периодическими функциями, но при таком анализе точность и достоверность прогноза мала, а вероятность ошибки велика. В приборостроении используется наиболее точный метод вариации Аллана, который позволяет выявить тип возникающих стохастических процессов и может быть использован для эмпирической оценки рассеивания (дисперсии) при исследовании параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты. В этом случае представляется возможным выявить вид стохастического процесса, а также учесть его влияние по отклонению моментов проведения измерений и по самим измерениям. Сопоставление процессов, влияющих на измеренные временные ряды параметров, характеризующих массоперенос метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты, в работах отечественных и зарубежных исследований не производилось.

**Ключевые слова:** регрессионный анализ рядов измерений, дегазационные установки и сети, достоверность прогноза, точность измерений, метановоздушная смесь, стохастические процессы, вариация Аллана, эмпирическая оценка рассеивания.

**Для цитирования:** Использование вариации Аллана при обработке измеренных величин параметров рудничной атмосферы и параметров метановоздушной смеси дегазационной системы угольной шахты / В.Н. Захаров, С.С. Кубрин, О.В. Тайлаков и др. // Уголь. 2021. № 7. С. 39-44. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-39-44.

## ВВЕДЕНИЕ

Для анализа полученных временных рядов измерений наиболее часто используется регрессионный анализ, позволяющий оценить влияние одной независимой величины (в данном контексте – рассматриваемых процессов

во времени) на некоторую зависимую переменную параметров, характеризующих работу подсистемы контроля и управления дегазационными установками и подземной дегазационной сетью угольной шахты. Построенные регрессионные модели (линейные и нелинейные) позволя-

## ЗАХАРОВ В.Н.

Доктор техн. наук,  
профессор, чл.-корр. РАН,  
директор ИПКОН РАН,  
111020, г. Москва, Россия,  
e-mail: dir\_ipkonran@mail.ru

## КУБРИН С.С.

Доктор техн. наук, профессор,  
заведующий лабораторией ИПКОН РАН,  
111020, г. Москва, Россия,  
e-mail: kubrin\_s@ipkonran.ru

## ТАЙЛАКОВ О.В.

Доктор техн. наук, профессор,  
генеральный директор  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: tailakov@nc-vostnii.ru

## СОБОЛЕВ В.В.

Доктор техн. наук,  
заместитель генерального директора  
АО «НЦ ВостНИИ»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: Sobolev567@gmail.com

ют предвидеть (предсказать) грядущие изменения величины контролируемого параметра, т.е. построить так называемые тренды их изменений. Полученные тренды можно описать различными математическими зависимостями. В основном тренды изменения параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты характеризуются линейными, степенными и периодическими функциями. Анализ полученной зависимости тренда параметра позволяет заблаговременно выявить неблагоприятные тенденции его изменения и предотвратить или снизить связанные с этим изменением неблагоприятные события или процессы и тем самым предотвратить возникновение инцидентов и аварийных происшествий [1]. К сожалению, прогнозный горизонт (максимально возможный период упреждения прогноза с требуемой точностью изменения величины прогнозируемого параметра) мал. Соответственно точность и достоверность прогноза малы, а ошибка прогноза, наоборот, велика.

**РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ СТОХАСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Сегодня при анализе временных рядов параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты не производится анализ характера или, точнее, причин, определяющих изменения параметров. В первом приближении считается, что изменения появляются вследствие неизвестных случайных стохастических процессов и, следовательно, знание их (прогнозируемых параметров) на следующем интервале времени можно оценить только на основе общих вероятностных оценок, полученных до прогнозного периода. При этом для определения этих вероятностных оценок желательно исключить ошибки и погрешности, вносимые измерениями. Структура и характер ошибок и погрешностей, появляющихся в каналах измерения вследствие случайных стохастических процессов, оказывают существенное влияние на достоверность оценки самой измеряемой величины. Классические методы исследования с целью определения параметров случайных процессов (выборочная дисперсия, спектральная плотность) не всегда позволяют идентифицировать вид этих стохастических процессов и их количественный вклад в конечный результат. При исследовании параметров метановоздушной смеси при дегазации первоначально принимается, что параметры этой метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты независимы. На самом деле это не так. При повышении концентрации одного газа концентрации других газов изменяются, увеличение разряжения ведет к увеличению объемов и падению концентрации метана и т.д. Таким образом, наблюдаются несколько характеристик сложного стохастического процесса, являющегося, по сути, массопереносом с частичным извлечением и последующим смешиванием (разбавлением) метаном газовой смеси в дегазационной системе угольной шахты.

Для решения подобных задач в приборостроении используется метод вариации Аллана (Allan Variance) [2]. Перспективность его применения при анализе временных рядов параметров рудничной атмосферы или параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе уголь-

ной шахты обосновывается тем, что он позволяет выявить тип возникающих стохастических процессов.

При обработке полученных временных рядов изменения параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты используется некоторое среднее значение – математическое ожидание  $M(X)$  вектора  $X$  временного ряда. Математическое ожидание параметра или параметра метановоздушной смеси ( $x$ ) в дегазационной системе угольной шахты – это есть взвешенное по плотности распределение  $f(x)$  на интервале его возможного изменения  $[a, b]$ :

$$M(X) = \int_a^b xf(x)dx. \tag{1}$$

Мерой оценки разброса значений параметра метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты относительно величины ее математического ожидания является дисперсия:

$$D(X) = \int_a^b (x - M(X))^2 f(x)dx. \tag{2}$$

К сожалению, функция плотности  $f(x)$  распределения параметра метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты неизвестна. Тогда предполагается, что функция плотности распределения равномерная, и для нахождения математического ожидания дисперсии используют следующие формулы:

$$M(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n x_i. \tag{3}$$

$$D(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (M(X) - x_i)^2. \tag{4}$$

Для того чтобы оценить теоретическую дисперсию распределения, используют несмещенную (исправленную) дисперсию распределения параметра:

$$D(X) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=0}^n (M(X) - x_i)^2. \tag{5}$$

Кроме этого, возможна оценка дисперсии на основе последовательных разностей измеренных значений параметра:

$$D(X) = \frac{1}{2(n-1)} \sum_{k=2}^{k=n} (x_k - x_{k-1})^2. \tag{6}$$

Сам случайный процесс изменения параметра метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты оценивается с помощью дисперсии  $DX(t)$  и корреляционной функции (связи):

$$R(s, t) = M \{ [X(s) - MX(x)][X(t) - MX(t)] \} \tag{7}$$

В настоящее время наиболее развиты методы оценки дисперсии и корреляционной функции стационарных процессов изменения параметра метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты [3, 4, 5]. В стационарных процессах дисперсия процесса постоянна ( $DX(t) = const$ ), тогда корреляционная функция зависит только от продолжительности прогноза, то есть от разности моментов времени:

$$R(s, t) = R_0(s - t). \tag{8}$$

Для нестационарных процессов изменения параметра метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты такие оценки не годятся. В этом случае при исследовании нестационарного процесса изменения значения параметра необходимо использовать другие оценки. К такой оценке относится вариация Аллана, использующая разности средних значений величины измеряемого параметра (математических ожиданий) происходящего процесса [6]. Эти разности определяют на последовательных интервалах времени проведенных измерений [7, 8]:

$$\sigma_a^2(\tau) = \frac{1}{2(n-1)} \sum_{k=2}^{k=n} (x_k(\tau) - x_{k-1}(\tau))^2, \quad (9)$$

где  $x_k(\tau)$ ,  $k = 1 \dots n$  – средние значения параметра процесса на интервалах  $I_k$  продолжительностью  $\tau$ :

$$I_k = [t_0 + (k-1)\tau, t_0 + k\tau] \quad (10)$$

Описанный метод разделения данных на группы проиллюстрирован на рис. 1. При этом градация групп от одной к другой выбирается кратной логарифму по основанию, совпадающему с длиной элементарной группы величин измеренных параметров временного ряда. На практике используют элементарные длины групп в две или в десять измеренных величин параметров временного ряда, чтобы в дальнейшем использовать логарифмы по основанию два или десять. Натуральные логарифмы для вычисления эмпирических вариаций Аллана не подходят потому, что число Эйлера ( $e = 2,718\dots$ ) нецелочисленное.

В этом случае вариация Аллана является эмпирической оценкой рассеивания (дисперсии) при исследовании параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты, позволяющей выявить вид стохастического процесса и учесть его влияние на отклонения моментов проведения измерений и на сами измерения.

В общем случае стохастические процессы, описывающие измерения параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты – спектральные плотности, вследствие влияния случайных стохастических процессов на измерения параметров имеют вид:

$$S(\omega) = c/\omega, \quad (11)$$

где  $c$  – некоторая постоянная. В этом случае, как показано в работе [9], классическая оценка с помощью дисперсии невозможна. Таким образом, вариация Аллана, имеющая более общий вид, чем дисперсия, применяется в областях, где классические оценки дисперсии неприменимы. Легко видеть, что вариация Аллана в некотором смысле является обобщением классической дисперсии.

Для целей анализа процессов, связанных с массопереносом метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты, вариации Аллана следует применять прежде всего, во-первых, в качестве альтернативной оценки дисперсии, во-вторых, как аппарат для выделения из измеренных величин параметров, характеризующих некоторые нестационарные процессы. Первый вариант уже давно используется в математической статистике. Следует отметить, что несмещенная оценка дисперсии является частным случаем вариации Аллана. Она используется при проверке гипотез, например, в критерии Аббе (проверка гипотезы о постоянном среднем или наличии постоянного приращения), также при проверке гипотезы наличия или отсутствия некоррелированных случайных приращений. С помощью вариации Аллана легко исключить систематическую погрешность [10, 11] при оценке дисперсии временного ряда, при этом для некоррелированных данных оценка дисперсии будет несмещенной [12]. Вариация Аллана полезна для определения интервала осреднения измеренных величин параметра.

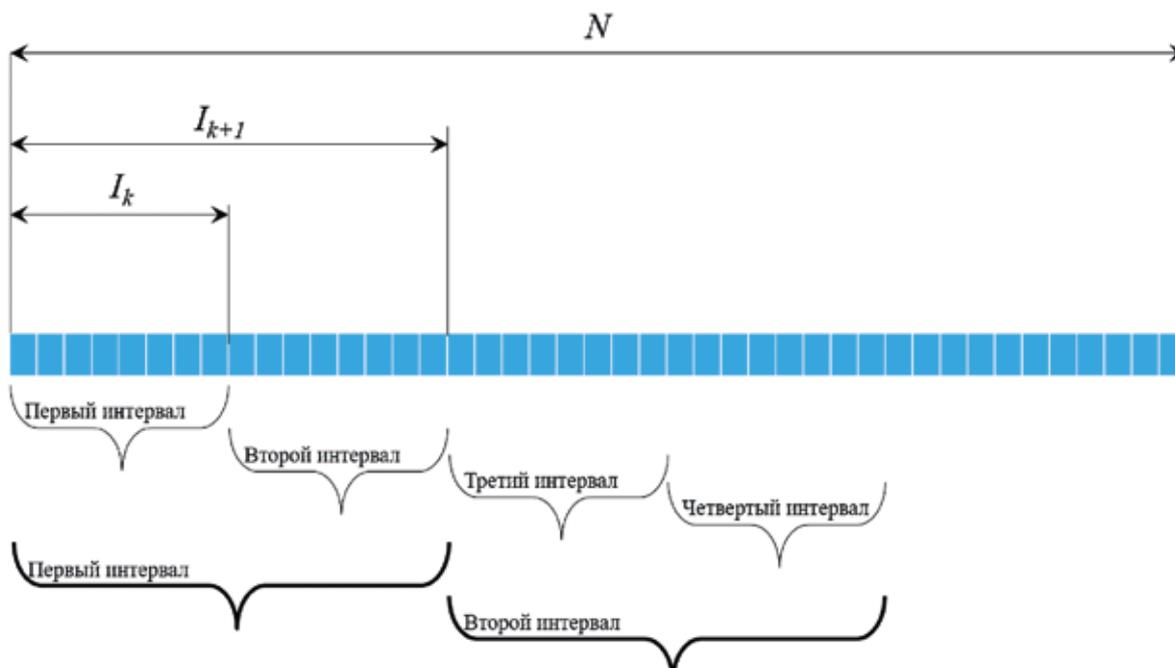


Рис. 1. Схема формирования структур данных для вычисления вариации Аллана

Математический аппарат вариации Аллана при анализе процессов, по измеренным временным рядам параметров, характеризующих массоперенос метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты, необходимо использовать для декомпозиции стохастического процесса на ряд составляющих в следующей последовательности. Первоначально необходимо произвести разложение исследуемого процесса на некоторые типичные составляющие с известными корреляционными функциями. Для этого можно использовать описания в полиномиальном виде квазидетерминированных процессов. Далее, произвести исследование поведения вариации Аллана полученных типичных составляющих в зависимости от продолжительности отрезков времени  $t$ . Произвести анализ полученной вариации Аллана по обработке экспериментальных данных параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты с выявления типичных, наиболее значимых стохастических процессов и определения их математических параметров. И, наконец, применение полученных видов типичных стохастических процессов во временных рядах параметров с целью прогнозирования и текущей оценки риска инцидентов и аварийных происшествий [13, 14, 15, 16, 17].

Важным вопросом остается выбор типичных стохастических процессов, присутствующих во временных рядах наблюдаемых параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты. В целом изменение параметров метановоздушной смеси представляет собой последовательность случайных процессов, то есть это стохастический процесс, описываемый броуновским движением (Винеровский процесс). Так как все первичные преобразователи датчиков представляют собой некоторые аналоговые электронные устройства, то для учета и последующего анализа погрешностей, возникающих вследствие неоднородности проводящей среды систем мониторинга, необходимо учитывать возникающий в системе, осуществляющей мониторинг параметров дегазационной системы, стохастический процесс, называемый «розовым шумом» – фликкер-шум. Для учета влияния внешних помех от различных электрических машин и механизмов, расположенных в угольных шахтах, требуется учитывать процессы, результат которых проявляется в виде случайной стационарной помехи, то есть стохастический процесс, называемый «белым шумом». Для этих трех типовых стохастических процессов должны быть вычислены их математические ожидания вариации Аллана  $M\sigma_a^2(\tau)$  как функции выбранных временных отрезков  $\tau$  и параметры каждого процесса. Кроме этого, вычисляются эмпирические (по наблюдаемым временным рядам) оценки вариации Аллана по формуле (9). В качестве типовых процессов следует использовать стационарные Марковские процессы. Для всех стационарных процессов со спектральной плотностью  $S(\omega)$  для теоретического определения вариации Аллана справедлива формула:

$$M\sigma_a^2(\tau) = \frac{4}{\pi} \int S(\omega) \frac{[\sin \frac{\omega\tau}{2}]^2}{(\omega\tau)^2} d\omega. \quad (12)$$

Следует отметить, что вариация Аллана не является монотонной (все время либо не убывающей, либо все время не возрастающей) функцией от выбранных временных отрезков  $\tau$  для многих теоретически описанных стационарных процессов. Поэтому для идентификации эмпирически определенной вариации Аллана с одним из таких стационарных стохастических процессов требуются дополнительные исследования. Следует отметить, что сопоставление процессов, влияющих на измеренные временные ряды параметров, характеризующих массоперенос метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты, в работах отечественных и зарубежных исследователей, не производилось. Это по всей видимости, связано со специфичностью математического аппарата вариации Аллана, так как этот аппарат получил развитие в основном в области точного приборостроения и еще не нашел распространения в науках, связанных с горным делом. Обычно исследуемые погрешности измерений [2] представляют в виде разложения на типовые составляющие:

$$x(\tau) = x_1(t) + x_2(t) + x_3(t) + x_4(t) + x_5(t), \quad (13)$$

где  $x_1(t)$  – дрейф показаний, прямо пропорциональный времени (линейный);  $x_2(t)$  – случайное блуждание измеряемого параметра;  $x_3(t)$  – нестабильность нуля прибора измерения;  $x_4(t)$  – случайное блуждание временного интервала измерений;  $x_5(t)$  – шумы, связанные с квантованием выходного сигнала, вызванные разбиением диапазона отсчетных значений сигнала на конечное число уровней и округлением этих значений до одного из двух ближайших к ним уровней.

Всем перечисленным типовым составляющим [2] соответствуют определенные стохастические модели. Набор типовых моделей стохастических процессов (см. таблицу) достаточно полно отражает стохастические процессы, актуальные для практических задач прогнозирования и оценки рисков на основе анализа изменения параметров метановоздушной смеси в дегазационных трубопроводах угольных шахт. Теоретическое разложение вариации Аллана  $M\sigma_a^2(\tau)$  представляется в виде суммы математических ожиданий каждого стохастического процесса:

$$M\sigma_a^2(\tau) = \sum M\sigma_{ai}^2(\tau) = \frac{R^2\tau^2}{2} + \frac{K^2\tau}{3} + \frac{B^2 2 \ln 2}{\pi} + \frac{N^2}{\tau} + \frac{3Q^2}{\tau^2}. \quad (14)$$

Такое разложение вариации Аллана на типовые стохастические процессы является стандартным [2], и для наглядности выражение приводится в графическом виде (рис. 2). Оси берутся в логарифмическом масштабе. Ось абсцисс представляет временные интервалы  $\tau$ , а ось ординат – квадратный корень вариации Аллана –  $\sqrt{\sigma_a^2(\tau)}$  [2].

В целом интерпретация полученных результатов использования вариации Аллана  $\sigma_a^2(\tau)$  при анализе временных рядов измеренных величин параметров метановоздушной смеси в дегазационной системе угольной шахты еще не производилась.

**Модели основных типовых стохастических процессов, влияющих на величины временных рядов и соответствующие теоретические модели**

Обозначение	Наименование стохастического процесса	Модель стохастического процесса	Математическое ожидание вариации Аллана $M\sigma_a^2(\tau)$
$x_1(t)$	Линейный дрейф	$x_1(t) = Rt$	$\frac{R^2 \tau^2}{2}$
$x_2(t)$	Случайное блуждание первого измеряемого параметра или параметра и его производного	Винеровский стохастический процесс с корреляционной функцией $R(s, t) = K^2 \min(s, t)$	$\frac{K^2 \tau}{3}$
$x_3(t)$	Нестабильность нуля датчика	Фликкер-шум со спектральной плотностью $S(\omega) = B/\omega$	$\frac{B^2 2 \ln 2}{\pi}$
$x_4(t)$	Случайное блуждание временного интервала измерений	Белый шум со спектральной плотностью $S(\omega) = N$	$\frac{N^2}{\tau}$
$x_5(t)$	Шумы, связанные с квантованием выходного сигнала	Шум квантования с параметрами масштаба $Q$	$\frac{3Q^2}{\tau^2}$

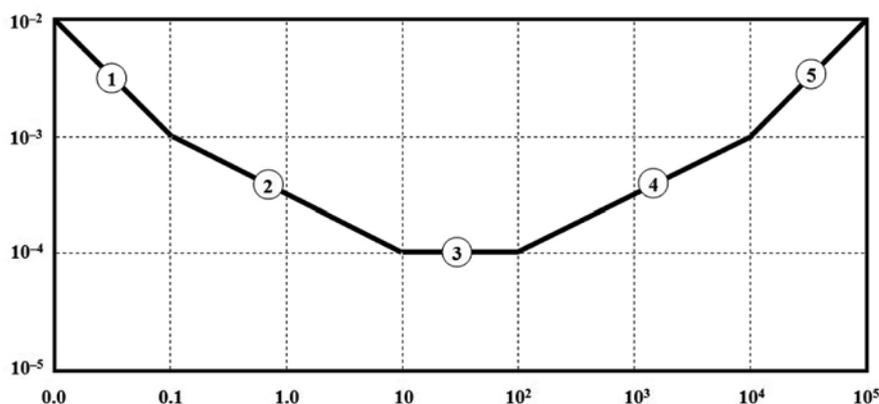


Рис. 2. Графики вариаций Аллана (в логарифмическом масштабе) для типовых стохастических процессов, влияющих на временные ряды измеренных величин параметров: 1 – шумы, связанные с квантованием выходного сигнала; 2 – белый шум; 3 – фликкер-шум; 4 – Винеровский процесс; 5 – линейный дрейф

**ВЫВОДЫ**

В данной статье приводятся результаты анализа временных рядов с целью выявления составляющих процесса. Проведенный анализ не претендует на строгость и четкость, но используемый метод дает хорошую качественную картину протекания процесса. Строго говоря, метод вариации Аллана следует относить к предварительным этапам статистического анализа. Для получения более основательных и подтвержденных результатов необходимо привлекать информацию, учитывающую специфику вопросов массопереноса метановоздушной смеси. Таких данных и накопленного опыта анализа данных по влиянию различных стохастических процессов (Винеровский процесс, фликкер-шум, белый шум и другое) на формирование временных рядов измеренных величин параметров метановоздушной смеси на сегодняшний день нет.

**Список литературы**

- Glyn Jones. Trolex Group. Cost and Complexity vs Health and Safety // American coal. January/February 2019. Vol. 28. N 1. P. 22–25.
- IEEE Std 1554-2005 IEEE recommended practice for inertial sensor test equipment, instrumentation, data acquisition, and analysis. [Электронный ресурс]. URL: IEEE 1554-2005 (techstreet.com) (дата обращения: 15.06.2021).

- Кramer Г., Лидбеттер М. Стационарные случайные процессы. М.: Мир, 1969.
- Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. М.: Наука, 1968. 464 с.
- Яглом А.М. Корреляционная теория стационарных случайных функций. Л.: Гидрометеиздат, 1981.
- Аллан Д.У. Вариации Аллана: история создания, преимущества и недостатки, основные области применения / XXII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. СПб.: ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2015.
- Allan D.W. Statistics of atomic frequency standards // Proceedings of the IEEE. 1966. Vol. 54. N 2. P. 221.
- Barnes J.A., Allan D.W. A Statistical model of Flicker noise // Proceedings of the IEEE. 1966. Vol. 54. N 2.
- Barnes J.A. Atomic timekeeping and statistics of precision signal generators // Proceedings of the IEEE. 1966. Vol. 54. N 2.
- Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений. М.: Физматгиз, 1962.
- Браунли К.А. Статистическая теория и методология в науке и технике. М.: Наука, 1977.
- Аллан Д.У. Вариации Аллана: история создания, преимущества и недостатки, основные области применения // Гироскопия и навигация. 2015. № 4(91).

13. Mitri, Hani S. Special issue on advances in mine safety science & engineering // *International Journal of Mining Science and Technology*. 2017. Vol. 27. P. 589–590.

14. Hani S., Mitri, Beisheng Nie. Special issue on recent advances in mine safety // *International Journal of Mining Science and Technology*. 2019. Vol. 29. P. 527.

15. Li S., Sari Y.A., Kumral M. New approaches to cognitive work analysis through latent variable modeling in mining operations // *International Journal of Mining Science and Technology*. 2019. Vol. 29. P. 549–556.

16. Управление рисками при подземной добыче угля / К.Н. Копылов, И.М. Загоршменный, С.С. Кубрин и др. // *Уголь*. 2016. № 7. С. 39–43. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-7-39-43.

17. Кубрин С.С., Мещеряков Д.А. Система контроля и мониторинга объема газа метана и его концентрации в погашенных пространствах и техногенных коллекторах // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2017. Специальный выпуск № 1. Труды международного научного симпозиума «Неделя горняка – 2017». С. 424–439.

#### Original Paper

UDC 622.41:622.412:622.817.47 © V.N. Zakharov, S.S. Kubrin, O.V. Tailakov, V.V. Sobolev, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 39-44  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-39-44>

#### Title

**USE OF ALLAN VARIATION IN PROCESSING OF MEASURED VALUES OF PARAMETERS OF MINE ATMOSPHERE AND PARAMETERS OF METHANE-AIR MIXTURE OF COAL MINE DEGASSING SYSTEM**

#### Authors

Zakharov V.N.<sup>1</sup>, Kubrin S.S.<sup>1</sup>, Tailakov O.V.<sup>2</sup>, Sobolev V.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences (IPKON RAN), Moscow, 111020, Russian Federation

<sup>2</sup>Scientific Centre "VostNII" for Industrial and Environmental Safety in Mining Industry" JSC, Kemerovo, 650000, Russian Federation

#### Authors Information

**Zakharov V.N.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Corresponding Member of the RAS, Director, e-mail: [dir\\_ipkonran@mail.ru](mailto:dir_ipkonran@mail.ru)

**Kubrin S.S.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the laboratory, e-mail: [kubrin\\_s@ipkonran.ru](mailto:kubrin_s@ipkonran.ru)

**Tailakov O.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, General Director, e-mail: [tailakov@nc-vostnii.ru](mailto:tailakov@nc-vostnii.ru)

**Sobolev V.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Deputy General Director, e-mail: [Sobolev567@gmail.com](mailto:Sobolev567@gmail.com)

#### Abstract

Currently, a regressive method is used to analyze the parameters of measurements. Trends of parameters change are characterized by linear, power and periodic functions, but with such analysis the accuracy and reliability of the forecast is small, and the probability of error is high. Instrumentation uses the most accurate Allan variation method, which allows you to identify the type of stochastic processes that arise and is an empirical assessment of dispersion (dispersion) when studying the parameters of the methane-air mixture in the degassing system of the coal mine and allows you to identify the type of stochastic process, as well as take into account its influence on the deviation of measurement moments and on the measurements themselves. Comparison of processes affecting the measured time series of parameters characterizing the mass transfer of methane-air mixture in the degassing system of the coal mine was not carried out in the works of domestic and foreign researchers.

#### Keywords

Regressive analysis of series of measurements, Degassing plants and networks, Forecast reliability, Measurement accuracy, Methane-air mixture, Stochastic processes, Allan variation, Empirical estimation of dispersion.

#### References

- Glyn Jones. Trolex Group. Cost and Complexity vs Health and Safety. *American coal*, January/February 2019, Vol. 28(1), pp. 22–25.
- IEEE Std 1554-2005 IEEE recommended practice for inertial sensor test equipment, instrumentation, data acquisition, and analysis. [Electronic resource]. Available at: [IEEE 1554-2005 \(techstreet.com\)](http://www.techstreet.com) (accessed 15.06.2021).
- Cramer H., Leadbetter M. R. *Stationary and Related Stochastic Processes*. Moscow, Mir Publ., 1969. (In Russ.).
- Sveshnikov A.A. *Applied methods of the theory of random functions*. Moscow, Nauka Publ., 1968, 464 p. (In Russ.).
- Yaglom A.M. *Correlational theory of stationary random functions*. Leningrad, Hydrometeoizdat Publ., 1981. (In Russ.).

6. Allan D.W. Allan variations: history of creation, advantages and disadvantages, main applications / XXII St. Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems. St. Petersburg, State Research Centre of the Russian Federation, Concern CSRI Elektropribor, JSC, 2015. (In Russ.).

7. Allan D.W. Statistics of atomic frequency standards. *Proceedings of the IEEE*, 1966, Vol. 54(2), pp. 221.

8. Barnes J.A. & Allan D.W. A Statistical model of Flicker noise. *Proceedings of the IEEE*, 1966, Vol. 54(2).

9. Barnes J.A. Atomic timekeeping and statistics of precision signal generators. *Proceedings of the IEEE*, 1966, Vol. 54(2).

10. Linnik Yu.V. *Least Squares Method and Bases of Observational Processing Theory*. Moscow, Fizmatgiz Publ., 1962. (In Russ.).

11. Brownlee K.A. *Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering*. Moscow, Nauka Publ., 1977.

12. Allan D.W. Allan variations: history of creation, advantages and disadvantages, main applications. *Girokopiya i navigatsiya*, 2015, No. 4(91). (In Russ.).

13. Mitri, Hani S. Special issue on advances in mine safety science & engineering. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2017, (27), pp. 589–590.

14. Hani S., Mitri, Beisheng Nie. Special issue on recent advances in mine safety. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2019, (29), pp. 527.

15. Li S., Sari Y.A. & Kumral M. New approaches to cognitive work analysis through latent variable modeling in mining operations. *International Journal of Mining Science and Technology*, 2019, (29), pp. 549–556.

16. Kopylov K.N., Zakorshmennyi I.M., Kubrin S.S. & Korchak A.V. Risk management during underground coal production. *Ugol'*, 2016, (7), pp. 39–43. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2016-7-39-43.

17. Kubrin S.S. & Mescheryakov D.A. System of control and monitoring of methane gas volume and concentration in filled workings and man-made collectors. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2017, Special Issue No.1, Proceedings of the Miner's Week 2017 International Scientific Symposium, pp. 424-439. (In Russ.).

#### For citation

Zakharov V.N., Kubrin S.S., Tailakov O.V. & Sobolev V.V. Use of Allan variation in processing of measured values of parameters of mine atmosphere and parameters of methane-air mixture of coal mine degassing system. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 39-44. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-39-44.

#### Paper info

Received April 15, 2021

Reviewed May 26, 2021

Accepted June 15, 2021

#### SAFETY

# Персонализированная медицина в СУЭК

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-45-51>

*Развитие алиментарно-зависимых заболеваний часто обусловлено генетической предрасположенностью и образом жизни человека. Раннее выявление предпосылок и развивающегося заболевания, а также своевременная профилактика их определяет дальнейшее развитие патологии. Сохранение здоровья персонала в производственных компаниях – это важная социальная и экономическая задача. Так, применение методов ранней диагностики: ДНК и «СКРИН-ФАКС» с последующей коррекцией питания по технологии Nutrilogic в рамках проекта «Персонализированная медицина» в системе охраны здоровья работников здравоохранения СУЭК способствует предотвращению развития острой патологии и снижает риски формирования хронических заболеваний.*

**Ключевые слова:** персонализированная медицина, персонализированное питание, медицина труда, превентивная диагностика, ДНК-диагностика, метод «СКРИН-ФАКС», технология Nutrilogic, скрининг состояния здоровья.

**Для цитирования:** Персонализированная медицина в СУЭК / И.В. Шипилов, В.А. Бетехтина, Л.В. Цай и др. // Уголь. 2021. № 7. С. 45-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-45-51.

## ВВЕДЕНИЕ

Успехи современной медицины позволили значительно увеличить продолжительность жизни населения развитых стран, которая в России достигла 73,4 года. Несмотря на это, сохраняется высокий уровень заболеваемости, инвалидизации и смертности среди трудоспособного населения от алиментарно-зависимых заболеваний (АЗЗ), к которым относят сердечно-сосудистые, многие желудочно-кишечные заболевания; сахарный диабет, а также ряд онкологических болезней. Основной причиной развития данной патологии являются системные нарушения в питании человека.

Физиологически люди приспособлены к высокому уровню физической активности на фоне довольно ограниченного рациона. На протяжении тысячелетий пищу животного происхождения нужно было добыть, а растительную – вырастить и принести к очагу. При таких условиях организм человека адаптировался к физической работе со скудными пищевыми ресурсами и при малейшей возможности запасал энергию в виде жировых отложений как в подкожной клетчатке, так и в стенках сосудов, в клетках печени, вокруг внутренних органов, в околосердечной клетчатке. При этом, если подкожный жир играет

## ШИПИЛОВ И.В.

Канд. мед. наук,  
заместитель начальника  
Управления рисками ПБ, ОТ  
и медицины труда АО «СУЭК»,  
115054, г. Москва, Россия,  
e-mail: ShipilovIV@suek.ru

## БЕТЕХТИНА В.А.

Канд. мед. наук,  
руководитель проектов АО «СУЭК»,  
115054, г. Москва, Россия

## ЦАЙ Л.В.

Канд. мед. наук,  
главный специалист  
Управления рисками ПБ, ОТ  
и медицины труда АО «СУЭК»,  
115054, г. Москва, Россия,  
e-mail: tsaylv@suek.ru

## ПИЛИПЕНКО В.И.

Канд. мед. наук,  
научный сотрудник отделения  
гастроэнтерологии,  
гепатологии и диетотерапии  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,  
109240, г. Москва, Россия

## БОГДАНОВ А.Р.

Доктор мед. наук,  
РНИМУ им. Н.И. Пирогова,  
Российский государственный  
социальный университет,  
117997, г. Москва, Россия

весьма инертную роль, выступая в основном в качестве запаса резервной энергии, то висцеральный жир – это активный нейрогуморальный пул клеток, изменяющий фундаментальные каскадные метаболические реакции, определяя развитие большинства алиментарно-зависимых заболеваний. При этом возрастает риск повышения уровня сахара и холестерина в крови, развиваются артериальная гипертензия, дегенеративно-дистрофические изменения в суставах, жировая болезнь печени и т.д. В итоге с возрастом развивается целый «букет» патологий, которые в свою очередь еще больше ограничивают жизненную активность человека. Для большей части населения развитых стран век «пищевого изобилия» наступил лишь в последние 100-150 лет, а доля людей, занятых физическим трудом, сократилась и продолжает снижаться – поступление энергии с пищей стало стабильно высоким, а ее расход чрезвычайно низким (малоподвижный образ жизни) [1].

Другой значимой проблемой питания современного человека является сокращение видового разнообразия пищи. Каждый биологический вид с точки зрения диетологии – это уникальная комбинация пищевых веществ, и чем шире рацион, тем лучше обеспечение организма в отношении возможностей сохранения постоянства его внутренней среды [2].

### ИССЛЕДОВАНИЯ

Научные исследования конца XX века показали, что рацион питания контингента, работающего на производстве с вредными факторами, должен обладать определенными свойствами: разумное ограничение поваренной соли, правильное соотношение жирных кислот омега-3 и омега-6, полная аминокислотная и витаминная обеспеченность при некотором ограничении углеводного компонента. В СССР для работников вредных производств было разработано специальное лечебно-профилактическое питание (рационы №№ 1, 2, 3, 4, 5), но при этом не учитывались индивидуальные особенности человека, имеющие заболевания и предпочтения в выборе продуктов [3, 4].

Современные нутрициологические исследования показывают огромную роль новых факторов питания, значение которых для увеличения адаптационного потенциала работников вредных производств недооценивалось раньше: биофлавоноидов, селена, железа, меди, отдельных форм пищевых волокон, конъюгатов линолевой кислоты, сапонинов и ряда других. Оптимизация питания по этим компонентам может снижать развитие профессиональных бронхолегочных заболеваний до 30%.

Ключевую роль в адаптации к факторам внешней среды играет именно персонализация питания. Невозможно «универсальной диетой» или «универсальной добавкой к пище» добиться устойчивого результата, однако этого возможно достичь с помощью универсального алгоритма персонализации питания [1].

Доказательная (фундаментальная) диетология основана на физиологических потребностях человека в пищевых веществах и энергии, которые определяются множеством факторов, таких как генетическая предрасположенность, возраст, пол, базальный метаболизм, композиционный состав тела, физическая активность, наличие некоторых хронических заболеваний, пищевая непереноси-

мость отдельных нутриентов, вкусовые пристрастия, пищевое поведение и др.

Современные цифровые возможности анализа пищевого поведения позволяют весьма легко оценить индивидуальные характеристики фактического питания любого человека и мгновенно разработать индивидуальный рецепт безопасного повышения его пищевой ценности, опираясь на весьма ограниченную линейку продуктов с заданным химическим составом. Такой подход позволяет перейти от общих рекомендаций к персонализированным, для каждого конкретного человека, а также прогнозировать заболеваемость в отдельных регионах. И самое главное, это не требует дорогостоящей диагностики, сложной логистики доставки разных нутриентов, а значит, легко исполним, для реального практического применения. Именно в этом направлении развивает свою медицинскую службу АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК), будучи одной из крупнейших угольно-энергетических компаний мира.

### КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЗДОРОВЬЮ

Учитывая, что основой профилактики заболеваний общего генеза являются три главных фактора: сбалансированное питание человека [5], его образ жизни и наследственная предрасположенность [6], в СУЭК разработан и реализуется комплексный подход к здоровью работника, основанный на принципах персонализированной медицины и включающий в себя превентивную диагностику, оценку факторов риска АЗЗ, мотивацию к изменению образа жизни и персонализированную диетологическую помощь. В предложенный комплекс включены следующие методы (рис. 1):

ДНК-метод – направлен на выявление генетической предрасположенности к ключевым АЗЗ, отклонений восприятия чувства голода и насыщения, а также индивидуальную переносимость физических нагрузок;

метод «СКРИНФАКС» – направлен на выявление индивидуальных рисков развития АЗЗ и их доклинических признаков [7];

технология Nutrilogic – позволяет анализировать характер питания человека, выявлять отклонения от нормы и разрабатывать персонализированные рекомендации по их коррекции.

### ДНК-методика

Медицинскими специалистами СУЭК и Basis Genomic Group разработана Генетическая панель, основанная на большой доказательной базе и включающая 61 ген, которые отражают работу геновой сети реальной клинической или лабораторной ситуации. Панель предусматривает три блока:

- рацион питания и оптимальная физическая нагрузка (особенности метаболизма жиров и углеводов, оптимальный вид и интенсивность физической активности, реакция на пищевые продукты (лактоза, глютен, чувствительность к натрию);

- работоспособность и защита организма (прогноз работоспособности, защита организма от токсинов);

- предрасположенность к возрастным заболеваниям (атеросклероз, артериальная гипертензия, сахарный диа-

## Персонализированный подход к здоровью работника



Рис. 1. Схема персонализации медицинского управления здоровьем сотрудников СУЭК

бет второго типа, остеопороз, венозные тромбозы, мужское здоровье (андрогенетическая алопеция, эректильная дисфункция), женское здоровье (ранняя менопауза).

Оценка генетической предрасположенности проводилась в отношении наиболее распространенных причин заболеваний с временной утратой трудоспособности, имеющих алиментарно-зависимый патогенез. Пример результата генетического тестирования представлен на рис. 2.

На рис. 3 представлены данные статистической обработки результатов генетического исследования, проведенного на одном из предприятий. Проведение сравнительного статистического анализа результатов генетического исследования в разных регионах позволит организовать компенсацию дефицита в питании микроэлементов и витаминов при приготовлении блюд в условиях пунктов питания на производственных предприятиях.

**Метод «СКРИНФАКС»**

Исследование проводится на диагностической системе «Скрининг-анализатор заболеваний внутренних органов методом информационного анализа электрокардиосигналов».

Группа генов	Генетический риск	Описание
Предрасположенность к ожирению	Низкий (зеленый)	Риск не повышен
Реакция на пищевые продукты	Высокий (красный)	Риск высокий
Прогноз работоспособности	Повышенный (зеленый)	Работоспособность повышенная
Защита организма от токсинов	Повышенный (оранжевый)	Риск повышен
Предрасположенность к атеросклерозу	Повышенный (оранжевый)	Риск повышен
Предрасположенность к артериальной гипертонии	Высокий (красный)	Риск высокий
Предрасположенность к сахарному диабету 2 типа	Повышенный (оранжевый)	Риск повышен
Предрасположенность к остеопорозу	Низкий (зеленый)	Риск не повышен
Предрасположенность к венозным тромбозам	Низкий (зеленый)	Риск не повышен
Предрасположенность к возрастным заболеваниям мужчин	Высокий (красный)	Риск высокий

Рис. 2. Пример результата генетического тестирования сотрудника СУЭК



Рис. 3. Пример статистической визуализации

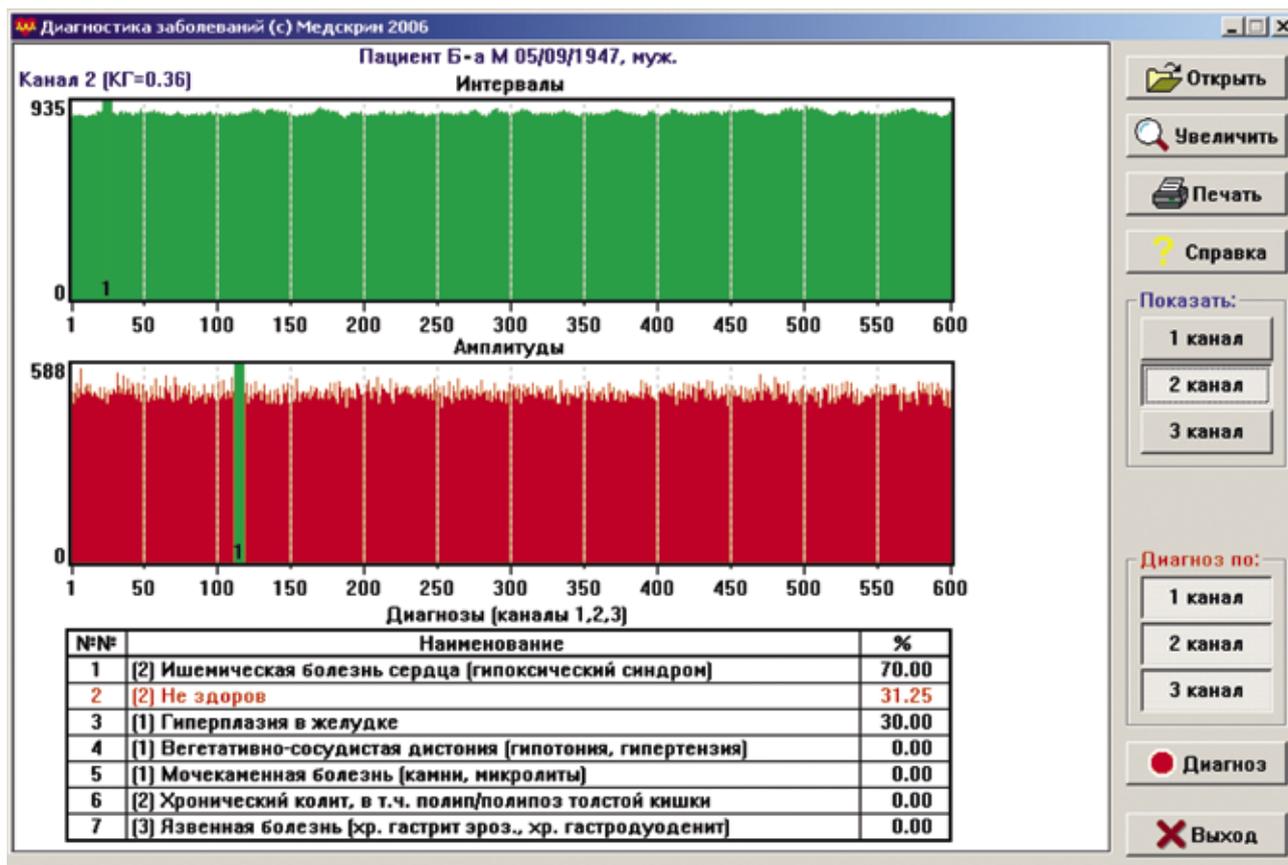


Рис. 4. Визуализация результата исследования

Метод основан на теории информационной функции сердца и технологии информационного анализа электрокардиосигналов. Выявляет 50 наиболее опасных для жизни заболеваний, включающих новообразования и некроз шейки бедра на этапе доклинических проявлений (рис. 4). При этом чувствительность – не менее 90%, специфичность – 98%, воспроизводимость результатов диагностики до 90%. По результатам исследования и опроса врач здравпункта предприятия разрабатывает индивидуальную программу дообследования средствами здравпункта и ДМС.

### Технология Nutrilogic

Метод, позволяющий провести анализ на основании показателей антропометрии и расчетных значений энергетического обмена, определении оптимальных потребностей в пищевых веществах фактического питания и генерировать сбалансированный индивидуальный рацион питания.

При формировании персонализированного рациона питания по методологии диетологического сервиса Nutrilogic учитываются следующие индивидуальные особенности человека: его антропометрические данные, величины композиционного состава тела и обмена веществ, уровень физической активности, имеющиеся генетические особенности, заболевания и аллергии, статус фактического питания и вкусовые предпочтения. На базе обычных продуктов формируется сбалансированный рацион с коррекцией выявленных отклонений в питании. Для каж-

дого работника формируются рекомендации в виде семидневного меню с рецептами блюд. Выполнение индивидуальных рекомендаций под контролем врача позволяет расширить адаптационные возможности организма, снизить вероятность формирования профессиональных и наиболее распространенных неинфекционных заболеваний.

Врачами-гигиенистами компании проведена оценка пищевого статуса 460 шахтеров трех возрастных категорий (рис. 5).

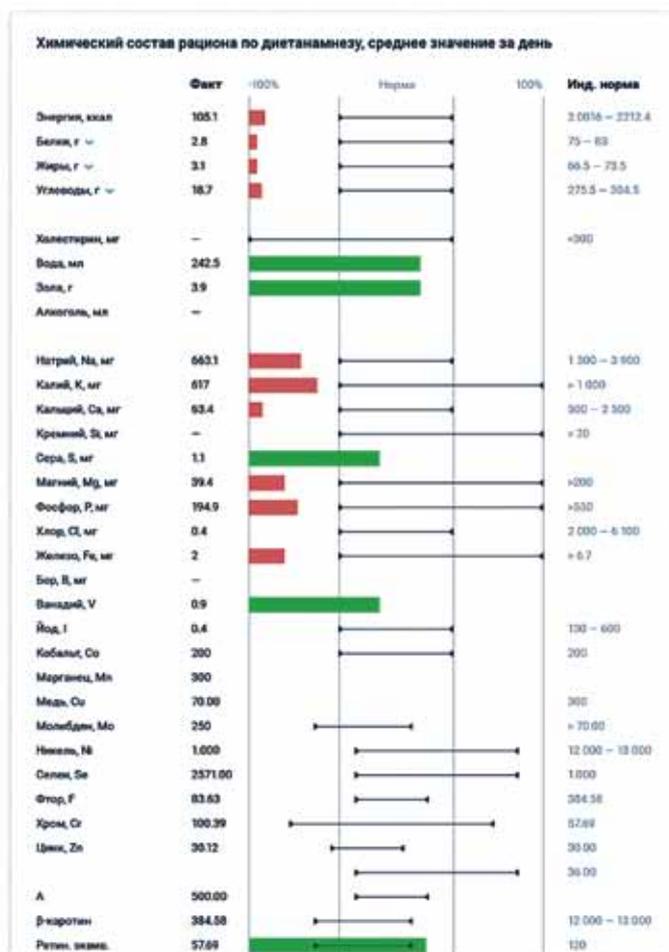
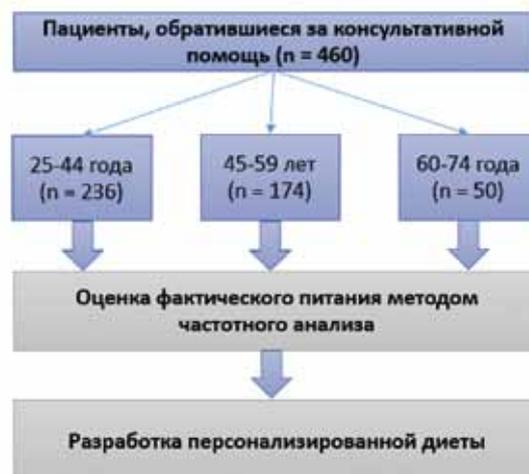


Рис. 5. Пример результата оценки пищевого статуса работника СУЭК



Рис. 6. Оценка потребления витаминов сотрудниками СУЭК

Установлено, что питание обследованных лиц характеризуется избыточной калорийностью (+16,3%) за счет избыточного потребления жиров (+61,2%) и белка (+35,2%), при этом потребление углеводов находилось в пределах физиологической нормы. Продуктовый набор отличался от должного меньшим содержанием овощей (62%), фруктов (34%), молочной продукции (31%), избыточным содержанием красного мяса и птицы (146%), величина потребления зерновых продуктов была близка к нормальным значениям (106%). При оценке потребления витаминов был выявлен достоверный недостаток в рационе витамина Д (-89,3%), В9 (-14,0%), биотина (-90,5%), холина (-73,6%), бета-каротина (-49,0%) (рис. 6).

Выявленные системные отклонения в рационе могут оказывать негативное влияние на здоровье работников и являться основой заболеваемости. Практические рекомендации по коррекции питания сотрудников были реализованы в виде персонализированного семидневного меню с рецептурой блюд. Представленный подход позволил сформировать замкнутый цикл медицинского управления здоровьем сотрудников – оценка генетических и индивидуальных рисков, конкретные медико-гигиенические рекомендации и контроль эффективности методов профилактики и лечения.

### ВЫВОДЫ

В результате проведенной работы за 2019 г. по программе «Персонализированный подход» было обследо-

вано 2374 работника компании, у которых диагностировано 1012 заболеваний, в том числе: онкологических – 31, сердечно-сосудистых – 334, желудочно-кишечных – 203, эндокринных – 63, заболеваний органов дыхания – 59, некрозов шейки бедра – 42 и других – 280. Выполнено оперативное лечение на ранних стадиях заболеваний сорока работников, имеющих высокие риски смертности и инвалидизации в случае позднего выявления и отсроченного лечения. Принятые меры позволили сохранить трудоспособность 918 работникам.

Кроме того, начиная с 2015 г. в компании разработана и внедрена в работу здравпунктов и столовых предприятий Программа «Здоровое питание», в рамках которой разработан ряд нормативных документов и методических пособий:

- руководство для медицинского персонала «Консультирование работников угольных предприятий по вопросам здорового питания, выбору пищевых продуктов и способам их кулинарной обработки при хронических заболеваниях желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы»;
- руководство для работников «Здоровое питание в домашних условиях»; руководство для сотрудников предприятий общественного питания «Выбор пищевых продуктов и способов их кулинарной обработки для приготовления блюд профилактического питания работникам с хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы»;

- рекламно-информационные буклеты «Принципы здорового питания», «Здоровое питание при различных нозологиях»;

- семидневное меню для работников с желудочно-кишечными заболеваниями и сердечно-сосудистой патологией с подбором блюд и расчетом калорийности;

- программа динамического наблюдения состояния здоровья работников с целью контроля эффективности мероприятий.

На основании полученной статистической информации программы «Персонализированный подход» в настоящее время разрабатываются рекомендации по коррекции меню в столовых с учетом регионального дефицита микроэлементов и витаминов в питании.

Таким образом, инвестиции СУЭК в сохранение и улучшение здоровья работников демонстрирует социально ориентированную политику, что формирует позитивный имидж компании среди работников, партнеров и конкурентов.

### Список литературы

1. Козлов А.И. Пища людей. Фрязино: Век-2, 2005. 272 с.
2. Helman M.L., Greenway F.L. A healthy gastrointestinal microbiome is dependent on dietary diversity. // *Molecular Metabolism*. 2016. Vol. 5. P. 317-320.
3. Гигиена труда. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 592 с.
4. Пилат Т.Л., Истомин А.В., Батулин А.К. Питание рабочих при вредных и особо вредных условиях труда. История и современное состояние. Т. 1. М., 2006. 240 с.
5. Особенности питания и артериальная гипертензия: есть ли взаимосвязь? / М.А. Ланцева, А.Н. Сасунова, А.В. Власова и др. // *Терапевтический архив*. 2020. № 92(8). С. 79-85.
6. Пчелина С.Н., Дубина М.В. Молекулярно-генетическая диагностика предрасположенности к атеросклерозу и ишемической болезни сердца // *Клинико-лабораторный консилум*. 2009. № 5. С. 9-13.
7. Успенский В.М. Информационная функция сердца в диагностике заболеваний внутренних органов // *Военно-медицинский журнал*. 2010. Т. 188. № 9. С. 45-51.

### Original Paper

UDC 61:613:614:622.33.012«SUEK» © I.V. Shipilov, V.A. Betehtina, L.V. Tsay, V.I. Pilipenko, A.R. Bogdanov, 2021  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 45-51  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-45-51>

### Title

#### PERSONALIZED MEDICINE AT SUEK

### Authors

Shipilov I.V.<sup>1</sup>, Betehtina V.A.<sup>1</sup>, Tsay L.V.<sup>1</sup>, Pilipenko V.I.<sup>2</sup>, Bogdanov A.R.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>“SUEK” JSC, Moscow, 115054, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology, Moscow, 109240, Russian Federation

<sup>3</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Russian Federation

<sup>4</sup>Russian State Social University, Moscow, 129226, Russian Federation

### Authors Information

**Shipilov I.V.**, PhD (Medical), Deputy head of Risk Management for safety, health and industrial medicine, e-mail: [ShipilovIV@suek.ru](mailto:ShipilovIV@suek.ru)

**Betehtina V.A.**, PhD (Medical), Project manager

**Tsay L.V.**, PhD (Medical), Chief specialist of Risk Management for safety, health and industrial medicine, e-mail: [tsaylv@suek.ru](mailto:tsaylv@suek.ru)

**Pilipenko V.I.**, PhD (Medical), Researcher of Gastroenterology, hepatology and nutrition therapy department

**Bogdanov A.R.**, Doctor of Medical Sciences

### Abstract

The development of food-borne diseases is often related to genetic predisposition and lifestyle. Early detection of antecedents and developing diseases, as well as their timely prevention determines further development of the pathology. Preservation of personnel health in production companies is an important social and economic task. Thus, application of early diagnostics methods, i.e. DNA and SCREENFAKS, with subsequent correction of nutrition according to Nutrilogic technology within the framework of the Personalized Medicine project in the health protection system of SUEK's health workers helps to prevent the development of acute pathology and reduces the risks of chronic disease development.

### Keywords

Personalized medicine, Personalized nutrition, Occupational medicine, Preventive diagnostics, DNA-diagnostics, SCREENFAKS method, Nutrilogic technology, Health screening.

### References

1. Kozlov A.I. Human Food. Fryazino, Vek-2 Publ., 2005, 272 p. (In Russ.).
2. Helman M.L. & Greenway F.L. A healthy gastrointestinal microbiome is dependent on dietary diversity. *Molecular Metabolism*, 2016, (5), pp. 317-320.
3. Occupational hygien. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2008, 592 p. (In Russ.).
4. Pilat T.L., Istomin A.V. & Baturin A.K. Nutrition of workers in harmful and especially harmful working conditions. History and current state. Vol. 1, Moscow, 2006, 240 p. (In Russ.).
5. Lantseva M.A., Sasunova A.N., Vlasova A.V. et al. Nutritional habits and arterial hypertension: is there a relationship? *Terapevticheskiy arhiv*, 2020, No. 92(8), pp. 79-85. (In Russ.).
6. Pchelina S.N. & Dubina M.V. Molecular genetic diagnosis of susceptibility to atherosclerosis and coronary heart diseases. *Kliniko-laboratornyi konsilium*, 2009, (5), pp. 9-13. (In Russ.).
7. Uspenskiy V.M. Informational function of heart in diagnosis of internal organs diseases. *Voенно-медицинский журнал*, 2010, Vol. 188, (9), pp. 45-51. (In Russ.).

### For citation

Shipilov I.V., Betehtina V.A., Tsay L.V., Pilipenko V.I. & Bogdanov A.R. Personalized medicine at SUEK. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 45-51. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2021-7-45-51](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-45-51).

### Paper info

Received May 11, 2021

Reviewed June 14, 2021

Accepted June 15, 2021

### LABOUR SAFETY

# Использование отходов углеобогащения и межсланцевой глины в производстве керамического кирпича

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-52-55>

## АБДРАХИМОВА Е.С.

Канд. техн. наук,  
доцент ФГАОУ ВО «Самарский национальный  
исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева»,  
443086, г. Самара, Россия,  
e-mail: [intdep@ssau.ru](mailto:intdep@ssau.ru)

Одними из основных отходов топливно-энергетического комплекса являются отходы углеобогащения, имеющие теплотворную способность более 1500 ккал/кг, и могут использоваться в качестве выгорающих добавок и в качестве отощителя для производства керамического кирпича. Отходы углеобогащения ЦОФ «Абашевская» имеют теплотворную способность 1800 ккал/кг, поэтому являются эффективными выгорающими добавками. Разработаны инновационные составы по использованию отходов топливно-энергетического комплекса: межсланцевой глины, используемой в качестве связующего компонента и отходов углеобогащения, используемых в качестве отощителя и выгорающей добавки. Полученный без применения традиционных природных сырьевых материалов керамический кирпич имел высокие физико-механические показатели.

**Ключевые слова:** керамический кирпич, межсланцевая глина, отходы углеобогащения, физико-механические показатели.

**Для цитирования:** Абдрахимова Е.С. Использование отходов углеобогащения и межсланцевой глины в производстве керамического кирпича // Уголь. 2021. № 7. С. 52-55. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-52-55.

## ВВЕДЕНИЕ

Воздействия отходов угольной промышленности на экологию и окружающую среду считают процессом кумулятивным [1, 2, 3]. Под кумулятивными процессами в настоящей работе понимаются отрицательные процессы, действия которых накапливаются и нарастают. То есть все выбросы отходов топливно-энергетического комплекса прошлых лет продолжают действовать как загрязнители окружающей природной среды. При этом сокращаются площади ландшафтов за счет увеличения отвалов в регионах. Отвалы отходов топливно-энергетического комплекса увеличивают эрозию почв с разрушением ее структуры и другие негативные явления.

Сокращение запасов традиционного природного сырья заставляет искать новые способы его замещения различными видами отходов [1, 2]. Опыт передовых зарубежных стран показал техническую осуществимость этого направления и применения еще и как инструмента защиты природной среды от загрязнения [3, 4]. Вместе с тем из отходов или из отходов в комбинации с природным сырьем могут быть изготовлены практически все основные строительные материалы [1, 2].

Одни из основных отходов топливно-энергетического комплекса – отходы углеобогащения, имеющие теплотворную способность более 1500 ккал/кг, могут использоваться в качестве выгорающих добавок и в качестве отощителя для производства керамического кирпича. К группе выгорающих добавок относятся различные виды твердого топлива, в частности, антрацит, коксовая мелочь и другие, которые вводят в состав шихты 3-5% по объему, то есть до 50-70% от общей потребности топлива на обжиг изделий [3, 4, 5, 6, 7]. Назначение их – интенсифицировать процесс обжига, улучшить спекаемость массы и тем самым повысить прочность изделий. Отощители применяют в производстве кирпича для сокращения времени его сушки и снижения усадки, а значит, и искривления изделия [7, 8, 9, 10].

**Постановка задачи.** С учетом сокращения процесса кумулятивности отходов на экологию необходимо найти новые способы использования этих отходов в производстве различных изделий. Опыт передовых зарубежных стран показал техническую осуществимость этого направления

и применения еще и как инструмента защиты природной среды от загрязнения.

**Цель.** На основе межсланцевой глины и отходов углеобогащения получить керамический кирпич с высокими физико-механическими показателями без применения природного традиционного сырья.

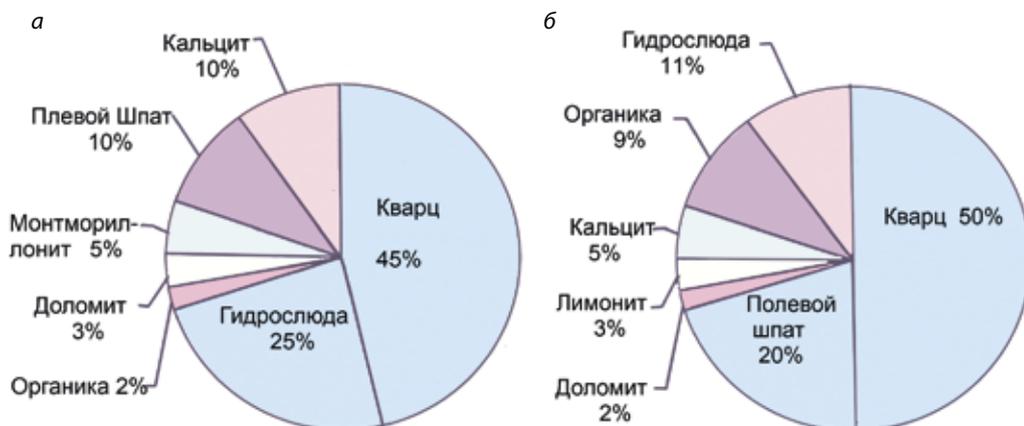
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**Сырьевые материалы**

Для производства керамического кирпича в качестве глинистого материала использовались отходы горючих

сланцев – межсланцевая глина, а в качестве отощителя и выгорающей добавки – отходы углеобогащения. Химические составы сырьевых компонентов: оксидные и поэлементные представлены в табл. 1, 2, фракционный состав – в табл. 3, технологические показатели – в табл. 4, а минералогический состав представлен на рисунке.

**Межсланцевая глина.** Межсланцевая глина образуется при добыче горючих сланцев на сланцеперерабатывающих заводах (на шахтах) и является отходом горючих сланцев. По числу пластичности межсланцевая



Минералогический состав отходов: а – межсланцевая глина; б – отходы углеобогащения ЦОФ «Абашевская»

Таблица 1

**Химический состав исследуемых отходов**

Компоненты	Содержание оксидов, мас. %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	П.п.п.
Межсланцевая глина	45-47	13-14	5-6	11-13	2-3	3-4	12-15
Отходы углеобогащения ЦОФ «Абашевская»	54-55	16-17	3-4	5-6	1,5-2	3-4	14-17

Таблица 2

**Поэлементный анализ отходов**

Компоненты	Элементы									
	C	O	Na	Mg	Al+Ti	Si	S	K	Ca	Fe
Межсланцевая глина	5,73	51,06	0,46	1,04	7,20	18,66	1,83	1,75	10,53	3,35
Отходы углеобогащения ЦОФ «Абашевская»	6,2	52,92	0,44	0,2	11,58	19,5	0,1	1,71	4,5	2,85

Таблица 3

**Фракционный состав отходов**

Компоненты	Содержание фракций в %, размер частиц в мм				
	>0,063	0,063-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,0001
Межсланцевая глина	5	7	12	14	62
Отходы углеобогащения ЦОФ «Абашевская»	38,8	27,1	8,2	11,3	14,6

Таблица 4

**Технологические показатели отходов**

Компоненты	Теплотворная способность, ккал/кг	Огнеупорность, °С		
		Начало деформации	Размягчение	Жидкоплавкое состояние
Межсланцевая глина	1100	1260	1290	1320
Отходы углеобогащения ЦОФ «Абашевская»	1800	1230	1270	1300

глина относится к среднепластичному глинистому сырью (число пластичности – 15-20) с истинной плотностью 2,55-2,62 г/см<sup>3</sup>.

Минералогический (минеральный) состав межсланцевых глин разнообразен, однако общим для них является наличие кремнезема, гидрослюды, монтмориллонита и кальцита (см. рисунок). Глинистые минералы в межсланцевой глине в основном представлены монтмориллонитом с примесью гидрослюды.

**Отходы углеобогащения.** В производстве керамического кирпича использовались отходы углеобогащения ЦОФ «Абашевская» (г. Новокузнецк). Компания ОАО «ЦОФ Абашевская» (Центральная обогатительная фабрика) осуществляет следующие виды деятельности:

- добыча каменного угля, бурого угля и торфа;
- добыча, обогащение и агломерация каменного угля;
- обогащение и агломерация каменного угля;
- обогащение каменного угля (основной вид деятельности).

Минералогический состав отхода углеобогащения представлен на рисунке, б.

**Результаты исследования**

Межсланцевую глину и отходы обогащения измельчали до прохождения сквозь сито с ячейками 1,0 мм, затем компоненты в соотношениях, представленных в табл. 5, тщательно перемешивали.

Таблица 5

**Составы керамических масс**

Компоненты	Массовое содержание компонентов, %, в составах		
	1	2	3
Межсланцевая глина	85	80	75
Отходы углеобогащения	15	20	25

Керамическую массу готовили пластическим способом при влажности 18-22%, из которой формовали кирпичи размером 250×120×65 мм. Высушенные кирпичи до остаточной влажности не более 5% обжигали при температуре обжига 1050°С (конечная температура обжига кирпичей всех составов).

Спекание многих видов керамики, в том числе керамического кирпича (стеновой материал), идет с участием жидкой фазы, от свойств которой во многом зависит процесс формирования структуры материала и его свойств. Повышение реакционной способности жидкой фазы по отношению к тугоплавким кристаллическим составляющим дает возможность интенсифицировать процесс спекания, что позволяет уменьшить расход топлива. Снижение температуры образования и увеличение агрессивности жидкой фазы достигается путем ввода в состав керамической массы плавнеобразующих оксидов, при этом следует учитывать доступность материала для массового производства, технологичность массы нового состава, качество получаемых изделий. Процессы фазообразования и спекания во многом определяются не только

количеством жидкой фазы, но и ее составом, а следовательно, и строением.

В табл. 6 приведены физико-механические показатели образцов керамического кирпича при конечной оптимальной температуре обжига 1050 °С.

Таблица 6

**Физико-механические показатели кирпича**

Показатель	Составы		
	1	2	3
Предел прочности, МПа:			
– при сжатии	105	112	128
– при изгибе	2,2	2,4	2,8
Морозостойкость, циклы	24	28	32
Общая усадка, %	7,2	6,5	5,8
Термостойкость, теплосмены	2	3	4

Как следует из табл. 6, керамические кирпичи из предложенных составов имеют высокие показатели по прочности, морозостойкости и термостойкости. Механические показатели, морозостойкость и термическая стойкость с увеличением содержания отходов углеобогащения увеличиваются.

**ВЫВОДЫ**

1. Разработаны составы керамических масс для производства керамического кирпича на основе межсланцевой глины и отходов обогащения угля без применения природных традиционных сырьевых материалов.

2. Разработанные керамические изделия отличаются от других керамических материалов более высокой механической прочностью, морозостойкостью и термостойкостью.

3. Использование отходов производств при получении керамических материалов способствует утилизации промышленных отходов, охране окружающей среды, расширению сырьевой базы для производства керамических материалов.

**Список литературы**

1. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Использование золошлакового материала Восточного Казахстана в производстве пористого заполнителя на основе жидкостекольной композиции // Уголь. 2019. № 1. С. 70-73. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-70-73.

2. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Перспективное использование отходов углеобогащения в производстве теплоизоляционного материала без применения природных традиционных материалов // Перспективные материалы. 2017. № 3. С. 69-77.

3. Абдрахимова Е.С. Исследование сушильных свойств керамических материалов на основе отходов топливно-энергетического комплекса // Уголь. 2019. № 9. С. 67-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-67-69.

4. Абдрахимова Е.С. Образование золы легкой фракции и использование ее в производстве плиток для полов // Уголь. 2019. № 11. С. 64-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.

5. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Абдрахимова И.Д. Исследование теплопроводности легких материалов из отходов топливно-энергетической промышленности без применения природных традиционных материалов // Уголь. 2016. № 4. С. 72-75. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-4-72-75.

6. Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Использование золошлакового материала в производстве теплоизоляционных материалов на основе межсланцевой глины // Уголь. 2016. № 10. С. 74-78. DOI: 10.18796/0041-5790-2016-10-74-78.

7. Абдрахимова Е.С., Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З. Использование отходов углеобогащения в производстве керамических материалов – современные приоритеты развития для «зеленой» экономики // Уголь. 2017. № 2. С. 54-57. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-2-54-57.

8. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С., Абдрахимова И.Д. Получение теплоизоляционного материала на основе жидкого стекла и отходов углерепереработки, образующихся при обогащении коксующихся углей // Уголь. 2017. № 4. С. 64-67. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-4-64-67.

9. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Влияние золы легкой фракции на технологические свойства шликера, пресс-порошка и физико-механические показатели // Уголь. 2020. № 4. С. 45-50. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-45-50.

10. Кайракбаев А.К., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Влияние золы легкой фракции на пористость, морозостойкость и Водопоглощение фасадных плиток // Уголь. 2020. № 12. С. 44-48. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-44-48.

#### Original Paper

UDC 666.691:[622.7:622.33].002.68 © E.S. Abdrakhimova, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 52-55  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-52-55>

#### Title

**THE USE OF WASTE FROM COAL ENRICHMENT AND INTER-SHALE CLAY IN THE PRODUCTION OF CERAMIC BRICKS**

#### Author

Abdrakhimova E.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Samara University, Samara, 443086, Russian Federation

#### Authors Information

**Abdrakhimova E.S.**, PhD (Engineering), Associate Professor,  
e-mail: [intdep@ssau.ru](mailto:intdep@ssau.ru)

#### Abstract

One of the main wastes of the fuel and energy complex is the waste of coal enrichment, which has a calorific value of more than 1500 kcal/kg and can be used as burn-out additives and as a thinning agent for the production of ceramic bricks. The waste from the coal enrichment of the Abashevskaya COF has a calorific value of 1800 kcal / kg, so it is an effective burn-out additive. Innovative compositions have been developed for the use of waste from the fuel and energy complex: inter-shale clay, used as a binder, and coal-enrichment waste, used as a thinning agent and burn-out additive. The ceramic brick obtained without the use of traditional natural raw materials had high physical and mechanical properties.

#### Keywords

Ceramic brick, Inter-shale clay, Waste of coal enrichment, Physical and mechanical parameters.

#### References

1. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. The use of ash material of East Kazakhstan in the production of porous aggregate on the basis of liquid-glass compositions. *Ugol'*, 2019, (1), pp. 70-73. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-1-70-73.
2. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. Prospective use of waste coal in the production of insulating material without the use of traditional natural materials. *Perspektivnye materialy*, 2017, (3), pp. 69-77. (In Russ.).
3. Abdrakhimova E.S. The study of drying properties of ceramic materials based on waste of fuel and energy complex. *Ugol'*, 2019, (9), pp. 67-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-67-69.
4. Abdrakhimova E.S. Education ash light fraction and its use in the manufacture of tiles for floors. *Ugol'*, 2019, (11), pp. 64-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-64-66.

5. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimova I.D. Investigation of thermal conductivity of lightweight materials from energy industry wastes without the use of natural traditional materials. *Ugol'*, 2016, (4), pp. 72-75. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2016-4-72-75.

6. Abdrakhimova E.S., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. Bottom-ash material application in interschistic clay – based thermal insulation materials production. *Ugol'*, 2016, (10), pp. 74-78. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2016-10-74-78.

7. Abdrakhimova E.S., Kairakbaev A.K. & Abdrakhimov V.Z. Coal concentration wastes utilization in ceramic materials production – present-day priorities for environment friendly economics development. *Ugol'*, 2017, (2), pp. 54-57. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-2-54-57.

8. Abdrakhimov V.Z., Abdrakhimova E.S. & Abdrakhimova I.D. Getting insulating material based on liquid glass and coal conversion wastes generated during coking coals preparation. *Ugol'*, 2017, (4), pp. 64-67. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-4-64-67.

9. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. The influence of light fraction ash on the technological properties of the slip, press powder and physical and mechanical properties. *Ugol'*, 2020, (4), pp. 45-50. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-45-50.

10. Kairakbaev A.K., Abdrakhimov V.Z. & Abdrakhimova E.S. Influence of light fraction ash on porosity, frost resistance and water absorption of facade tiles. *Ugol'*, 2020, (12), pp. 44-48. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-44-48.

#### For citation

Abdrakhimova E.S. The use of waste from coal enrichment and inter-shale clay in the production of ceramic bricks. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 52-55. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-52-55.

#### Paper info

Received January 21, 2021

Reviewed April 14, 2021

Accepted June 15, 2021

#### MINERALS RESOURCES

# БЕЛАЗ BELAZ

МОЩЬ И НАДЕЖНОСТЬ



РЕКЛАМА

**БЕЛТРАНСЛОГИСТИК**

Официальный представитель ОАО «БЕЛАЗ»

+7 (495) 544-51-36

[www.btlogistic.ru](http://www.btlogistic.ru)

# Почвенно-экологическое обследование участков, рекультивированных отходами углеобогащения, на примере Кемеровской области – Кузбасса\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-57-62>

На основании выполненного почвенно-экологического обследования приведены результаты по свойствам техноземов и специфике восстановления растительного покрова на рекультивированных участках с использованием отходов углеобогащения. Выявлены лимитирующие факторы применения отходов углеобогащения, а именно, щелочная реакция среды, высокая плотность субстратов препятствует использованию данных отходов при биологической рекультивации нарушенных земель. Показаны перспективы и ограничения использования данных отходов для проведения технического этапа рекультивации.

**Ключевые слова:** рекультивация нарушенных земель, отходы углеобогащения, техноземы, почвенно-экологические обследования.

**Для цитирования:** Семина И.С., Андроханов В.А. Почвенно-экологическое обследование участков, рекультивированных отходами углеобогащения, на примере Кемеровской области – Кузбасса // Уголь. 2021. – 7. С. 57-62. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-57-62.

## ВВЕДЕНИЕ

Кузнецкий бассейн является одним из крупнейших угледобывающих регионов в России, здесь добывается 55% всего угля в стране, в том числе 72% углей коксующихся марок [1]. Добыча угля в России за 2020 г. составила 401,6 млн т. По сравнению с 2019 г. производство угля уменьшилось на 41,1 млн т (или 9,3%), в Кузбассе – на 30,9 млн т (12,3%) [2].

В связи с особенностями технологии добычи уголь зачастую загрязнен частицами пустой породы и требует принудительного увеличения концентрации путем обогащения. В результате этого образуются отходы углеобогащения. Состав данных отходов представлен мелкодисперсными частицами угля и пустой породы. В большинстве случаев отходы углеобогащения складированы в шламохранилищах, поверхность которых длительное время остается открытой, и под действием климатических факторов, с территории складирования отходов постоянно выдуваются и вымываются тонкодисперсные частицы горных пород, угля, что оказывает негативное влияние на состояние окружающей среды [3].

## СЕМИНА И.С.

Канд. биол. наук,  
доцент кафедры геологии, геодезии  
и безопасности жизнедеятельности  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный  
индустриальный университет»,  
654007, г. Новокузнецк, Россия,  
e-mail: semina.i@mail.ru

## АНДРОХАНОВ В.А.

Доктор биол. наук,  
директор ИПА СО РАН,  
630090, г. Новосибирск, Россия

На момент проведения почвенно-экологического обследования накоплен богатый научный опыт, по комплексной оценке, токсичности промышленных отходов, а также опыт по осуществлению работ, связанных с восстановлением нарушенных земель и растительного покрова на отвалах и хвостохранилищах Урала, Дальнего Востока, Кузбасса, а также за рубежом. Многие исследователи в своих работах отмечают, что отходы углеобогащения могут оказывать существенное влияние на окружающую среду в районах размещения шламохранилищ [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

На некоторых обогатительных фабриках, которые находятся вблизи участков добычи, отходы углеобогащения могут использоваться для ликвидации карьерных выемок при совместном размещении с породами вскрыши в выработанном пространстве. Такое размещение отхо-

\* Исследования выполнены при финансовой поддержке Кемеровской области в рамках научного проекта – 20-44-420006/20. Полевые исследования выполнялись в рамках экспедиционных работ по плановым заданиям ИПА СО РАН.

дов углеобогащения позволяет не использовать дополнительные земельные площади, что, соответственно, не приводит к увеличению количества нарушенных земель при разработке месторождений полезных ископаемых. Однако при таком размещении, используя отходы углеобогащения на техническом этапе рекультивации, необходимо контролировать условия складирования и проводить мониторинг изменений химических и физических свойств отходов, размещенных в техногенных ландшафтах. Поэтому проведение исследований по оценке безопасности данных отходов и перспектив использования их для рекультивации нарушенных территорий (заполнения карьерных выработок) является актуальной задачей.

**Цель работы:** исследование почвенно-экологического состояния рекультивированных участков и оценка перспектив использования отходов углеобогащения в качестве ресурсов рекультивации нарушенных земель.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами изучения являются участки, рекультивированные с использованием отходов углеобогащения, и молодые почвы, сформированные на поверхности бывших угольных карьеров.

Рекультивация нарушенных земель выполнялась путем засыпки отработанных карьеров бывшего угольного разреза крупнообломочным материалом, отходами углеобогащения и шахтной породой, планировки поверхности и отсыпки материалов потенциально плодородных пород (ППП) и плодородного слоя почвы (ПСП) на спланированную поверхность отходов.

Рекультивированные участки располагаются на территории г. Ленинска-Кузнецкого, в западной части Кемеровской области – Кузбасса, практически в центре Кузнецкой котловины. Сформированные участки рекультивации различаются возрастом после выполнения рекультивационных работ (3-9 лет) и технологией формирования корнеобитаемого слоя. В качестве контрольного был выбран участок с естественными почвами – черноземами выщелоченными.

В соответствии с классификацией почв техногенных ландшафтов [7] участки рекультивации представлены:

- без нанесения на поверхность отвала ППП и ПСП (точка 1 – эмбрионез инициальный, возраст участка – семь лет);
- с нанесением на поверхность ППП (точка 2 – технозем литогенный, возраст участка – три года);
- с нанесением на поверхность отвала ППП и ПСП (точка 3, технозем гумусогенный недифференцированный, возраст участка – семь лет);
- с нанесением смеси на поверхность отвала ППП и ПСП (точка 4 – технозем гумусогенный недифференцированный, возраст участка – семь лет);
- послойное нанесение на поверхность отвала ППП и ПСП (точка 5 – технозем гумусогенный дифференцированный, возраст участка – девять лет).

Разрезы заложены на горизонтальной поверхности в центральной части участка. Контрольный участок – чернозем выщелоченный (точка б).

Образцы отходов углеобогащения и молодых почв техногенных ландшафтов исследовались в аналитических лабораториях АО «Западно-Сибирский испытательный

центр», ФГБУН «Институт почвоведения и агрохимии СО РАН», СибГИУ «Центр коллективного пользования».

Для изучения элементного состава и распределения токсичных элементов в отходах и молодых почвах использовались методы спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, атомно-эмиссионной, атомно-абсорбционной спектрометрии и потенциометрии. Содержание общего углерода определялось с использованием анализатора ELTRA CHS 580. Оценка экологической опасности отходов углеобогащения осуществлялась методом биотестирования, с разными тест-объектами: определение токсичности с использованием в качестве тест-объекта ракообразных *Daphnia magna* Straus и водорослей *Scenedesmus quadricauda*. Для оценки восстановления почвенного и растительного покрова на участках рекультивации отходами углеобогащения были проведены физические и агрохимические исследования молодых почв общепринятыми методами.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ образцов отходов с обогатительной фабрики показал, что отходы представлены в виде флотационных отходов (кек) и обломков пород (песчаники, алевролиты) после процесса углеобогащения. Состав и свойства отходов углеобогащения обусловлены геохимическим составом углей, свойствами вскрышных и вмещающих пород, особенностями технологии обогащения. Первый вид отходов – кек – во влажном состоянии пастообразная, пластичная масса, при высыхании – порошкообразный материал, состоящий в основном из мелких частиц угля и минеральных частиц. Плотность данных отходов составляет около  $1,0 \text{ г/см}^3$ , порозность – более 50%. Влажность кека составляет более 38%. Второй вид отходов – крупные обломки горных пород от 1 до 30 см в диаметре – также с определенной примесью углистых частиц. Плотность в породе после обогащения изменяется в пределах от  $2,03$  до  $2,22 \text{ г/см}^3$ , порозность не превышает 40%. Влажность в породе после обогащения составляет 11%.

Из результатов исследований компонентного состава отходов следует:

- отходы углеобогащения можно отнести к силикатному и алюмосиликатному составу;
- основные оксиды – диоксид кремния (кек – 34,70%, породы после углеобогащения – 63,18%), оксид алюминия (кек – 8,74%, породы после углеобогащения – 15,24%), а также оксиды железа (кек – 4,15%, породы после углеобогащения – 5,62%) и кальция (кек – 4,10%, породы после углеобогащения – 1,57%);
- основная специфика кека – наличие углистых частиц, что обуславливает высокое содержание общего углерода до 41,1%, содержание общего углерода в обломках пород после обогащения – 5%;
- содержание серы в кеке составляет 0,47%, в породе после обогащения – 0,11%.

По результатам исследований установлено, что концентрации токсичных элементов валовых форм (ванадий, медь, хром, свинец, никель, кадмий, цинк, ртуть, сурьма, кобальт, марганец, молибден) не превышают ПДК и ОДК для почв (табл. 1).

Таблица 1

## Содержание валовых форм токсичных элементов (мг/кг)

Показатели	Виды отходов		ПДК для почвы с учетом фона, ОДК, мг/кг
	Кек	Порода после обогащения	
Ванадий	145,6	145,6	150,0
Медь	10,0	< 10,0	33/66/132*
Хром	60,0	30,0	–
Свинец	14,6	26,4	32/65/130*
Никель	15,8	28,3	20/40/80*
Кадмий	0,26	0,40	0,5/1,0/2,0*
Цинк	43,2	72,0	55/110/220*
Ртуть	0,15	0,07	2,1
Сурьма	0,43	< 0,1	4,5
Кобальт	7,0	4,0	–
Марганец	830,0	250,0	1500,0
Молибден	–	–	–
Мышьяк	7,75	9,50	2/5/10*

\*ОДК (ориентировочно допустимые концентрации) химических веществ для различных групп почв: песчаных и супесчаных, кислых суглинистых и глинистых (рН КСl < 5,5) и близких к нейтральным и нейтральных (рН КСl < 5,5)

При этом установлено превышение ПДК для валовых форм мышьяка (кек – 7,75 мг/кг, породы после углеобогащения – 9,50 мг/кг), токсичный элемент мышьяк является углефильным и в основном содержится в органической части [17], в породах, прилегающих к угольным пластам, и не превышает ориентировочно допустимые концентрации химических элементов в почве.

Из проведенных исследований также следует, что диапазоны содержания токсичных элементов в подвижных формах (кобальт, марганец, медь, никель, свинец, цинк) не превышают нормируемых показателей, характерных для зональных типов почв [18, 19] (табл. 2).

По содержанию основных элементов питания: азота, калия и фосфора наилучшие показатели выявлены в породе после обогащения. Так, содержание подвижных форм азота составляет 58,4 мг/кг, в кеке – 12,6 мг/кг. Высокое содержание подвижных форм азота в породе после обогащения обусловлено тем, что азот находится в минеральной части, в том числе в виде солей, и поэтому более доступен для растений и микроорганизмов. Азот в углистых частицах прочно связан с углеродом и поэтому практически недоступен растениям. Также по содержанию таких важных для плодородия показателей, как подвижный калий и фосфор, породы после обогащения обладают существенным преимуществом (калий – 748 мг/кг, фосфор – 25,3 мг/кг) [1]. Высокое содержание элементов-органогенов обусловлено минералогическим составом пород и углей.

Результаты исследований исходного сырья (уголь плюс порода), поступающего на обогатительную фабрику, показали, что значения рН варьируют в интервале от 9,85 до 10,02, что свидетельствует о щелочной реакции среды. Содержание водорастворимых солей в исходном сырье для обогащения в сухом остатке составляет 0,258%, сумма токсичных солей изменяется в диапазоне от 0,232 до 0,253%, преобладают гидрокарбонаты (3,44 ммоль/100 г), соли натрия (3,22 ммоль/100 г). Реакция среды в отходах углеобогащения (после процесса обогащения) также щелочная и изменяется от 10,09 до 10,11 ед., однако сумма токсичных солей не превышает 0,1%.

Для оценки экологической опасности отходов углеобогащения использовались методы биотестирования с разными тест-объектами: определение токсичности с использованием в качестве тест-объекта ракообразных *Daphnia magna* Straus и водорослей *Scenedesmus quadricauda*. Данные методы биотестирования для определения токсичного (мутагенного) эффекта широко используются разными исследователями. Из результатов исследований следует, что водная вытяжка из отходов углеобогащения не оказывает токсического действия. Поэтому в соответствии с критериями отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного

воздействия на окружающую среду отходы углеобогащения относятся к V классу опасности.

Таким образом, исследуемые отходы углеобогащения с биогеохимической точки зрения являются малоопасными. Основными лимитирующими факторами использования данных отходов для биологической рекультивации нарушенных земель являются их высокая плотность и щелочная реакция среды.

Из результатов проведенных исследований агрофизических и агрохимических свойств рекультивированных почв отходами углеобогащения следует, что почвы техногенных ландшафтов (техноземы и эмбриоземы) характеризуются повышенной плотностью, что связано с особенностями их формирования и значительным переуплотнением при проведении планировочных работ тяжелой техникой на горнотехническом этапе рекультивации. На рис. 1 показана точка 3 – технозем гумусогенный недифференцированный и почвенный разрез.

Через семь лет после проведения биологического этапа рекультивации наблюдается улучшение агрофизических свойств техногенных почв, и показатели в верхних слоях отсыпанного горизонта могут достигнуть уровня контрольного варианта (1,20 г/см<sup>3</sup>) [15].

Исследование агрохимических свойств рекультивированных почв показало, что значения рН варьируют в интервале от 7,9 до 9,9, что свидетельствует о щелоч-

Таблица 2

## Содержание подвижных форм токсичных элементов (мг/кг)

Показатели	Виды отходов		ПДК для почвы с учетом фона, мг/кг
	Кек	Порода после обогащения	
Кобальт	0,40	0,54	5,0
Марганец	32,2	96,8	60-140
Медь	0,79	1,46	3,0
Никель	0,86	1,22	4,0
Свинец	1,64	3,11	6,0
Цинк	5,75	1,59	23,0

ной реакции почвенного раствора. Наибольшие значения рН (9,00-9,9) характерны для горизонтов подстилающих пород, состоящих из отходов углеобогащения. Высокая плотность, щелочная реакция среды затрудняют биологическое освоение данных почв и препятствуют активному восстановлению растительного покрова на рекультивированных территориях [17].

Содержание углерода в отдельных горизонтах почв на исследуемых участках изменяется от 0,92 на эмбриоземе инициальном (точка 1, рис. 2) до 18,64%.

Самые высокие значения – от 11,68 до 18,64% – фиксируются в горизонте D техноземов, сложенном техногенным элювием углевещающих пород. В данном горизонте весь углерод приходится на углистые частицы и, несмотря на то, что углерод регистрируется при анализе наряду с углеродом гумуса, таковым он не является, так как не влияет на почвенное плодородие [17].

Гумусовые вещества педогенного происхождения (гумус), присутствуют собственно только в верхних, отсыпанных ППП и ПСП слоях на участках рекультивации. При исследовании также установлено, что для отсыпанного корнеобитаемого слоя характерны достаточно высокие значения емкости катионного обмена (ЕКО) – от 21 до 30 мг/экв на 100 г сухой почвы. Это обусловлено наличием гумусовых веществ и суглинистым гранулометрическим составом материалов ППП и ПСП. В нижней части отсыпанного горизонта техноземов ЕКО уменьшается, при-

чем наиболее заметно при переходе к горизонту D (мелкоземистой части субстратов к подстилающим породам). Это может быть связано с меньшей биологической освоенностью данных слоев.

Оценка восстановления растительного покрова на участках рекультивации отходами углеобогащения показала, что принятые технологические решения по формированию верхнего (корнеобитаемого) слоя на поверхности отвала из ППП и/или ПСП создают благоприятные условия для формирования первичного фитоценоза. Так, на исследованных участках, имеющих возраст семь-девять лет, проективное покрытие составляет 80–90% и приближается к проективному покрытию на ненарушенных участках (95%). С увеличением возраста рекультивации отмечается увеличение видового разнообразия злаковых трав, в составе которых обнаруживается высокая доля аборигенных видов.

На участке без нанесения ППП и ПСП (точка 1 – эмбриозем инициальный) зафиксировано значительное видовое разнообразие – 20 видов. При этом проективное покрытие составляет не более 7%.

Таким образом, геоботаническое обследование участков показало, что восстановление растительного покрова на рекультивированных участках сингенетично связано с восстановлением почв [20]. Скорость восстановления и биоразнообразие нарушенных участков определяются свойствами использованных материалов для созда-



Рис. 1. Точка 3. Технозем гумусогенный недифференцированный



Рис. 2. Точка 1. Эмбриозем инициальный

ния корнеобитаемого слоя. Без формирования благоприятного по составу и свойствам корнеобитаемого слоя восстановление растительности и почв идет очень медленно.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования показали, что сформированные искусственные почвы – техноземы характеризуются повышенной плотностью, что обусловлено технологией выполнения работ с использованием тяжелой техники и свойствами техногенного субстрата. Восстановление и развитие растительного покрова на рекультивированных участках способствуют постепенному снижению плотности и улучшению агрофизического состояния, но только в корнеобитаемом слое. Высокая плотность в подстилающих породах будет сохраняться длительное время.

2. Основные значения pH (водный) превышают значения 7,5, что свидетельствует о щелочной реакции почвенного раствора. Наибольшие значения pH – от 8,87 до 9,71 – характерны для подстилающих слоев (горизонт D), сложенных из шахтных пород и отходов углеобогащения. Щелочная реакция среды, высокая плотность субстратов препятствуют использованию данных отходов в целях биологической рекультивации. Поэтому данные отходы могут быть использованы только для закладки выработанного пространства и формирования устойчивого основания для размещения на поверхности субстратов, пригодных для биологической рекультивации нарушенных земель.

3. Созданные в процессе рекультивации техноземы характеризуются высокими агрохимическими показателями плодородия, особенно в отсыпанном корнеобитаемом слое из плодородного слоя почвы, что создает благоприятные условия для восстановления растительного покрова.

4. В целом почвенно-экологическое состояние рекультивированных участков можно оценить как хорошее. Участок (точка 1 – эмбриозем инициальный) с отсыпкой на поверхности верхнего слоя из шахтных пород и отходов углеобогащения характеризуется неудовлетворительным почвенно-экологическим состоянием и низким уровнем развития процессов восстановления почв и растительности.

Также следует отметить, что данные отходы углеобогащения, используемые для рекультивации карьерных выработок, содержат значительное количество углерода (от 11,68 до 18,64% – в горизонте D техноземов), поэтому необходимо проводить мониторинговые наблюдения с целью исключения возможного возгорания данных объектов.

## Список литературы

1. Копытов А.И. Оптимизация стратегии угольной отрасли – гарантия эффективности, безопасности и стабильности промышленного потенциала экономики Кузбасса // Вестник КузГТУ. 2018. – 2. С. 5-11.
2. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2019 года // Уголь. 2020. – 3. С. 54-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.
3. Гайдай М.Ф. Геоэкологические аспекты рационального использования ресурсного потенциала терриконов угледобывающих предприятий (на примере Кизеловского угольного бассейна): дис. ... канд. техн. наук. М.: Гайдай. Пермь: ПНИПУ, 2016. 160 с.
4. Володеев А.С., Захарова М.А., Андреева О.С. Фитоиндикация рекультивированных территорий шламохранилища АО ЕВРАЗ ЗСМК // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2019. Т. 75. – 6. С. 748-754.
5. Голубев Д.А., Крупская Л.Т. Перспективные технологии рекультивации нарушенных горными работами земель в ДФО // Проблемы недропользования. 2014. – 1(1). С. 88-94.
6. Оценка состояния техногенных ландшафтов для обеспечения их экологической безопасности на примере угольного и горнорудного производства Приморского края / В.Т. Старожилов, А.М. Дербенцева, В.Н. Пилипушка и др. // Экология промышленного производства. 2011. – 4. С. 41-45.
7. Курачев В.М., Андроханов В.А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2002. – 3. С. 255-261.
8. Манаков Ю.А., Куприянов О.А. Система ООПТ Кемеровской области как фактор смягчения воздействия угледобычи на биоразнообразие // Уголь. 2019. – 7. С. 89-94. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-89-94.
9. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2003. 355 с.
10. Чибрик Т.С. Некоторые аспекты оценки опыта биологической рекультивации на угольных месторождениях Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 5(37). С. 216-218.
11. Восстановление биоразнообразия на отвалах Черемшанского Никелевого месторождения / Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова и др. // Промышленная ботаника. 2019. Т. 19. – 3. С. 45-48.
12. Min Zhang, Jinman Wang, Yu Feng. Temporal and spatial change of land use in a largescale opencast coal mine area. A complex network approach // Land Use Policy. 2019. Vol. 86. P. 375-386.
13. Age chronosequence effects on restoration quality of reclaimed coal mine soils in Mississippi Agroecosystems / A. Adeli, M. Mclaughlin, J.P. Brooks et al. // Soil Science. 2013. Vol. 178. N 7. P. 335-343.
14. Bond-Lamberty B., Thomson A. Temperature associated increases in the global soil respiration record // Nature. 2010. Vol. 464. N 7288. P. 579-582.
15. Restoration of vegetation cover in reclaimed areas with coal preparation waste in Kuzbass / S. Soloviev, I. Semina, V. Androkhonov et al. / E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 244. Art. 01015. DOI: 10.1051/e3sconf/202124401015.
16. Изучение распределения макро- и микрокомпонентов в золошлаковых отходах от сжигания Кузбасских углей / Н.В. Журавлева, Р.Р. Поточкина, З.Р. Исмагилов и др. // Химия в интересах устойчивого развития. 2016. Т. 24. – 3. С. 347-353.
17. Семина И.С., Андроханов В.А., Куляпина Е.Д. Опыт использования отходов углеобогащения для рекультивации нарушенных участков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 9. С. 159-175.
18. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 11 с.

19. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041–06. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 15 с.

20. Андрокханов В.А. Сингенез почвенно-генетических и биологических процессов в техногенных ландшафтах Кузбасса // Вестник Томского государственного университета. Сентябрь 2003. Приложение – 7. С. 16-22.

## Original Paper

## ECOLOGY

UDC 622.85:622.882:622.7.002.68:622.33(571.17) © I.S. Semina, V.A. Androkhonov, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, – 7, pp. 57-62  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-57-62>

**Title**  
**ENVIRONMENTAL AND SOIL SURVEY OF SITES RECLAIMED USING COAL PROCESSING WASTES, AS EXEMPLIFIED BY THE KEMEROVO REGION, KUZBASS**

**Authors**

Semina I.S.<sup>1</sup>, Androkhonov V.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, 654007, Russian Federation

<sup>2</sup> Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

**Authors Information**

**Semina I.S.**, PhD (Biological), Associate Professor of Geology, geodesy and life protection department, e-mail: [semina.i@mail.ru](mailto:semina.i@mail.ru)

**Androkhonov V.A.**, Doctor of Biological Sciences, Director

**Abstract**

The paper presents results of the performed environmental and soil survey regarding the properties of man-made soils and the specific features of revegetation in areas reclaimed using coal processing wastes. The limiting factors of coal waste application were revealed, namely, alkaline reaction of the environment and high density of substrates that impedes the use of these wastes for biological reclamation of disturbed lands. The prospects and limitations of using this waste material for the technical stage of reclamation are shown.

**Keywords**

Reclamation of disturbed lands, Coal processing wastes, man-made soils, Environmental and soil surveys.

**References**

1. Kopytov A.I. Optimization of coal industry strategy: a guarantee of efficiency, safety and stability of the Kuzbass economy's industrial potential. *Bulleten KuzSTU*, 2018, (2), pp. 5-11. (In Russ.).
2. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – December, 2019. *Ugol'*, 2020, (3), pp. 54-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.
3. Gaiday M.F. Geocological aspects of rational use of the resource potential of coal waste piles (as exemplified by the Kizelovsky coal basin). PhD (Engineering) diss. Moscow, Perm, PNIPU Publ., 2016, 160 p. (In Russ.).
4. Vodoleev A.S., Zakharova M.A. & Andreeva O.S. Phytoindication of reclaimed areas of EVRAZ ZSMK sludge dump. *Chernaya metallurgiya. Bulletin nauchno-tekhnicheskoy informacii*, 2019, Vol. 75, (6), pp. 748-754. (In Russ.).
5. Golubev D.A. & Krupskaya L.T. Promising technologies for reclamation of lands disturbed by mining operations in the Far Eastern Federal District. *Problemy nedropol'zovaniya*, 2014, No. 1(1), pp. 88-94. (In Russ.).
6. Starozhilov V.T., Derbentseva A.M., Pilipushka V.N. et al. Assessment of technogenic landscape conditions to ensure their environmental safety as exemplified by coal and mining operations in Primorsky Krai. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*, 2011, (4), pp. 41-45. (In Russ.).
7. Kurachev V.M. & Androkhonov V.A. Classification of soils in technogenic landscapes. *Sibirskiy Ekologicheskij zhurnal*, 2002, (3), pp. 255-261. (In Russ.).
8. Manakov Yu.A. & Kupriyanov O.A. The system of specially protected natural areas of the Kemerovo region as a factor in mitigating the impact of coal mining on biodiversity. *Ugol'*, 2019, (7), pp. 89-94. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-89-94.
9. Makhonina G.I. Ecological aspects of soil formation in technogenic ecosystems of the Urals. Yekaterinburg, Ural University Publ., 2003, 355 p. (In Russ.).
10. Chibrick T.S. Some aspects of assessing experience of biological reclamation at coal deposits in the Urals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, No. 5(37), pp. 216-218. (In Russ.).

11. Chibrick T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I. et al. Restoration of biodiversity at waste dumps of Cheremshanskoye nickel deposit. *Promyshlennaya botanika*, 2019, Vol. 19, (3), pp. 45-48. (In Russ.).
12. Min Zhang, Jinman Wang & Yu Feng. Temporal and spatial change of land use in a largescale opencast coal mine area. A complex network approach. *Land Use Policy*, 2019, (86), pp. 375-386.
13. Adeli A., McLaughlin M., Brooks J.P. et al. Age chronosequence effects on restoration quality of reclaimed coal mine soils in Mississippi Agroecosystems. *Soil Science*, 2013, Vol. 178(7), pp. 335-343.
14. Bond-Lamberty B. & Thomson A. Temperature associated increases in the global soil respiration record. *Nature*, 2010, Vol. 464, Art. 7288, pp. 579-582.
15. Soloviev S., Semina I., Androkhonov V. et al. Restoration of vegetation cover in reclaimed areas with coal preparation waste in Kuzbass. *E3S Web of Conferences*, 2021, Vol. 244, Art. 01015. DOI: 10.1051/e3sconf/202124401015.
16. Zhuravleva N.V., Potokina R.R., Ismagilov Z.R. et al. Study of macro- and microcomponents distribution in ash and slag wastes of Kuzbass coal combustion. *Himiya v interesah ustoychivogo razvitiya*, 2016, Vol. 24, (3), pp. 347-353. (In Russ.).
17. Semina I.S., Androkhonov V.A. & Kuliapina E.D. Experience of using coal processing waste for reclamation of disturbed sites. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2020, (9), pp. 159-175. (In Russ.).
18. Approximate permissible concentration (APC) of chemical substances in soil: GN 2.1.7.2511–09 Sanitary-Hygienic Standard. Moscow, Federal Hygienic and Epidemiological Center of Rospotrebnadzor, 2009, 11 p. (In Russ.).
19. Maximum permissible concentration (MPC) of chemical substances in soil: GN 2.1.7.2041–06 Sanitary-Hygienic Standard. Moscow, Federal Hygienic and Epidemiological Center of Rospotrebnadzor, 2009, 15 p. (In Russ.).
20. Androkhonov V.A. Syngensis of soil-genetic and biological processes in technogenic landscapes of Kuzbass // *Bulletin of Tomsk State University*, September 2003, Appendix 7, pp. 16-22. (In Russ.).

**Acknowledgments**

The investigation was financially supported by the Kemerovo Region under Research Project No. 20-44-420006/20. The field studies were carried out during field work according to the planned assignments of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

**For citation**

Semina I.S. & Androkhonov V.A. Environmental and soil survey of sites reclaimed using coal processing wastes, as exemplified by the Kemerovo Region, Kuzbass. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 57-62. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-57-62.

**Paper info**

Received April 28, 2021

Reviewed June 14, 2021

Accepted June 15, 2021

# Угольные карьеры и поверхностные шахтные комплексы в восточном секторе США по данным спутниковой съемки\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-63-66>

*В статье представлены результаты исследования состояния горных работ на угольных месторождениях в штатах Иллинойс, Индиана, Огайо, Кентукки, Пенсильвания, Западная Вирджиния, Вирджиния и Алабама на территории США. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлено количество горных и транспортных машин, работающих в угольных карьерах, а также определен годовой объем добычи угля на территории каждого штата. По результатам спутниковой съемки выявлен суммарный производственный потенциал угледобывающих предприятий в каждом штате на исследуемой территории.*

**Ключевые слова:** Угледобывающие центры США, открытые и подземные горные работы, годовой объем добычи угля, горные и транспортные машины, дистанционное зондирование Земли, дистанционный мониторинг.

**Для цитирования:** Угольные карьеры и поверхностные шахтные комплексы в восточном секторе США по данным спутниковой съемки / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, И.А. Ганиева и др. // Уголь. 2021. № 7. С. 63-66. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-63-66.

## ВВЕДЕНИЕ

Научно-практический интерес с позиции изучения экономической географии и основ мировой экономики представляет исследование производственного потенциала производительных сил горнодобывающих предприятий, производящих отработку угольных месторождений в мировых центрах угледобычи. Национальная экономика США развивается традиционно на использовании электрической энергии, генерируемой тепловыми станциями при сжигании бурого и каменного угля. На территории США выделяются два крупных центра добычи угля – центральные штаты (Вайоминг, Монтана и Северная Дакота) с производством открытых горных работ и штаты в восточном секторе страны (Иллинойс, Индиана

## ЗЕНЬКОВ И.В.

*Доктор техн. наук, профессор Сибирского федерального университета, профессор Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва, 660037, г. Красноярск, Россия, e-mail: zenkoviv@mail.ru*

## ЧИНЬ ЛЕ ХУНГ,

*Канд. техн. наук, доцент Технического университета им. Ле Куй Дон, 000084, г. Ханой, Вьетнам*

## ГАНИЕВА И.А.

*Доктор экон. наук, директор Научно-образовательного центра мирового уровня «Кузбасс», 650991, г. Кемерово, Россия*

## ЛАТЫШЕНКО Г.И.

*Доцент Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва, 660037, г. Красноярск, Россия*

## ЛОГИНОВА Е.В.

*Канд. экон. наук, доцент Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва, 660037, г. Красноярск, Россия*

## ВОКИН В.Н.

*Канд. техн. наук, профессор Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, Россия*

## КИРЮШИНА Е.В.

*Канд. техн. наук, доцент Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, Россия*

## ЛАТЫНЦЕВ А.А.

*Канд. техн. наук, доцент Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, Россия*

## ВЕРЕТЕНОВА Т.А.

*Доцент Сибирского федерального университета, 660041, г. Красноярск, Россия*

\* Исследование проведено в рамках международного сотрудничества в области расширения сферы использования технологий дистанционного зондирования Земли.

на, Огайо, Кентукки, Пенсильвания, Западная Вирджиния, Вирджиния и Алабама), где уголь добывают в карьерах и в шахтах. Изучение мировых центров горной промышленности чаще всего осуществляется по весьма противоречивой информации, содержащейся в открытых источниках. Наша научно-практическая школа на очередном этапе исследовала широкий спектр показателей угледобывающего центра в восточном секторе США с использованием космоснимков высокого разрешения, находящихся в свободном доступе. Отметим, что сфера использования технологий дистанционного зондирования Земли из космоса постоянно расширяется, о чем свидетельствуют работы как российских, так и зарубежных исследователей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЯ В ШТАТАХ ИЛЛИНОИС И ИНДИАНА

На территории этих штатов с практически горизонтальным рельефом (высотные отметки находятся в диапазоне 120-160 м над уровнем моря) угольные месторождения масштабно начали разрабатывать с конца XIX в. Горно-геологическое строение месторождений обусловило применение систем разработки с перевалкой части вскрышных пород драглайнами в выработанное пространство карьера по бестранспортным технологиям. Участки месторождений, горно-геологические показатели которых не отвечают приемлемым уровням рентабельности открытых горных работ, разрабатывают подземным способом при вскрытии угольных пластов штольнями. Практически весь добытый уголь обогащают на обогатительных фабриках [12].

Угольный карьер, обрабатывающий горизонтальный угольный пласт в штате Индиана, представлен на *рисунке, а*.

Стрелками показано направление подвигания горных работ, линией красного цвета – контур внутренних породных отвалов, на которых проводится рекультивация земель. Все горные породы, в том числе и угольный пласт за исключением верхнего слоя четвертичных отложений, подлежат рыхлению с применением буровзрывного спо-

соба. Драглайн на выемке надугольной толщи в южном секторе карьера обведен кольцом. Протяженность горных работ по верхнему уступу составляет 2260 м. Глубина карьера 90-100 м. Участок месторождения вскрыт двумя фланговыми траншеями. Кроме того, въезд карьерных автосамосвалов на почву угольного пласта осуществляется в центральном секторе внутренних отвалов. Два верхних уступа обрабатывают гидравлическими экскаваторами с транспортировкой вскрышных пород на внутренних отвал и размещением в его верхнем ярусе. Толща вскрышных пород, находящаяся над угольным пластом мощностью до 40 м, обрабатывается драглайном с перевалкой в выработанное пространство карьера и укладкой в нижний ярус отвала на место отработанного угольного пласта. Отметим, что данная технология применима на угольных месторождениях с мощностью вскрышных пород более 60 м.

Всего на территории этих штатов уголь добывают в 13 карьерах и на 22 участках месторождений, вскрытых 19 штольнями. Уголь обогащают на 20 обогатительных фабриках. Суммарная протяженность фронта горных работ в карьерах составляет 20290 м. На бурении взрывных скважин работают 23 буровых станка. На экскавации вскрышных пород и угля установлены 55 гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша 12-20 куб. м и 30 погрузчиков на автомобильном шасси с вместимостью ковша 12-16 куб. м. В комплексе с этой выемочной техникой работают 168 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью от 90 до 260 т и 12 шарнирно-сочлененных автосамосвалов с колесной формулой 6x6 грузоподъемностью 40 т. Кроме этого, в карьерах и на отвалах работают 90 бульдозеров и 14 скреперов, в каждом из которых два прицепных ковша вместимостью 20 куб. м. Последние задействованы на вскрышных работах. Драглайны (четыре единицы) с вместимостью ковша 40 куб. м и длиной стрелы 85 м работают в карьерах с протяженностью фронта горных работ более 2000 м [12].

По результатам аналитических расчетов суммарный ежегодный объем добычи угля в этих штатах составляет 80 млн т (Иллинойс – 35 млн т, Индиана – 45 млн т).

а



б



Угольные карьеры США на снимках из космоса: а – на территории штата Индиана; б – на территории штата Западная Вирджиния

По данным дистанционного мониторинга установлены особенности рельефа земной поверхности других штатов, сказывающиеся на системах и технологиях разработки угольных месторождений [12].

В западном секторе штата Кентукки работают четыре карьера на равнинной поверхности. Поэтому на них горные работы производят по аналогии с угольными разрезами штатов Иллинойс и Индиана. Территория всех остальных штатов характеризуется расчлененным рельефом горной системы Аппалачи. Для угольных разрезов характерным является наличие нескольких добычных участков (см. рисунок, б). На рисунке, б кольцами желтого цвета обведены участки горных работ, на которых производятся вскрышные и добычные работы. Направления продвижения горных работ показано стрелками. Практически сразу же на месте отработанного угольного пласта отсыплют локальные породные отвалы. Расстояние транспортировки до них не превышает 600 м. Это способствует сокращению количества карьерных автосамосвалов, работающих в экскаваторно-автомобильных комплексах. Кольцами красного цвета обведены породные отвалы.

Всего на исследуемой территории работают 172 карьера с общей протяженностью фронта горных работ 85900 м. Добычу угля подземным способом обеспечивают 134 штольни, вскрывающие разрозненные участки угольных месторождений. Добытый уголь обогащают на 126 обогатительных фабриках, используя «мокрый способ». В карьерах на бурении взрывных скважин работают 257 буровых станков. Основной выемочной машиной является гидравлический экскаватор (289 ед.) с вместимостью ковша от 12 до 26 куб. м. На вскрышных работах работают 14 драглайнов с вместимостью ковша 30-50 куб. м с длиной стрелы от 70 до 90 м. На выемке рыхлых вскрышных пород и транспортировке их на отвалы используют прицепные скреперы с объемом двух ковшей 40 куб. м. На выемке угля задействовано шесть фрезерных комбайнов. На погрузочных работах как в границах карьеров, так и за их пределами используют 276 фронтальных погрузчиков на автомобильном шасси с вместимостью ковша 15-18 куб. м. Горную массу транспортируют в основном в карьерных автосамосвалах (852 ед.) грузоподъемностью от 75 до 320 т. В карьерной логистике также задействованы шарнирно-сочлененные автосамосвалы (159 ед.) повышенной проходимости грузоподъемностью до 40 т. На вскрышных и вспомогательных работах используют мощные бульдозеры Caterpillar D11T в количестве 474 ед. [12].

Комплексная оценка производственного потенциала угледобывающей отрасли, основанная на информационных ресурсах дистанционного зондирования Земли и результатах аналитических расчетов, позволила определить суммарный годовой объем добычи угля на исследуемой территории восьми штатов США на уровне 365 млн т.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в восточном секторе США (штаты Иллинойс, Индиана, Огайо, Кентукки, Пенсильвания, Западная Вирджиния, Вирджиния и Алабама) в работе находятся

185 карьеров и 153 шахты по добыче угля. Общий объем добычи угля, который равен суммарному производственному потенциалу всех угледобывающих предприятий (338 ед.), по нашей оценке, составляет 445 млн т. По данным дистанционного мониторинга установлен стабильно понижающийся тренд в объемах добычи угля. Объем пустых горных пород, перерабатываемых в ходе открытой и подземной добычи угля, составляет не менее 1,5 млрд т. Максимальная концентрация угледобывающих предприятий наблюдается в штате Западная Вирджиния, на долю которых приходится 40% объема угля, добываемого на исследуемой территории.

## Список литературы

1. Озарян Ю.А. Оценка естественного восстановления биоты в зоне воздействия горнодобывающих предприятий Хабаровского края по данным спутникового мониторинга // Горный журнал. 2018. № 10. С. 84-88.
2. Legostaeva Y.B., Ksenofontova M.I., Popov V.F. Geologic situation at site of drainage brine utilization during development of primary deposits in Yakutia // Eurasian Mining. 2019. N 1. P. 43-48.
3. Канализационные выбросы в прибрежной зоне Черного моря: наблюдение и дистанционный контроль из космоса / А.А. Кучейко, А.Ю. Иванов, Н.С. Григорьев и др. // Экология и промышленность России. 2019. № 12. С. 54-60.
4. Иванов А.Ю., Матросова Е.Р. Техногенная грифонная активность в северо-западной части Черного моря по данным съемок из космоса // Экология и промышленность России. 2019. № 8. С. 57-63.
5. Миклашевич Т.С., Барталев С.А., Плотников Д.Е. Интерполяционный алгоритм восстановления длинных временных рядов данных спутниковых наблюдений растительного покрова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 143-154.
6. Automated detection of bird roosts using NEXRAD radar data and Convolutional Neural Networks / Carmen Chilson, Katherine Avery, Amy McGovern et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol.5. Is. 1. P. 20-32.
7. Remote sensing of three-dimensional coral reef structure enhances predictive modeling of fish assemblages / Lisa M. Wedding, Stacy Jorgensen, Christopher A. Lepczyk et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol. 5. Is. 2. P. 150-159.
8. Detecting bird movements with L-band avian radar and S-band dual-polarization Doppler weather radar / Sidney A. Gauthreaux Jr, Ann-Marie Shapiro, Dave Mayer et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol. 5. Is. 3. P. 237-246.
9. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes / Anne Mouget, Chloé Goulon, Thomas Axenrot et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol. 5. Is. 4. P. 332-345.
10. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks / Zachary J. Ruff, Damon B. Lesmeister, Leila S. Duchac et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Is.1. P. 79-92.

11. UAV-derived estimates of forest structure to inform ponderosa pine forest restoration / Adam Belmonte, Temuulen Sankey, Joel A. Biederman et al. // *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 2020. Vol. 6. Is. 2. P. 181-197.

12. Самый подробный глобус. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/earth/> (дата обращения: 15.06.2021).

#### Original Paper

622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, I.A. Ganieva, G.I. Latyshenko, E.V. Loginova, V.N. Vokin, E.V. Kiryushina, A.A. Latyncey, T.A. Veretenova, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 7, pp. 63-66  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-63-66>

#### Title

**OPEN-PITS COAL MINES AND SURFACE MINE COMPLEXES IN THE EASTERN SECTOR OF THE UNITED STATES ACCORDING TO SATELLITE IMAGING DATA**

#### Authors

Zenkov I.V.<sup>1,2</sup>, Trinh Le Hung<sup>3</sup>, Ganieva I.A.<sup>4</sup>, Latyshenko G.I.<sup>2</sup>, Loginova E.V.<sup>2</sup>, Vokin V.N.<sup>1</sup>, Kiryushina E.V.<sup>1</sup>, Latyncey A.A.<sup>1</sup>, Veretenova T.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

<sup>2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>3</sup> Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

<sup>4</sup> World-Class Research and Academic Centre "Kuzbass", Kemerovo, 650991, Russian Federation

#### Authors Information

**Zenkov I.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: [zenkoviv@mail.ru](mailto:zenkoviv@mail.ru)

**Trinh Le Hung**, PhD (Engineering), Associate Professor

**Ganieva I.A.**, Doctor of Economic Sciences, Director World-Class Research and Academic Centre "Kuzbass", Kemerovo, 650991, Russian Federation

**Latyshenko G.I.**, Associate Professor

**Loginova E.V.**, PhD (Economic), Associate Professor

**Vokin V.N.**, PhD (Engineering), Professor

**Kiryushina E.V.**, PhD (Engineering), Associate Professor

**Latyncey A.A.**, PhD (Engineering), Associate Professor

**Veretenova T.A.**, Associate Professor

#### Abstract

This paper presents the results of a study into the state of coal mining in Illinois, Indiana, Ohio, Kentucky, Pennsylvania, West Virginia, Virginia, and Alabama in the United States. Remote sensing studies and analytical calculations revealed the number of mining and haulage machines working in the coal pits, as well as determined the annual volume of coal production in each state. The results of satellite observations helped to reveal the total production potential of coal mining companies in each state in the surveyed area.

#### Keywords

Coal mining centers in the United States, Surface and underground mining, Annual coal production, Mining and transport vehicles, Remote sensing of the Earth, Remote monitoring.

#### References

- Ozaryan Yu.A. Assessment of natural biota rehabilitation in the influence zone of mining in the Khabarovsk Territory by satellite monitoring data. *Gornyi Zhurnal*, 2018, (10), pp. 84-88. (In Russ.).
- Legostaeva Y.B., Ksenofontova M.I. & Popov V.F. Geocologic situation at site of drainage brine utilization during development of primary deposits in Yakutia. *Eurasian Mining*, 2019, (1), pp. 43-48.
- Kucheyko A.A., Ivanov A.Yu., Grigoriev N.S. et al. Sewage effluents in the Black Sea coastal zone: observation and remote monitoring from the outer space. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2019, (12), pp. 54-60. (In Russ.).
- Ivanov A.Yu. & Matrosova E.R. Technogenically provoked seepage activity in the northwestern part of the Black Sea according to data from space. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2019, (8), pp. 57-63. (In Russ.).

5. Miklashevich T.S., Bartalev S.A. & Plotnikov D.E. Interpolation algorithm for reconstruction of long time series in satellite observation of vegetation cover. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2019, Vol. 16(6), pp. 143-154. (In Russ.).

6. Carmen Chilson, Katherine Avery, Amy McGovern et al. Automated detection of bird roosts using NEXRAD radar data and Convolutional Neural Networks. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5(1), pp. 20-32.

7. Lisa M. Wedding, Stacy Jorgensen, Christopher A. Lepczyk et al. Remote sensing of three-dimensional coral reef structure enhances predictive modeling of fish assemblages. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5(2), pp. 150-159.

8. Sidney A. Gauthreaux Jr, Ann-Marie Shapiro, Dave Mayer et al. Detecting bird movements with L-band avian radar and S-band dual-polarization Doppler weather radar. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5(3), pp. 237-246.

9. Anne Mouget, Chloé Goulon, Thomas Axenrot et al. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2019, Vol. 5(4), pp. 332-345.

10. Zachary J. Ruff, Damon B. Lesmeister, Leila S. Duchac et al. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6(1), pp. 79-92.

11. Adam Belmonte, Temuulen Sankey, Joel A. Biederman et al. UAV-derived estimates of forest structure to inform ponderosa pine forest restoration. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6(2), pp. 181-197.

12. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com/earth/> (accessed 15.06.2021).

#### Acknowledgements

The study was performed within the framework of international cooperation in expanding the use of remote sensing technologies.

#### For citation

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Ganieva I.A., Latyshenko G.I., Loginova E.V., Vokin V.N., Kiryushina E.V., Latyncey A.A. & Veretenova T.A. Open-pits coal mines and surface mine complexes in the Eastern Sector of the United States according to satellite imaging data. *Ugol'*, 2021, (7), pp. 63-66. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-7-63-66.

#### Paper info

Received April 3, 2021

Reviewed May 24, 2021

#### ABROAD

# MiningWorld Russia:

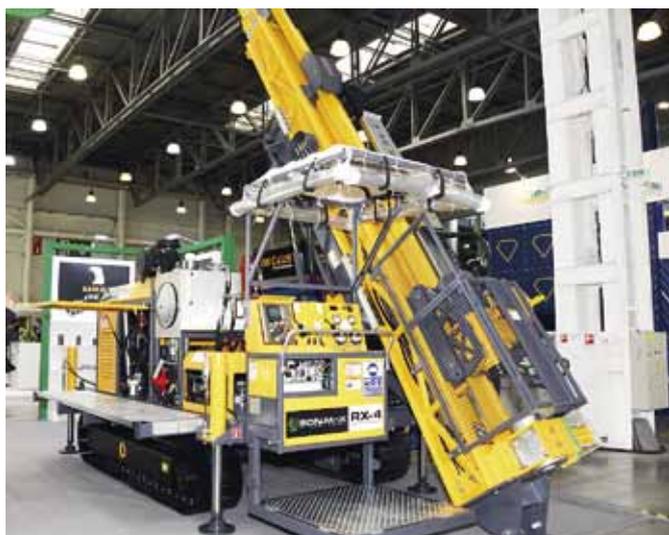
## мировые новинки горнодобывающего оборудования и площадка для обсуждения будущего отрасли

*С 20 по 22 апреля 2021 г. в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо», с большим успехом прошла 25-я Юбилейная Международная выставка машин и оборудования для добычи, обогащения и транспортировки полезных ископаемых MiningWorld Russia. Организатором мероприятия выступила Группа компаний Hyve.*

В год своего четвертьвекового юбилея выставка MiningWorld Russia собрала на одной площадке все самые современные машины, оборудование и технологии для горнодобывающих производств, горно-обогачительных комбинатов и для обеспечения безопасности горных работ, став платформой для эффективного взаимодействия производителей и поставщиков с недропользователями и представителями крупнейших горнодобывающих компаний.



Экспозиция выставки заняла 7 700 кв. м. Свою технику и оборудование вниманию профессиональной аудитории представили 166 экспонентов из 20 стран мира (Россия, Австралия, Австрия, Беларусь, Великобритания, Германия, Индия, Испания, Италия, Казахстан, Канада, Китай, Перу, США, Турция, Финляндия, Франция, Чехия, Чили и Швеция). В выставке приняли участие крупнейшие российские компании, в том числе: КАНЕКС, ООО НПО «Композит», НПО «Аконит», Quarry Service Group, НПО «РИБС», FLSmidth, Element Group, АО «Орика СиАйЭс», RBL-REI SA, URAL MINERALS, ЗАО «Дробмаш» и многие другие. В числе иностранных экспонентов были такие признанные лидеры отрасли, как: RUSSELL MINERAL EQUIPMENT, Bradken Pty Ltd, «Майкромайн Рус», «Поликорп», ARAMINE, ME Elecmetal, НЛМК, «Венко Интернэшнл Майнинг Системс», CFT GmbH Compact



Filter Technic, Hermann Paus, HERRENKNECHT AG, SON-MAK MAKINE, Tüfekçioğlu Kauçuk Makina ve Madencilik San. Tic. A.Ş., Aeolus Tyre Co., LTD и другие.

При поддержке правительства Германии на выставке был организован немецкий национальный павильон, в котором приняли участие более 10 компаний.

В рамках экспозиции «Территория тяжелой техники» свое оборудование представили: ПАО КАМАЗ, Aeolus Tyre Co., LTD, НЛМК, АО «Завод бурового оборудования», «Север Минералс», SON-MAK MAKINE, GHH Group и другие.

В 2021 г. выставку MiningWorld Russia посетили 4 397 профессионалов из 67 регионов России и 28 стран мира. Данные показывают, что посещаемость выставки неуклонно приближается к показателям периода до пандемии, а плотность посетителей на одного экспонента в 2021 г. достигла рекордного значения за все время существования выставки – 28 человек. Такая статистика красноречиво свидетельствует о том, что отраслевое сообщество взяло курс на восстановление. Ежегодно на выставку приезжают руководители и специалисты лидеров горнодобывающей отрасли России, таких как «Норникель», «Северсталь», «Алроса», НЛМК, «Металлоинвест», ММК, «Русал», «Полюс Золото» и другие.

Выставка «MiningWorld Russia 2021» прошла при поддержке Коллегии военно-промышленной комиссии РФ; Министерства промышленности и торговли РФ; Комите-

та Государственной Думы Российской Федерации по экономической политике, промышленности, инновационному развитию и предпринимательству; Министерства природных ресурсов и экологии РФ; Министерства энергетики РФ; Российского союза промышленников и предпринимателей; Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору; Торгового представительства при посольстве Республики Чили в РФ.

Делегация Министерства промышленности и торговли Российской Федерации посетила выставку и ознакомилась с экспозицией в ходе VIP-тура. Спонсорами выставки и деловой программы выступили: «Север Минералс», «КАНЕКС», «Либхерр-Русланд», «Шнейдер Электрик», ВКТ.

### ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

Все три дня работы выставки по традиции сопровождались деловой программой, в рамках которой состоялись 10 мероприятий с участием более 80 спикеров, среди которых были представители компаний СУЭК, АЛРОСА, «Северсталь», «АлтынАлмас», ММК-УГОЛЬ, «Норильский никель», ПАВЛИК, «Полиметалл», «СДС-Уголь», МЕТАЛЛОИНВЕСТ, УГМК, «ЕвразХолдинг», «Полюс» и других. Мероприятия в очном и удаленном формате посетили более 1 500 делегатов, из них 662 уникальных слушателя присутствовали непосредственно на площадке выставки.

Ключевым событием деловой программы MiningWorld Russia 2021 стал двухдневный **Форум лидеров горнодобывающей отрасли**, посвященный обмену опытом решения актуальных задач, стоящих перед недропользователями. Соорганизаторами Форума стали Минпромторг России и ВИСТ Группа Цифра. В первый день Форума состоялась **Пленарная сессия «Роботизация горнодобывающей промышленности. Результаты первых российских внедрений»**. Выступали: директор по автоматизации и цифровизации Угольного дивизиона АО «СУЭК» **Ирина Власова**; директор по развитию цифровых технологий ПАО «Северсталь» **Борис Воскресенский**; IT-директор ММК, директор ООО «ММК-Информсервис» **Вадим Феоктистов**; CEO, Orbita Capital Partners **Евгений Кузнецов**; директор Ассоциации Интернета вещей IoTAS **Андрей Колесников**.





Кульминацией первого дня Форума стала **Церемония награждения победителей конкурса эффективных цифровых проектов горнодобывающих предприятий «Горная индустрия 4.0»**. Отраслевой конкурс MiningWorld Russia был организован впервые совместно с ГК «Цифра» (соорганизатор конкурса), Schneider Electric (официальный партнер) и Accenture (интеллектуальный партнер). Главным критерием отбора финалистов и лауреатов стало наличие реальных результатов, которые компании представили в качестве подтверждения эффективности внедренных решений. Из более чем 40 проектов, поданных на конкурс, 12 вошли в шорт-лист. С резюме всех заявок можно ознакомиться на сайте конкурса.

Лауреатом Гран-При «Цифровая интеграция добывающих и производственных переделов» стал «Норильский Никель». Компания представила на конкурс наибольшее количество заявок, добившись высоких баллов при оценке жюри. Гран-При вручала директор выставки MiningWorld Russia **Марина Челака**.

**Лауреатами конкурса в номинациях стали:**

Номинация «Промышленная безопасность, охрана труда и экология»: АО «Хиагда», Урановый холдинг «АРМЗ» Госкорпорации «Росатом» (открытый отбор) и АО «Полюс Магадан» (спецноминация ГК «Цифра»);

- Номинация «Цифровизация обогатительного передела»: Талнахская обогатительная фабрика, ПАО «ГМК «Норильский Никель (открытый отбор) и Стойленский ОК ПАО «НЛМК» (спецноминация ГК «Цифра»);

- Номинация «Цифровизация открытых горных работ»: АО «УК «Кузбассразрезуголь (открытый отбор и спецноминация ГК «Цифра»);

- Номинация «Цифровизация подземных горных работ»: ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий» (открытый отбор);

- Номинация «Цифровой рудник Казахстана»: АО «АК «Алтыналмас» (спецноминация ГК «Цифра»).

В финале конкурса лауреаты в формате кейс-сессии подробно рассказали о своих проектах и их результатах, а также ответили на вопросы аудитории и экспертов.

21 апреля, во второй день Форума, состоялась **Главная пленарная дискуссия «Повышение эффективности горнодобывающего комплекса и цифровая трансформация отрасли»**, в которой приняли участие представители крупнейших горнодобывающих предприятий, органов власти и компаний-поставщиков. Модераторами выступили управляющий директор ГК «Цифра» **Павел**

**Растопшин** и редактор раздела «Промышленность» журнала «Эксперт» **Николай Ульянов**. На дискуссии были рассмотрены кейсы цифровой трансформации предприятий, их нюансы и перспективы, а также сделаны прогнозы в сферах локализации, импортозамещения и иных актуальных трендов горной промышленности.

Своим опытом и видением вопроса поделились: вице-президент по IT и корпоративному развитию, координатор проекта «Цифровой рудник» АО «АК Алтыналмас» **Жанара Аманжолова**; генеральный директор

ООО «ВГК» **Максим Куземченко**; советник генерального директора АО «СУЭК» **Максим Довгялло**; директор Департамента станкостроения и инвестиционного машиностроения Минпромторга РФ **Валерий Пивень**; первый заместитель генерального директора по стратегическому развитию, инновационной деятельности и информационным технологиям ОАО «БЕЛАЗ» **Александр Ботвинник**; генеральный директор АО ХК «СДС-Уголь» **Геннадий Алексеев**; генеральный директор ОАО «ВИОГЕМ» **Сергей Серый**; партнер и директор по технологиям и цифровой трансформации «BCG Москва» **Вадим Пестун**; директор по цифровой трансформации «УГМК» **Сергей Федотов**; исполнительный партнер Gartner **Николай Бутвина**; директор департамента по информационным технологиям ООО УК «Металлоинвест» **Олег Лактюшин**; председатель Совета директоров ООО «АРМЗ Горные машины», исполнительный директор АО «Первая горнорудная компания» **Игорь Семенов**; директор по развитию цифровых технологий ПАО «Северсталь», директор «Северсталь Диджитал» **Борис Воскресенский**; руководитель по инжинирингу «Север Минералс» **Александр Веркин**.

Завершился Форум лидеров горнодобывающей отрасли двойной сессией, посвященной **технологиям и трендам открытых и подземных горных работ**, модератором которой стал **Николай Годунов**, директор по продажам в горной промышленности ГК «Цифра». Участники обсудили тенденции горной добычи и рассказали о своих успехах в данных направлениях.

Также в рамках деловой программы прошли **экспертные конференции:**

- Золото и технологии;
- Повышение эффективности геологоразведочных работ;
- Строительные технологии, техника и материалы для горнодобывающей отрасли;
- Технологии переработки и обогащения минерального сырья.

Партнеры и соорганизаторы деловой программы MiningWorld Russia 2021: Минпромторг России, ГК «Цифра», ФГБУ «ВИМС», НИТУ «МИСиС», Международная Ассоциация Фундаментостроителей, журнал «Золото и технологии».

**26-я Международная выставка машин и оборудования для добычи, обогащения и транспортировки полезных ископаемых MiningWorld Russia пройдет 26-28 апреля 2022 г. в Москве, в МВЦ «Крокус Экспо».**

# Надежность и долговечность

## ЛОХОВ Д.С.

Генеральный директор  
TAPP Group,  
308024, г. Белгород, Россия,  
e-mail: info@tapp-group.ru



**Ключевые слова:** TAPP Group, вагоноопрокидыватель, вагоноопрокид.

Однажды Артур Конан Дойл сказал: «Ни одна цепь не прочнее своего слабого звена». И это бесспорно так: любая фабрика — это своего рода цепь. А процессы на этой фабрике можно сравнить с ее звеньями: если появляются проблемы на каком-либо этапе, то страдает все производство. Чтобы избежать простоев на ремонт, высоких производственных затрат и снижения производительности, необходимо грамотно проработать каждый узел и подобрать надежное и эффективное оборудование.

Одним из самых первых производственных этапов является разгрузка вагонов с материалом для дальнейшей обработки. И этот процесс задает темп всему производству, ведь чем больше вагонов вы сможете разгрузить, тем больше материала поступит в производство и, соответственно, тем больше готового продукта вы сможете получить на выходе.

Компания TAPP Group предлагает вам надежные и эффективные ваго-

ноопрокидыватели. Производительность опрокида для одного вагона с одним установленным роботом составляет 15 вагонов в час, с двумя роботами – 25 вагонов в час, а производительность вагоноопрокидывателя на три вагона с двумя роботами достигает 80 вагонов в час. Каждый опрокид оснащается вибраторами, которые воздействуют на стенки вагона с частотой 1500 мин<sup>-1</sup> и амплитудой 2 мм. Это позволяет очищать вагоны от примерзшего материала. Также наше оборудование оснащено автоматической системой управления с функцией архивации данных.

Вагоноопрокидыватель также оснащен системой пылеподавления, а в зоне разгрузки расположена аспирация с мешочным фильтром. Под вагоноопрокидывателем располагается вибрационная решетка, предназначенная для эффективной сортировки негабаритных кусков материала и перемещения их к зоне дробления,

которая, в свою очередь, оснащена роботом-гидроножницами.

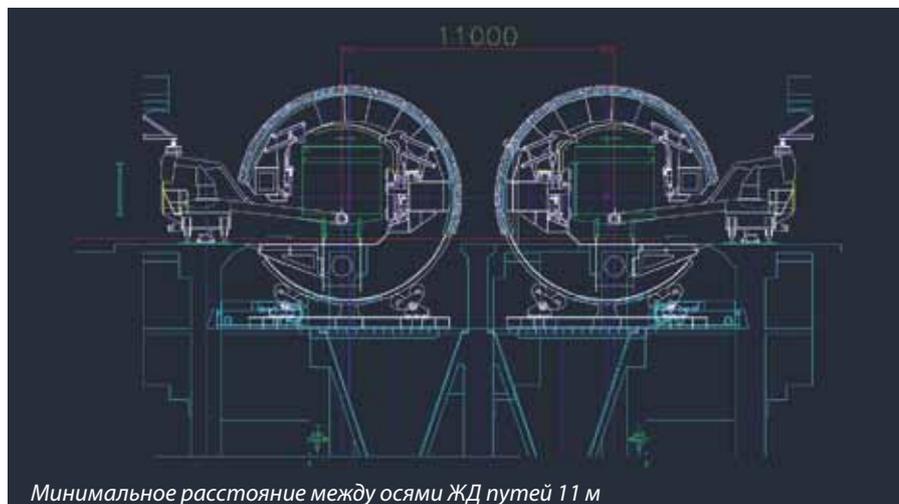
Что же касается защиты оборудования, все металлоконструкции и внутренние поверхности балок защищены специальной краской, что предотвращает образование коррозии и разрушение. Все системы защищены и рассчитаны на работу при температуре окружающего воздуха – 40°C, а для сохранения тепла в здании конструкция оснащается автоматическими быстрозакрывающимися воротами.

Помимо основных функций и конструкций мы предлагаем дополнительно оснастить вагоноопрокидыватель различными автоматическими системами, электротолкателем вагонов с системой отчистки путей от снега, системой видеонаблюдения и другими опциями.

Безусловно, плюсом является и тот факт, что вагоноопрокидыватель устанавливается на существующие фундаменты, - это позволяет избежать дополнительных изменений и переделок в существующих коммуникациях и подъездных путях.

Мы поможем сделать Ваше предприятие надежным и эффективным.

Свяжитесь с нами любым удобным способом, чтобы узнать подробнее о работе оборудования, используемых запчастях и реализованных кейсах.



Минимальное расстояние между осями ЖД путей 11 м

### ООО «Открытые технологии»

308024, Россия, г. Белгород

Тел.: +7 (4722) 23-28-39,

+7 (800) 301-27-73

WhatsApp: +7 (980) 384-15-16

E-mail: info@tapp-group.ru

Web: www.tapp-group.ru

### YouTube-канал:

www.youtube.com/c/Auryus



## Экспонаты предприятий СУЭК завоевали медали выставки «Уголь России и Майнинг – 2021»

*Сразу нескольких престижных наград удостоены предприятия компании «СУЭК-Кузбасс» (входит в СУЭК Андрея Мельниченко) по итогам проходившей в Новокузнецке в начале июня Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг – 2021».*

Дипломы и Серебряные медали в конкурсе «Лучший экспонат» – номинация «Разработка и внедрение технических средств обеспечения безопасности жизнедеятельности; средства индивидуальной защиты» – получили бактерицидные облучатели «СКТС-1-2/30» и «СКТС-2-6/30». Собственное производство этих рециркуляторов в период коронавирусной пандемии было налажено в Технологической связи – сервисном предприятии компании «СУЭК-Кузбасс».

Напомним, что выпуск рециркуляторов закрытого типа «СКТС-1-2/30», предназначенных для обеззараживания воздуха в помещениях с присутствием людей, был оперативно организован СУЭК еще весной прошлого года. Первая партия была направлена на предприятия компании. Эксплуатация показала, что в процессе непрерывной работы достигается стерильность 99,9%. По просьбе Правительства Кемеровской области – Кузбасса было увеличено производство рециркуляторов для обеспечения, прежде всего, учреждений социальной сферы региона. В течение года произведено более 1600 изделий, имеющих декларацию Евразийского экономического союза о соответствии необходимым техническим требованиям безопасности. В числе получа-



телей «СКТС-1-2/30» – общеобразовательные школы и лицеи, спортшколы, школы искусств, станции медицинской скорой помощи, частные предприятия, жители городов и поселков Кузбасса.

А осенью в короткий срок на предприятии по просьбам медиков сконструировали и освоили выпуск более мощного устройства «СКТС-2-6/30». Этот бактерицидный облучатель открытого типа позволяет проводить в период отсутствия людей быстрое обеззараживание в медпунктах, мойках, раздевалках, спортзалах. Отличительной особенностью «СКТС-2-6/30» среди аналогичных моделей является наличие таймера и пульта дистанционного управления.

Еще один представленный на выставке экспонат стал «бронзовым» призером в номинации «Разработка и внедрение нового технологического оборудования для угольной промышленности». Это изготавливаемый на заводе «Сиб-Дамель» погрузчик пневмоколенный шахтный «ППШ 1000-К». Машина прошла опытно-промышленные испытания на шахтах компании «СУЭК-Кузбасс», и начато производство первой серийной партии. При этом параллельно на заводе освоили выпуск еще и прицепа вагона пассажирского ВП-4, предназначенного для транспортировки людей и грузов в паре с погрузчиком.

Представленный на выставке погрузчик уже ждут проходчики шахты имени С.М. Кирова. До конца года планируется выпустить еще тринадцать таких машин. Все они найдут свое применение также на шахтах компании «СУЭК-Кузбасс».



## Энергоуправление ООО «СУЭК-Хакасия» и АО «Черногорский РМЗ» отмечены наградами Международной выставки «Уголь России и Майнинг»

*В начале июня 2021 г. сервисные структуры Сибирской угольной энергетической компании (основной акционер Андрей Мельниченко) в Республике Хакасия – Энергоуправление ООО «СУЭК-Хакасия» и АО «Черногорский ремонтно-механический завод» приняли участие в международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» в г. Новокузнецке, где получили несколько высоких наград.*

АО «Черногорский РМЗ» на выставке 2021 года впервые основной акцент в презентации возможностей своего предприятия сделало на макетах продукции. Уменьшенный масштаб позволяет посетителю в самый короткий срок воспринять визуальную информацию об основных узлах и агрегатах изделия, о технологии его работы. В итоге макет опорной базы экскаватора «ЭШ-10/70» АО «Черногорский РМЗ» удостоен Гран-При в конкурсе «Лучший экспонат». Бронзовыми медалями выставки отмечены представленные заводом сливной коллектор РС-4000 и установка по уплотнению и разравниванию угля в полувагоне.

«В год двадцатилетия СУЭК для нас особенно приятно получать высокие награды, – говорит генеральный директор ООО «СУЭК-Хакасия» **Алексей Кулин**. – Инвестиции СУЭК обеспечили техническую модернизацию не только угледобывающих предприятий компании, но и сервисных структур. Поэтому высокие награды выставки «Уголь России и Майнинг» получают и «Черногорский ремонтно-механический завод», и Энергоуправление «СУЭК-Хакасия».



На продукции Энергоуправления, представленной на выставке «Уголь России и Майнинг», в 2021 г. был размещен логотип 20-летия СУЭК. Экспонаты Энергоуправления вызвали живой интерес посетителей, особое внимание было уделено установ-

ке пылеподавления СХ УППМ20-04-7500. Данная установка предназначена для снижения уровня запыленности на месте выполнения работ. Применяется такая установка в угольной промышленности, в строительстве – при разрушении (сносе) зданий и сооружений, в цехах, на складах, при организации погрузочно-разгрузочных работ пылеобразующих материалов погрузочно-сортировочных комплексов, в портах и т.п.

Помимо установки пылеподавления Энергоуправление представило и другие изделия, производство которых было освоено коллективом в период пандемии (контейнер для дезинфекции документов, очиститель воздуха – рециркулятор), а также индикаторное цифровое табло, указатель опасной зоны для карьерных экскаваторов, расширенная линейка светодиодных светильников и интерактивная экоскамья.

По итогам выставки Энергоуправление ООО «СУЭК-Хакасия» награждено Золотой медалью за установку пылеподавления СХ УППМ20-04-7500 и Дипломами «Лучший экспонат» за интерактивную экологическую скамью, за указатель опасной зоны для экскаваторов СХ ПУОЗ 60-RED и за табло цифровое индикаторное СХ ТЦИ 2-24/140-65.

## ООО «Бородинский РМЗ» стало дипломантом выставки «Уголь России и Майнинг»

*Литейная продукция ООО «Бородинский ремонтно-механический завод», сервисного предприятия СУЭК Андрея Мельниченко в Красноярском крае, удостоена Бронзовой медали ХХІХ Международной специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг». Наградой отмечены, в частности, литые траки (гусеничные звенья) для экскаваторов зарубежного производства – KOMATSU, HITACHI, BUCYRUS и P&H. Литейную продукцию ООО «Бородинский РМЗ» представило в объединенном павильоне с еще одним сервисным подразделением СУЭК в Красноярском крае – ООО «Назаровское горно-монтажное наладочное управление».*

Литейный цех является одним из передовых в ООО «Бородинский РМЗ». Объем производства здесь достигает 120 т литья в месяц. Цех изготавливает зубья, коронки зубьев, петли, клыки, зубчатые колеса, шестерни, вкладыши, колосники для целого модельного ряда как отечественных, так и импортных экскаваторов – Бородинский РМЗ активно развивает импортозамещение. Для поддержания высоких объемов и качества продукции на предприятии за последние годы введен целый комплекс нового оборудования – это сталеплавильные и термопечи, сушильные камеры. При комплектовании участка внимание уделяется не только производительности, надежности и энергоэффективности оснащения, но и его экологичности. Большая работа проделана на заводе и по совершенствованию условий труда сотрудников – в цехах сортированы современные освещение, приточно-вытяжная вентиляция.

По словам технического директора ООО «Бородинский РМЗ» **Сергея Тюрина**, в ближайших планах заводчан – выход с литейной продукцией на внешние рынки. «В настоящий момент на угольном разрезе «Черниговец» компании «СДС-Уголь» в Кемеровской области проводятся промышленные испытания наших траков на экскаваторе P&H 2800XPС. Мы надеемся на положительные результаты испытаний и получение заказа на поставку гусеничных цепей для двух таких машин», – прокомментировал **Сергей Тюрин**.

Добавим, что литейная продукция ООО «Бородинский РМЗ» ранее уже отмечалась наградами выставки «Уголь России и Майнинг». В 2019 г. за коронки и гусеничные звенья к экскаваторам KOMATSU, HITACHI и BUCYRUS завод получил Золотую медаль.

Международная специализированная выставка технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» проводится ежегодно в Куз-



бассе и является одной из наиболее авторитетных площадок в стране по обсуждению актуальных вопросов горного дела и демонстрации новейших технологий для горнорудной промышленности. Партнерами мероприятия выступает целый ряд федеральных министерств – энергетики, промышленности и торговли, природных ресурсов и экологии, МЧС России, Правительство Кузбасса, союзы и ассоциации производителей горношахтного оборудования из Германии и Британии.

В текущем году оборудование, технику и разработки на площадях выставки представили 458 компаний из 76 городов России и 13 зарубежных стран – Австрии, Великобритании, США, Канады, Германии, Франции, Польши, Испании, Индии, Китая, Украины, Казахстана, Республики Беларусь. Посетителями выставки стали почти 42 тыс. человек.



## Губернатор Кузбасса высоко оценил представленную на выставке «Уголь России и Майнинг – 2021» продукцию предприятий СУЭК

*Предприятия СУЭК Андрея Мельниченко приняли активное участие в XXIX Международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг – 2021», XI Международной специализированной выставке «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности» и VI Международной специализированной выставке «Недра России» (г. Новокузнецк, 1-4 июня 2021 г.).*

Технологии и наработки в Кузбассе представили около 450 угледобывающих и промышленных компаний из 14 стран – Австралии, Белоруссии, Великобритании, Германии, Индии, Испании, Канады, Китая, США и других. На площади 50 тыс. кв. м. разместились более 4,5 тыс. экспонатов.

«В Кузбассе много производителей, мы оказываем им поддержку не только в реализации проектов, но и в научных изысканиях, чтобы они могли разрабатывать новые технологии и как можно быстрее внедрять их на производствах, – отметил на открытии выставки губернатор Кузбасса **Сергей Цивилев**. – Развитие машиностроения продолжается, есть прекрасные образцы нового оборудования, в том числе по дегазации угольных пластов».

В свою очередь заместитель министра энергетики России **Анатолий Яновский** поблагодарил главу Кузбасса Сергея Цивилева за успешную работу по созданию в регионе инвестиционного климата. «Хотел бы отметить особую роль Кузбасса. Недавно было выпущено Постановление Правительства РФ, осуществляющее поддержку в форме государственно-частного партнерства для реализации комплексных научно-технических программ. Первая такая программа будет принята в Кузбассе, она включает более 20 инвестиционных проектов из разных сфер – от экологии до цифровизации. Каждый из этих проектов реализуется в содружестве научных организаций и промышленных партнеров – угольных и машиностроительных предприятий Кузбасса. Важно, что угольные компании заинтересованы в реализации программы и готовы инвестировать наряду со средствами, которые будут вкладываться из федерального бюджета», – сказал **Анатолий Яновский**.

О том, насколько активно осваиваются новые инновационные технологии в горнодобывающей отрасли,



губернатор и многочисленные гости выставки смогли убедиться, посетив объединенный стенд предприятий СУЭК. Среди представленных экспонатов главу региона особенно заинтересовал изготавливаемый на заводе «Сиб-Дамель» – предприятии, специализирующемся на производстве и ремонте горношахтного оборудования – погрузчик пневмокопесный шахтный «ППШ-1000-К». С опытным образцом Сергей Цивилев познакомился, побывав год назад в одном из новых цехов завода. Сейчас машина прошла опытно-промышленные испытания на шахтах компании «СУЭК-Кузбасс» и начато ее серийное производство.

В числе предлагаемых новинок также разработанный на предприятии Технологическая связь АО «СУЭК-Кузбасс» смартфон ARMA S3.2. Этот мобильный телефон способен применяться в горных выработках шахт и позволяет осуществлять голосовую связь непосредственно в зоне действий подземного персонала.

## Пандемия – толчок для развития: как компании ТЭК и МСК работают с кадрами в условиях пандемии

*Сложившаяся эпидемиологическая ситуация вынудила компании топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и минерально-сырьевого комплекса (МСК) внести изменения в устоявшиеся правила. Из-за режима ограничений большинство сотрудников были переведены на дистанционный формат работы, а руководители озадачились вопросом: как не допустить спада эффективности работы специалистов на «удаленке» и привлечь лучшие кадры в свои ряды? Представители ТЭК и МСК рассказывают, насколько качественно им удалось справиться с этими задачами.*



### ДИСТАНЦИОННЫЙ ФОРМАТ ВНЕДРИЛ ЦИФРОВОЕ ДНК

Теперь в организационный процесс компаний введены продукты и программы, к которым еще недавно многие относились скептически. Некоторые инструменты компании, даже после возвращения в офисы, не планируют отменять и вводят их в повседневную рабочую практику.

#### **Валентина Черных, руководитель практик и развития бренда работодателя по отбору кадров и HR-коммуникациям ПАО «СИБУР Холдинг»:**

«Перед компанией стояли задачи: сохранить здоровье 22 тыс. сотрудников, обеспечить бесперебойную работу всех промышленных предприятий и поддержать уровень вовлеченности команд на докризисном уровне. Для их достижения была создана Комиссия по чрезвычайным ситуациям, которая за несколько месяцев смогла развернуть полномасштабную коммуникационную и профилактическую работу на предприятиях и в корпоративном центре. В проекте были использованы различные подходы – от цифровых инструментов до волонтерских инициатив. Это позволило сохранить эффективность и производительность в период дистанционной работы и нового для компании – вахтового режима, сплотить команду и вывести уровень цифровизации компании на новый этап».

#### **Наталья Пичугина, начальник управления по работе с персоналом АО «ГРИНАТОМ»:**

«Мы поняли, что можем больше, чем думали. Если бы мне раньше сказали, что 80% работников уйдут на «удаленку» и наша эффективность при этом не пострадает, а все KPI будут выполнены, появятся новые заказы, я бы усомнилась в этом. В связи с пандемией стали размываться все мыслимые и немыслимые границы. То есть, если раньше каждый

специалист разделял понятия «работа» и «дом», то теперь – нет. Деятельность могла продолжаться до позднего вечера, специалистам стало интереснее добиваться результата. Мы даже выпустили специальные ограничения, согласно которым сотрудники имели право не выходить на связь после рабочего дня. Но пользовались ими не все. Также открыли рубрику «7 полезных ссылок» и еженедельно рассылаем сотрудникам полезные ресурсы для работы и обучения. Можно сказать, что наша компания получила хорошую прививку цифрового ДНК, когда специалисты разных возрастов начали активно развивать информационные технологии».

#### **Григорий Федотов, руководитель департамента по работе с учебными заведениями и методическому обеспечению ООО «Майкромайн Рус»:**

«Во время пандемии мы попытались помочь компаниям и партнерам в подготовке и подборе кадров, обеспечили их методологическое обучение онлайн. Наша компания оперативно обучала студентов тем компетенциям, которые необходимы работодателю. Не пострадало ни качество выполнения задания студентами, ни качество проверки специалистами. При организации этой работы для себя четко осознали: вузы в общем и целом готовы к переходу на дистанционное обучение без потери качества получаемых студентами знаний».

### ФОРМИРОВАНИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕПЕРЬ ОНЛАЙН

Однако в это непростое время компании энергетической отрасли вынуждены были не только решать вопросы по обеспечению безопасности действующих специалистов и организации их работы, но и продолжать проекты по обновлению коллективов молодыми кадрами.

**Сергей Никушичев, директор IMC Montan,** считает, что компьютер и онлайн сервисы никогда не заменят живого общения. *«Не приобщившись к производству руками, достаточно сложно проявить себя и получить такой карьерный рост, чтобы в будущем понимать свой коллектив, – говорит Сергей Никушичев, – с другой стороны, цифровые платформы сегодня позволяют охватить больший круг контрагентов и будущих партнёров и сохранить результаты общения. Еще один плюс дистанционной работы – формирование навыков чёткого выражения своих мыслей и необходимость систематизировать и обобщать производственную информацию. Студенты, как более прогрессивные пользователи электронных систем, способны развить принципы достижения своих целей и с помощью компьютерных систем. Стоит задуматься, что рабочее время в России, согласно КЗоТу – это только 21% времени, без учёта больничных и нерабочего возраста, которое в принципе есть у человека. Люди способны научиться использовать это время эффективно, чтобы достичь в своей жизни хороших и полезных результатов»*

**Наталья Петухова, начальник центра подбора и развития персонала АК «АЛРОСА»:**

*«Хочу заметить, что увеличилась скорость подбора новых специалистов, теперь не нужно назначать время и ждать приезда человека в компанию. Онлайн-формат добавил гибкости, мы на регулярной основе начали проводить видеointервью с соискателями. Раньше для нас это было редкостью. Обретение новых информационных технологий – важная составляющая для успеха потенциальных сотрудников, в том числе вчерашних студентов. Если digital-компетенции не развиты, человек просто проиграет в конкурентной борьбе. Об этом должны помнить все молодые люди и осваивать новые программы и ресурсы».*

**Валентина Черных:**

*«Процесс отбора в компанию с точки зрения требований и форматов оценки соискателей не изменился, кроме того, он сейчас полностью в онлайн. Если раньше у нас был очный финал, когда ребята решали бизнес-кейс и проходили интервью с руководителем, то теперь мы можем принять положительное решение по новому работнику, ни разу не увидев его воочию. Конечно же, мы не остановили сотрудничество с вузами-партнерами, которые являются основным источником «свежей крови» компании. Сложившаяся ситуация – стресс для них. Раньше специалисты компании вели практические занятия в вузах, а теперь этого нет. Вследствие этого у образовательных организаций возрос спрос на вебинары, в ходе которых студенты, взаимодействуя с экспертами, смогут осваивать профессию. Мы откликнулись на их просьбу и проводим вебинары как для целевой аудитории, так и для широких масс. Но есть какие-то вещи, которые онлайн никогда не заменит. Если раньше студент на стажировке мог увидеть весь производственный процесс и принять в нем непосредственное участие, то сейчас – нет. Мы надеемся, что скоро в нашу регулярную практику вернуться очные стажировки».*

**В КОМПАНИЮ МЕЧТЫ – ЧЕРЕЗ ПРОЕКТЫ «CASE-IN»**

Один из главных источников молодых кадров для компаний ТЭК и МСК сегодня – проекты «CASE-IN» и молодежные форумы, объединяющие студентов профильных вузов со всей страны. Несмотря на пандемию коронавируса, многие из проектов удалось сохранить, а дистанционный формат позволил увеличить количество участников и инновационных проектов.

*«Ни одна компания из-за сложившейся ситуации не вышла из чемпионата, что позволило нам провести его дистанционно. Все активности, которые мы планировали, в том числе благодаря поддержке партнеров, мы смогли реализовать, проведя сезон на высоком организационном уровне», – подводит итоги работы с партнерами директор Фонда «Надежная смена» Артем Королев.*



\* \* \*

В общем и целом, дистанционный формат работы получил положительный отклик в экспертных кругах. Он позволяет экономить ресурсы и время, освоить прогрессивные технологии, которые позитивно сказываются на результатах компаний ТЭК и МСК. При этом объем работы и новых заказов увеличился, а качество выполнения не пострадало.

Правда, можно наблюдать определенные сложности, вызванные «удаленкой». Онлайн-формат подбора кадров и непосредственно самой работы существенно увеличил количество заявок на одну должность, вследствие чего соискателю нужно выдержать гораздо большую конкуренцию, нежели раньше. Ну и, самое главное, – представители энергетической отрасли ощущают нехватку личного общения и живого присутствия.

Поэтому все заинтересованные стороны с нетерпением ожидают возврата прежнего формата работы, когда студенты вновь смогут вернуться на стажировки в компании мечты, получить неоценимый опыт и освоить будущую профессию, а действующие специалисты – окунуться в рабочий процесс и представить работодателю инновационные проекты.

**Андрей ЕФИМОВ,  
Артем КОРОЛЕВ**

## СУЭК: 20 лет роста и созидания. Шахтеры компании «СУЭК-Кузбасс» отметили юбилей знаменитого горняка В.Д. Ялевского

*Коллектив шахты имени В.Д. Ялевского АО «СУЭК-Кузбасс» (входит в СУЭК Андрея Мельниченко) почтил память прославленного горняка Владлена Даниловича Ялевского, чье имя носит предприятие. 29 мая текущего года, к сожалению, уже ушедшему из жизни выдающемуся организатору и руководителю угольной отрасли Кузбасса, Герою Социалистического Труда, Герою Кузбасса, члену Академии горных наук исполнилось бы 95 лет.*

**Ялевский Владлен Данилович** (1926-2005 гг.) родился в г. Житомире Украинской ССР. Окончил Московский горный институт по специальности «Горный инженер-электромеханик». С 1947 по 1950 г. работал на шахтах в Красноярском крае, Бурятии и Эстонии, с 1950 г. – в Кузбассе. Начал свою работу в Ленинске-Кузнецком, где был помощником, заместителем главного инженера шахты им. 7 Ноября, начальником шахты «Полысаевская-3», управляющим трестом «Ленинскшахтострой». С 1963 по 1985 г. работал в Новокузнецке на различных руководящих должностях вплоть до генерального директора объединения «Юж-кузбассуголь». С 1985 по 1989 гг. – начальник ВПО «Кузбассуголь», генеральный директор ГПО «Кузбассуглепром».

С 1989 г. Владлен Данилович занимался научно-исследовательской работой в Институте угля Сибирского отделения Российской академии наук. Под его руководством разработана научная концепция создания высокорентабельных угледобывающих предприятий – комплексов на основе модульных горнотехнологических структур вскрытия и подготовки угольных пластов. Созданная им система угольного производства модульного типа с одним очистным забоем и прилегающими к нему выработками была успешно реализована на шахте «Котинская», ныне имени В.Д. Ялевского, компании «СУЭК-Кузбасс».

Решение об увековечивании памяти Владлена Даниловича с переименованием предприятия было принято в ноябре 2014 г. Об этом знаменательном событии говорит укрепленная на здании административно-бытового комбината мемориальная доска.

В канун юбилея на шахте побывал брат В.Д. Ялевского, также в прошлом горняк –



Валентин Данилович Ялевский. На встрече с руководством предприятия он рассказал о том, каким был в жизни и в работе Владлен Данилович, поинтересовался, чем сегодня живет, как развивается знаменитая шахта-рекордсменка.

Непосредственно в юбилей В.Д. Ялевского на предприятии состоялось собрание, на котором директор шахты **Иван Сальвассер** отметил, что коллектив старается быть преемником славы знатного шахтера, продолжает достойно нести его имя. С начала юбилейного для СУЭК года уже выдано на-гора 4 млн т угля – лучший результат в компании «СУЭК-Кузбасс».

Представители шахты также побывали в Кемерово на могиле В.Д. Ялевского – возложили цветы к памятнику.



## Участники III Сибирского медиафорума побывали в «Живой шахте» СУЭК

*Одним из ключевых событий выставки креативных индустрий и медийных проектов III Сибирского медиафорума, состоявшегося в конце мая 2021 г. в МВК «Новосибирск Экспоцентр», стал тренажер «Живая шахта» Сибирской угольной энергетической компании Андрея Мельниченко.*

В течение дня участники медиафорума смогли почувствовать себя настоящими шахтерами. Учебный тренажер «Живая шахта», который используется для подготовки горняков в Центре подготовки и развития персонала АО «СУЭК-Кузбасс», вызвал неподдельный интерес представителей сибирского медиасообщества – от ведущих российских журналистов до студентов профильных направлений.

«Спуск» в такую шахту занимает всего несколько секунд – для этого необходимо только надеть шлем виртуальной реальности и взять в руки специальные джойстики. Гости форума получили возможность не только прогуляться по горным выработкам и изучить устройство шахты, но и стать на время бойцами вспомогательной горноспасательной команды (ВГК), отработав на тренажере последовательность действий при нештатной ситуации, конечно же, специально смоделированной оператором тренажера.

«Не зря наш учебный тренажер называется «Живая шахта». Надев шлем, вы погружаетесь в условия, максимально приближенные к реальным, – подчеркивает начальник Управления информатизации АО «СУЭК-Кузбасс» **Виталий Михайлов**. – Вы видите реальную шахту имени В.Д. Ялевского, лаву № 5502. Для этого специально были отрисованы многие километры горных выработок с расположенным внутри шахтовым оборудованием. Кстати, в «Живой шахте» вы можете на нем даже работать».

Виртуальная реальность позволяет погрузить человека в производственную среду без непосредственного спуска в шахту, дать навыки правильных действий при возникновении различных ситуаций, в том числе нештатных, аварийных. А опытные сотрудники благодаря тренажеру повышают свою квалификацию.

Напомним, что в 2019 г. в рамках II Сибирского медиафорума состоялось открытие выставки «Первозданная Россия», организатором которой выступила СУЭК. Зрители увидели фотоистории о природе России – пейзажи и зарисовки из жизни животного мира лучших авторов, выполненные на всей территории страны. Фотовыставка является частью Общероссийского фестиваля природы «Первозданная Россия», который проводится для привлечения внимания к вопросам сохранения природного и культурного наследия страны, а также воспитания бережного отношения к окружающей среде.

Федеральный культурно-просветительский и экологический проект реализуется с 2014 г. под эгидой Совета Федерации РФ и Русского географического общества.

Отметим, что организаторами Сибирского медиафорума выступают Полпредство Президента РФ в Сибирском федеральном округе и Национальный исследовательский Томский государственный университет. В 2021 г. форум собрал более 300 участников. Мероприятие создано для обсуждения на самом высоком экспертном уровне последних тенденций медиасферы, поиска путей решения проблем и направлений развития отрасли.



## Сотрудничество администрации Правительства Кузбасса и СУЭК – яркий пример государственно-частного партнерства

*24 и 25 мая 2021 г. в Кемерово состоялась выездная сессия Евразийского женского форума на тему «Роль женщин в развитии промышленных регионов в условиях меняющегося мира: Covid-19». В мероприятии приняли участие более двух тысяч человек, в том числе представители 15 стран. Одним из спикеров форума стала исполнительный директор Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ» Марьяна Лисовая.*

Открывая пленарное заседание, глава Совета Федерации, председатель оргкомитета Евразийского женского форума **Валентина Матвиенко** отметила, что очень впечатлена теми колоссальными результатами и изменениями, которые произошли за последнее время в Кузбассе. Она выразила отдельную благодарность председателю Совета попечительства в социальной сфере Кузбасса **Анне Цивилёвой**, которая делает очень много не только для развития женского движения в Кемеровской области, но и для развития всей социальной сферы.

Об успешном опыте государственно-частного партнерства рассказала на одной из дискуссионных площадок участникам форума исполнительный директор Фонда «СУЭК – РЕГИОНАМ» **Марьяна Лисовая**. Она подчеркнула, что ежегодно на территориях присутствия СУЭК **Андрея Мельниченко** реализуются более 150 различных социально значимых проектов, акций, мероприятий, в том числе более сотни – в Кузбассе. В числе приоритетных региональных направлений – благоустройство, экология, культура, поддержка детей и ветеранов, здравоохранение, что особенно важно в период коронавирусной пандемии.

«Один из успешных совместных долгосрочных проектов – уникальная реабилитационная программа «Лыжи мечты», – отметила **Марьяна Лисовая**. – Он осуществляется при самом тесном взаимодействии Всероссийской программы терапевтического спорта для детей с особыми возможностями здоровья «Лига мечты», Совета по вопросам попечительства в социальной сфере в Кемеровской области – Кузбассе во главе с **Анной Евгеньевной Цивилевой** и Сибирской угольной энергетической компании. За пять лет участниками реабилитационных занятий на горе Туманная в Таштаголе с помощью горнолыжной подготовки стали более четырехсот кузбасских детей. Эта программа – достойный пример того, как совместными силами



государства, общества и бизнеса можно результативно решать актуальные проблемы, в том числе связанные с поддержкой особенных детей».

В рамках форума состоялся премьерный показ в Кузбассе документального фильма «Пробуждение» (AWAKENING), рассказывающего о нескольких участниках программы «Лыжи мечты». После просмотра фильма **Анна Цивилёва** еще раз отметила, насколько порой трудно приходится таким семьям с особенными детьми и как важна любая поддержка, помощь в выпавших на их долю испытаниях.

В числе спикеров форума выступила также руководитель Центра подготовки и развития персонала АО «СУЭК-Кузбасс» **Алена Каргополова**. Она рассказала, как в современных условиях строится эффективная система по привлечению и повышению квалификации сотрудников угольной компании. Одной из ее особенностей является многоступенчатость работы, начинающая с шефской работы в школах. Ряд участников проявили заинтересованность в таком комплексном подходе к решению кадровых вопросов и рассматривают возможность тиражирования опыта АО «СУЭК-Кузбасс» на своих предприятиях.

## АО «СУЭК» опубликовало операционные результаты за январь-март 2021 года

**В январе-марте 2021 г. предприятия АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) добыли 29,1 млн т угля. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года рост добычи составил 5%.**

Объемы реализации угля и других энергетических продуктов в январе-марте 2021 г. составили 31,9 млн т. Объемы международных поставок за 3 мес. 2021 г. увеличились на 11%, до 13,9 млн т в связи с восстановлением спроса на фоне холодной зимы и оживления экономики по мере ослабления карантинных мер. Основные направления международных продаж – Южная Корея, Китай, Япония, Тайвань, Нидерланды, Германия, Польша, Марокко, Италия, Вьетнам и Малайзия.



Продажи угля российским потребителям увеличились на 13%, до 18 млн т, из которых 10,8 млн т было отгружено на энергетические станции «Сибирской генерирующей компании» (СГК). Увеличение объемов продаж связано с увеличением объема продаж на СГК ввиду роста ее периметра и повышением спроса на фоне более холодной зимы.

Генерирующие активы СГК за 3 мес. 2021 г. произвели 21 628 млн кВт·ч электрической энергии и 21 012 тыс. гкал тепловой энергии. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года производство электроэнергии увеличилось на 15% за счет приобретения Рефтинской ГРЭС, Приморской ГРЭС и Красноярской ГРЭС-2. Производство тепловой энергии увеличилось на 25% ввиду более низкой средней температуры наружного воздуха в 2021 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

В первом квартале 2021 г. АО «Национальная Транспортная Компания» (НТК) перевезено 23 млн т различных грузов. Оператор увеличил объем перевозки на 7,5% к тому же периоду 2020 г. С января по март 2021 г. было сформировано 640 тяжеловесных поездов в направлении портов Ванино (Хабаровский край), Находка (Приморский край), Мурманска и Тамани.

Перевалка грузов в собственных портах НТК за первый квартал т.г. составила 13,6 млн т, среди основных грузов – уголь, руда, удобрения, апатитовый концентрат. Суммарная перевалка превысила аналогичный показатель прошлого года на 8,37%. Росту способствовали привлечение дополнительной грузовой базы и улучшение взаимодействия с ОАО «РЖД».

### Наша справка.

АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) – одна из ведущих угледобывающих и энергетических компаний мира, крупнейший в России производитель угля, крупнейший поставщик угля на внутренний рынок и на экспорт, один из ведущих производителей тепла и электроэнергии в Сибири. Добывающие, перерабатывающие, энергетические, транспортные и сервисные предприятия СУЭК расположены в 14 регионах России. На предприятиях СУЭК работают более 70 тыс. человек. Основной акционер – Андрей Мельниченко.

АО «Национальная транспортная компания» (НТК) – логистический партнер СУЭК, ЕвроХим и СГК – новый транспортный холдинг. В конце 2020 года транспортные активы СУЭК и ЕвроХима были переданы в управление операторской компании – НТК, в периметр которой вошли Мурманский морской торговый порт, Дальтрансуголь в Ванино, балкерные терминалы в Туапсе и Мурманске. По размеру вагонного парка НТК занимает 4 место среди крупнейших операторов РФ. На предприятиях СУЭК, ЕвроХима, СГК и НТК работают более 100 тыс. человек. Основной акционер – Андрей Мельниченко.



## Рубеж в два миллиона тонн преодолен на третьем добычном участке шахты «Северная» в Хабаровском крае



На крупнейшем в Хабаровском крае угледобывающем предприятии АО «Ургалуголь» (входит в группу СУЭК Андрея Мельниченко), шахтеры третьего добычного участка шахты «Северная» в середине июня 2021 г. зафиксировали результат в 2 003 687 т с начала года.

Горняки шахты «Северная» третьими по счету в СУЭК преодолели рубеж в 2 млн т. Добыча ведется из лавы № 12-01. Общий объем добычи предприятия с начала текущего года уже превысил 5 млн т. Всего подземным способом на шахте «Северная» планируется добыть в 2021 г. 4 млн 114,9 тыс. т угля. Одновременно с этим открытым способом на угольных разрезах «Правобережный», «Буреинский» и «Мареканский» извлечено из недр более 2 млн 859,6 тыс. т угля.

Общий ожидаемый объем добычи угля на предприятии в 2021 г. – 10 млн 236,6 тыс. т угля. Это на 40% больше, чем за прошлый год и максимальный показатель за всю историю существования предприятия.

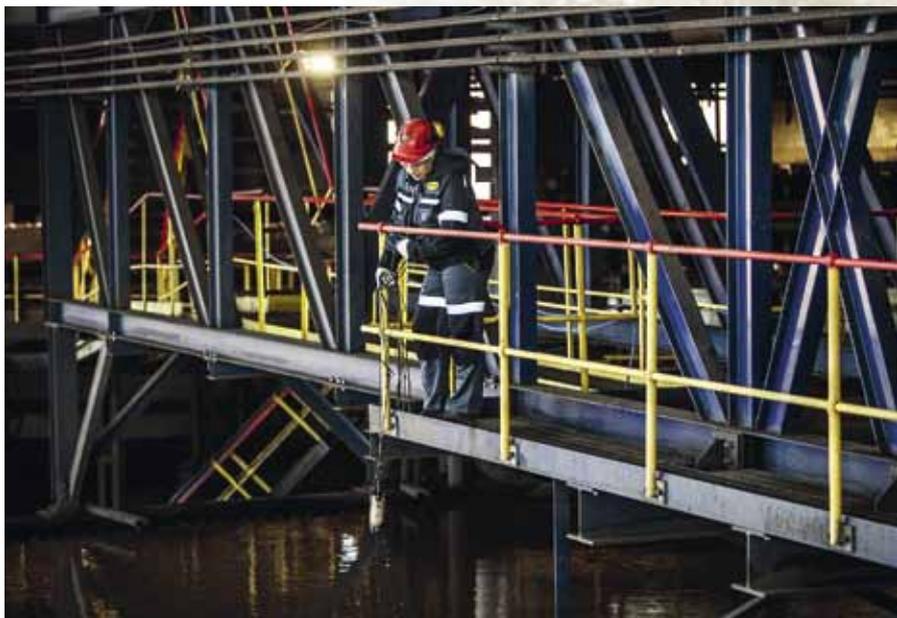


## В год 20-летнего юбилея СУЭК максимальные объемы переработки угля демонстрируют обогатители ОФ «Чегдомын»

На крупнейшем в Хабаровском крае угледобывающем предприятии АО «Ургалуголь» (входит в группу СУЭК Андрея Мельниченко) угольщики не только наращивают темпы добычи рядового угля, но и добиваются максимальных объемов переработки.

Впервые с начала эксплуатации обогатительной фабрики «Чегдомын» (2013 г.) достигнут максимальный объем переработки рядового угля. При плане на май 2021 г. 560 тыс. т фактический объем переработки составил 651 тыс. т.

Также по итогам мая был достигнут максимальный объем совместной переработки угля на ОФ «Чегдомын» и ОУ-22, который в сумме превысил 892 тыс. т.



## СУЭК: 20 лет роста и созидания.

### На крупнейшем в стране Бородинском разрезе подвели итоги первого месяца Трудовой вахты в честь юбилея компании

*На предприятиях АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК, основной акционер – Андрей Мельниченко) продолжается Трудовая вахта, посвященная 20-летию СУЭК.*



На крупнейшем в России Бородинском разрезе имени М.И. Щадова в Красноярском крае в «юбилейном» производственном соревновании участвуют экипажи горных машин, задействованных на добыче угля, вскрышных и отвальных работах, автомобильной вскрыше. Трудовая вахта была объявлена в апреле – в День рождения компании, и спустя месяц на предприятии подведены первые итоги.

По итогам мая среди добычных машин лидирует коллектив роторного экскаватора ЭР-1250 № 94 – объемы повышенной нагрузки его экипаж под руководством **Игоря Борзова** перевыполнил почти на 20%. «Девяносто четвертый» впервые встал в забой на Бородинском разрезе

в апреле 2016 г. На мощной машине проведена масштабная модернизация – установлено современное электрооборудование, в разы повышающее надежность эксплуатации техники, многое сделано для комфорта сотрудников – кабины машинистов здесь больше напоминают офисы: бортовые компьютеры, удобные кресла-пульта с джойстиком вместо привычных рычагов, мониторы, на которые выводится информация с камер наружного видеонаблюдения. По мнению машиниста ЭР-1250 № 94 **Валерия Мороза**, достигать высоких результатов бригаде помогает в том числе постоянная забота СУЭК о состоянии горных машин. *«Много новой техники поступило на разрез, машины модернизируются, стало комфортнее работать. Поменялось отношение к горным работам, люди проходят дополнительное обучение, много грамотной молодежи вливается в коллектив, повысилась эффективность производства, – говорит он. – Такие перемены за 20 лет произошли!».*

Среди экскаваторов, занятых на погрузке вскрышных пород в железнодорожный транспорт, лучшим стал экипаж экскаватора ЭКГ-12,5 № 99 под руководством **Сергея Боряка** – за май экипаж погрузил в думпкары свыше 300 тыс. кубометров породы, на 4% больше повышенного плана.

На Отвальном участке бесспорным лидером признана бригада экскаватора ЭКГ-8И № 2237, старший машинист **Руслан Малышкин**. За месяц бригада перевыполнила план повышенной нагрузки на 7%. *«Конечно, приятно быть в числе лидеров, – признается машинист экскаватора **Евгений Белянин**. – Теперь будем стараться удерживать эти позиции, чтобы в юбилейный для СУЭК год с гордостью носить звание победителей».*

На бестранспортной вскрыше наивысшие показатели у экипажа экскаватора ЭШ-10/70 № 17, старший машинист **Евгений Гриненко**. Среди автомобилей-самосвалов, занятых на перевозке вскрышных пород, лучшие результаты показали KOMATSU под номерами 4 и 27.

Трудовая вахта, посвященная 20-летию СУЭК, продолжится на Бородинском разрезе до конца августа. Ее итоги в торжественной обстановке подведут в День шахтера.



## СУЭК передала в Музей истории г. Бородино новые экспонаты

**Фонд Музея истории г. Бородино пополнился несколькими десятками новых экспонатов. В год 20-летия СУЭК Андрей Мельниченко сотрудники Бородинского разреза передали в учреждение книги, рассказывающие об истории, становлении и сегодняшнем дне крупнейшей в России угольной энергетической компании, ее бородинских подразделений, энциклопедические издания об угле, буклеты о реализации социальных проектов угольщиков. В арсенале музея теперь также будут почетные знаки, которые вручаются лучшим сотрудникам СУЭК к профессиональным датам, горняцкая спецодежда, форма трудовых отрядов компании.**

«Сегодня у нас самый настоящий праздник, – благодарит угольщиков директор Музея истории г. Бородино **Людмила Соколова**, – в нашем музее появились очень ценные экспонаты. Это для нас настоящее богатство, ведь Бородино – город угольщиков, и в фонде музея должно быть представлено это направление, причем не только история, но и современность. Теперь во время экскурсий мы сможем наглядно показывать, как меняется с годами наше градообразующее предприятие, какие внедряются технологии, как СУЭК заботится о своих сотрудниках. К примеру, какая современная и стильная спецодежда пришла на смену ватным телогрейкам».

Все переданные угольщиками предметы должны пройти так называемую «атрибуцию» – они будут изучены, сфотографированы, научно описаны, после чего их зареги-



стрируют в общегосударственном каталоге музейных ценностей, как того требует регламент, и они станут культурным наследием страны. А в ближайшем будущем подарки угольщиков станут экспонатами выставки, посвященной 20-летию СУЭК и

Дню шахтера. Тематические выставки работают в эти дни и на предприятиях компании в Красноярском крае: на Бородинском разрезе формируется экспозиция «Мир увлеченных мужественных людей» с творческими работами сотрудников предприятия, на Березовском разрезе завершилось экспонирование выставки архивных фотографий «Лица КАТЭКа», а сейчас оформлена фотовыставка «СУЭК: от Мурманска до Владивостока», рассказывающая в ярких снимках о географии и достижениях компании.



## Проект СУЭК стал победителем премии «HR-бренд 2020»

**Проект СУЭК «Умная каска», представленный в номинации «Регион», вошел в число победителей ежегодной премии «HR-бренд 2020» – одной из самых авторитетных и престижных наград в сфере HR в России.**

Премия HR-бренд основана в 2006 г., она выявляет и задает основные тренды и практики в HR, которые в дальнейшем активно применяются в компаниях по всей России. Это одна из самых авторитетных и престижных наград в сфере HR, ее организатор – крупнейшая платформа онлайн-рекрутинга в России HeadHunter. В этом году на конкурс было представлено свыше 100 различных проектов в пяти основных и серии специальных номинаций. Свои проекты защищали такие компании, как РЖД, ЕВРАЗ, Северсталь, СБЕР, Ростелеком, другие лидеры своих отраслей.

«Умная каска» СУЭК – многокомпонентная система мониторинга здоровья, активности и безопасности сотрудников на производственных площадках на основе искусственного интеллекта, которая базируется на технологиях

data science и machine learning. Система состоит из четырех компонентов: каски с устройством позиционирования и отслеживания траекторий движения; сигнального жилета со встроенными светодиодами; активного устройства в виде часов; обеспечительного технического элемента. Пилотный запуск проекта прошел в АО «Мурманский морской торговый порт» и дальневосточном АО «Дальтранспорт» (входят в состав НТК). В эксперименте участвовали более 1500 работников.

«Этот проект объединил в себе фокус на здоровье, безопасность людей и социальную ответственность, которые являются основополагающими в культуре СУЭК, и наше стремление постоянно развиваться технологически. Особенно ценно, что даже в условиях пандемии коллеги продолжали интенсивно работать и расширять наши ESG-инициативы, смогли получить значимый эффект и тиражировать его», – отметила директор по персоналу и организационному развитию АО «СУЭК» **Наталья Ямщикова**.

## Губернатор Александр Усс обсудил с руководством СУЭК реализацию экологических проектов в крае



**Губернатор Красноярского края Александр Усс на Петербургском международном экономическом форуме в начале июня 2021 г. обсудил с основным акционером АО «СУЭК» Андреем Мельниченко и генеральным директором компании Степаном Солженицыным планы по модернизации энергетических мощностей, а также дальнейшее участие компании в экологических проектах региона.**

Речь, в частности, шла о продолжении перевода частного сектора на экологичные виды отопления – электроотопление и использование бездымного топлива. Эта проблема актуальна для всего региона, но в первую очередь, для Красноярска и Минусинска. Более 30 тыс. частных домов с низковисотными трубами в этих городах отапливаются углем и вносят значительный вклад в загрязнение воздуха бенз(а)пиреном.

В пилотном режиме новые виды отопления опробовали в Красноярске в феврале-марте 2019 г. и в отопительном сезоне 2020-2021 гг. Теперь Правительство края совместно с СУЭК рассматривает возможность распространить полученный положительный опыт на частный сектор краевого центра и других городов региона.

«СУЭК – лидер в решении экологических проблем. Компания выполняет все свои обязательства. Это касается закрытия неэффективных котельных, реализации программы установки электрофильтров, строительства самой высокой на постсоветском пространстве

дымовой трубы. Сегодня мы обсудили возможности дальнейшего перевода частного сектора на электроотопление и на бездымное топливо – так называемые сибирские брикеты. Думаю, в течение лета мы найдем способ распространения этой модели дальше на г. Красноярск и край в целом», – отметил губернатор Красноярского края **Александр Усс**.

«Красноярский край для компании – один из базовых регионов. Здесь реализуются передовые проекты в сфере повышения надежности генерации, что особенно важно ввиду динамичного развития региона, ввода здесь нового жилья и инфраструктурных объектов. Мы применяем новые подходы к экологии в ответ на совершенно естественный запрос населения к качеству атмосферного воздуха. Поэтому компания постоянно повышает объемы и темпы инвестирования, совместно с краевой властью воплощает важные для красноярцев социальные инициативы», – отметил генеральный директор АО «СУЭК» **Степан Солженицын**.

До 2030 г. СУЭК планирует инвестировать в экологичность генерации и теплоснабжения в Красноярском крае свыше 65 млрд руб. Уже выполнена замена на Красноярской ТЭЦ-1 двух дымовых труб высотой 105 м на более высокие – высотой 275 м, осуществлена установка двух современных электрофильтров для улавливания 99% взвешенных частиц, в процессе монтажа – еще три фильтра.

Кроме того, в Красноярске до 2024 г. планируется заместить 35 устаревших автономных малых котельных, из которых к концу 2021 года будут закрыты уже 30 мощностями Красноярской ТЭЦ-3 – чтобы обеспечить надежность энергоснабжения, на станции будет введен дополнительный энергоблок. Еще одно направление экологической программы – выпуск экологичного топлива. В 2020 г. на Березовском разрезе построен современный промышленный комплекс переработки бурого угля мощностью до 30 тыс. т в год, основной продукцией которого является бездымный брикет. Отметим, основными преимуществами брикета по сравнению с другими видами топлива являются его энергоэффективность – по теплотворным свойствам он в 1,5 раза превосходит бурый уголь и древесные пеллеты, а также экологичность – при горении ниже выбросы бенз(а)пирена и других вредных веществ.



## Бездымное топливо СУЭК презентовали участникам XII Международного форума «Экология»

*Сибирская угольная энергетическая компания Андрея Мельниченко приняла участие в XII Международном форуме «Экология». Масштабное мероприятие проводится с 2009 г. и является одной из наиболее авторитетных площадок в стране, формирующих ориентиры для государственной политики в сфере охраны окружающей среды.*

Поддерживают форум Совет Федерации России, Государственная Дума России, Министерство природных ресурсов и экологии, Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства, Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. Участниками ежегодно выступают руководители профильных министерств и ведомств, ученые, экологи, представители крупнейших компаний в сфере промышленности, переработки ресурсов. Так, в текущем году в обсуждение экологической повестки в офлайн- и онлайн-форматах включились 1200 человек из 80 регионов России, а также из США, Великобритании, Швейцарии, Финляндии и Ирана.

Высокий интерес участников форума вызвал представленный СУЭК опыт по изготовлению и использованию экологически чистого бездымного бытового топлива из бурого угля. С докладом на площадке «Право на воздух: реализация федерального проекта «Чистый воздух» и методы контроля» выступил один из разработчиков продукта, начальник управления инновационных технологий переработки угля АО «СУЭК-Красноярск», доктор технических наук **Сергей Степанов**. Он рассказал о технологии производства бездымного топлива, освоенной на Березовском разрезе в Красноярском крае, об уникальном социально-экологическом проекте, реализованном совместно с Минэкологии региона и мэрией Красноярска, по массовому сжиганию топлива в частном секторе краевого центра. Напомним, он проводился в феврале-марте 2019 г. Результаты замеров, сделанных в период одновременного использования топлива, показали кратное снижение концентраций всех загрязняющих веществ – вплоть до показателей, находящихся за пределами обнаружения. По словам **Сергея Степанова**, доклад вызвал живой отклик у участников площадки. «Было много вопросов и сразу после доклада, и затем



в кулуарах, – говорит начальник управления инновационных технологий переработки угля АО «СУЭК-Красноярск» и ученый **Сергей Степанов**. – Подавляющая часть вопросов была от экологов-общественников, так называемых «зеленых». Все сошлись во мнении, что частный сектор с печным отоплением – а это в Сибири повсеместное явление – действительно, вносит существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха. Поэтому опыт СУЭК в производстве экологически чистого бездымного топлива надо тиражировать и продвигать в другие города, где вопрос выбросов от индивидуального сектора стоит так же остро».

В Красноярске, добавим, бездымное топливо СУЭК уже пользуется стабильным спросом – в течение отопительного сезона 2020/2021 гг., когда стартовали его продажи на рынке, выбор в пользу экологически чистого энергоносителя сделали более 2 тыс. потребителей. У бездымного топлива СУЭК – четыре федеральных награды престижных конкурсов в сфере экологии и инноваций. В декабре 2020 г. Фонд «Сколково» признал освоение компанией выпуска бездымного топлива лучшей российской программой в сфере экологии.

## Техническая инспекция Росуглепрофа высоко оценила состояние охраны труда и промышленной безопасности на предприятиях СУЭК

*Проверка службы технической инспекции Росуглепрофа высоко оценила состояние охраны труда и промышленной безопасности на предприятиях АО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК Андрея Мельниченко) в Красноярском крае. В краевых подразделениях СУЭК проходит независимый аудит с привлечением регионального технического инспектора труда Росуглепрофа.*

Как разъясняет технический директор АО «СУЭК-Красноярск» **Евгений Евтушенко**, подобные проверки СУЭК совместно с Красноярским теркомом профсоюза угольщиков инициирует с 2015 г. А уже в 2019 г. они стали обязательными для всех предприятий угольной промышленности – соответствующее поручение приняло Пра-



вительство России с целью сокращения производственного травматизма в отрасли. Таким образом, в СУЭК за прошедшие годы не только наработаны механизмы социального партнерства с профсоюзом угольщиков, но и – благодаря независимой оценке – принят комплекс мер для совершенствования охраны и безопасности труда. «Жизнь и здоровье сотрудников – главная ценность СУЭК. Поэтому улучшение условий труда, наполнение разделов коллективных договоров в части охраны труда и здоровья – такой же непрерывный процесс в компании, как и добыча угля», – говорит **Евгений Евтушенко**. Только в 2020 г. на обеспечение комфорта и безопасности на рабочих местах, санитарно-оздоровительные мероприятия для коллективов красноярских угольщиков СУЭК направила почти 700 млн руб.

Главный технический инспектор труда Красноярской территориальной организации Росуглепрофа **Марина Спевакина** подтверждает: высокие стандарты СУЭК в области охраны труда – это результат системного инвестирования компании, ежедневной скрупулезной работы, открытой позиции. «Если плановые проверки госорганов строятся по принципу риск-ориентированного подхода и не являются ежегодными, то терком Росуглепрофа в рамках действующего соглашения с СУЭК проводит технический аудит на предприятиях практически ежемесячно. При этом специалисты профсоюза не только контролируют соблюдение работодателем трудового законодательства. Мы принимаем участие во взаимодействии предприятий компании с государственными органами надзора и контроля, проводим разъяснительную работу в трудовых коллективах, в том числе через средства массовой информации, активно работаем по совершенствованию системы управления охраной труда, надзора и контроля за охраной труда и экологической безопасностью предприятий», – комментирует **Марина Спевакина**.

Добавим, что высокий уровень охраны труда в СУЭК широко признается в экспертных кругах. Предприятия компании стабильно становятся победителями и призерами Краевого смотра-конкурса на лучшую организацию работы по охране труда, который проводит Агентство труда и занятости населения Красноярского края.



## На предприятиях СУЭК в Бурятии прошел месячник по охране труда

*На тугнуйских предприятиях СУЭК Андрея Мельниченко в год 20-летия компании прошел месячник по охране труда. Завершением конкурсных мероприятий стала игра «Что? Где? Когда?». Ежегодно на тугнуйских предприятиях СУЭК в целях вовлечения работников в процесс совершенствования культуры охраны труда и продвижения идей важности неизменного соблюдения правил безопасности проводится месячник по охране труда.*



В год 20-летия СУЭК месячник по охране труда был посвящен Всемирному дню охраны труда и проводился в период с 29 апреля по 28 мая. В течение месяца конкурсная комиссия обследовала все рабочие места на соответствие безопасным условиям труда, состояние и ведение документации, наглядной агитации, состояние санитарно-бытовых условий, экологическое и культурное состояние прилегающих территорий участков и прочее. Также был проведен конкурс по оценке теоретических знаний правил безопасности и охраны труда и навыков оказания первой помощи. Свои творческие способности конкурсанты смогли проявить в конкурсе плакатов и стенгазет на тему «Я и охрана труда».

Завершающим этапом месячника стала игра «Что? Где? Когда?», которая впервые проводилась среди тугнуйских предприятий. В игре посоперничали команды АО «Разрез Тугнуйский», ООО «Тугнуйская обогатительная фабрика», ООО «Тугнуйское погрузочно-транспортное управ-

ление» и команда тугнуйского филиала ООО «Управление по буровзрывным работам». Задания игры, конечно же, соответствовали тематике месячника и включали различные вопросы, касающиеся сторон безопасности, истории охраны труда и современности.

После проведения игры состоялось награждение победителей месячника по охране труда. Победители были определены в нескольких номинациях. За «Лучший участник по вопросам охраны труда» были награждены сотрудники участка энергоснабжения, участка Никольский и участка буровых работ. Первое место в номинации «Лучшая стенгазета (плакат) по ОТ» занял коллектив службы теплоэнергоснабжения, второе – коллектив участка энергоснабжения, третье – участок Никольский. В номинации «Лучший уполномоченный по ОТ (общественный инспектор)» наградами были отмечены Д.В. Таскин, машинист (кочегар) котельной, Служба ТЭС, А.И. Калашников, слесарь по обслуживанию и ремонту оборудования, АРУ и А.А. Якимов, помощник машиниста экскаватора, участок Никольский. Победителем клуба знатоков «Что? Где? Когда?» стала команда АО «Разрез Тугнуйский». Ей была вручена статуэтка «Сова» – как символ интеллектуальной игры, символ мудрости. Второе место в игре заняла команда ООО «Тугнуйская обогатительная фабрика» и третье – команда ООО «Тугнуйское погрузочно-транспортное управление». Все победители и призеры были награждены денежными сертификатами.

## 20 лет роста и созидания. При поддержке СУЭК в Хабаровском крае растет «Горняцкая смена»

*В год 20-летия СУЭК в рабочем посёлке Чегдомын на базе КГБ ПОУ «Чегдомынский горно-технологический техникум» прошёл молодёжный образовательный форум «Горняцкая смена», нацеленный на создание кадрового резерва горнодобывающей отрасли и привлечение талантливой молодёжи в горную промышленность Хабаровского края. Программа форума была придумана и реализована при содействии АО «Ургалуголь» (входит в группу СУЭК Андрея Мельниченко). В форуме приняли участие студенты и учащиеся школ, а также молодые специалисты АО «Ургалуголь».*

Форум «Горняцкая смена» — это образовательная среда для молодёжи, которой интересно горное дело. В Чегдомыне он проходит уже в пятый раз. Перед АО «СУЭК» в Хабаровском крае стоят новые амбициозные задачи: в период с 2022 по 2026 г. АО «Ургалуголь» планирует добыть до 60 млн т каменного угля. Идти на штурм «большого угля» предстоит и молодому поколению горняков. А это значит, что готовить смену необходимо сегодня. В этом году

в форуме приняли участие студенты 11 техникумов и колледжей Хабаровского края, среди которых: Амурский политехнический техникум, Вяземский лесхоз-техникум им. Н.В. Усенко, Комсомольский-на-Амуре строительный колледж, Солнечный промышленный техникум, Хабаровский промышленно-экономический техникум, Ванинский межотраслевой колледж, Хабаровский дорожно-строительный техникум, Хабаровский технический техникум, Губернаторский авиастроительный колледж, Хабаровский колледж отраслевых технологий и сферы обслуживания, Чегдомынский горно-технологический техникум.

В рамках форума был организован «День открытых дверей» в формате «EXPO профессий АО «Ургалуголь», который прошёл под патронажем Совета молодёжи угледобывающего предприятия. Ребята побывали на производственных площадках АО «Ургалуголь», приняли участие в тренингах, померились силами в эстафетных соревнованиях по охране труда на стадионе «Шахтёр», погрузились в специфику шахтёрских профессий и просто отлично провели время.

## Вспомогательная горноспасательная команда шахтопроходческого управления «Восточное» признана лучшей среди предприятий СУЭК в Приморском крае

*На учебно-тренировочном полигоне Липовецкого военизированного горноспасательного пункта состоялись соревнования между отделениями вспомогательных горноспасательных команд ООО «Приморскуголь».*

В год 20-летнего юбилея компании СУЭК Андрея Мельниченко в конкурсных состязаниях приняли участие четыре отделения ВГК: два – в составе сотрудников разрезуправления (РУ) «Новошахтинское», одно – в составе представительницы шахтопроходческого управления (ШПУ) «Восточное» (п. Липовцы), и впервые в соревнованиях также приняла участие команда Лучегорского угольного разреза.

**По итогам соревнований первое место в номинации «Лучшая команда ВГК» присуждено команде ШПУ «Восточное».**

Победителем в номинации «Лучший командир отделения ВГК» признан **Александр Журавленко** (отделение №1 РУ «Новошахтинское»).

Первое место в номинации «Лучший боец ВГК» занял **Михаил Баскаков** (ШПУ «Восточное»).

Конкурсные задания для команд включают в себя несколько этапов: теоретическую часть, практические задания по оказанию первой медицинской помощи, спецподготовке, тушению возгораний, а также спортивные состязания.

Как отметил командир отделения команды-победителя ШПУ «Восточное» **Евгений Шульгин**, завоевать первое место удалось благодаря опыту участников и постоянным тренировкам.



*«Помимо того, что я и мои коллеги являемся членами вспомогательной горноспасательной команды, мы также работаем на участке подземных горных работ, основная моя профессия – горный мастер. Считаю, что победа в соревнованиях для нас – не случайность, а результат нашей коллективной работы. У нас проходят регулярные тренировки: ребята занимаются как теорией, так и отрабатывают практические навыки. Соревнования вспомогательных горноспасательных команд – это отличная возможность показать свое мастерство и посмотреть, над чем нам надо еще поработать, здесь мы перенимаем опыт коллег и делимся с ними своими знаниями», – подчеркнул капитан команды ШПУ «Восточное» **Евгений Шульгин**.*

Отметим, что соревнования в формате спортивно-прикладной эстафеты проводятся ежегодно с 2014 г. с целью обеспечения развития деятельности вспомогательных горноспасательных команд на предприятиях ООО «Приморскуголь», их постоянной готовности к ликвидации последствий аварий, повышения уровня профессиональной подготовки членов ВГК, формирования «командного духа» при выполнении задач, требующих совместных согласованных действий, широкой пропаганды статуса спасателей среди работников предприятий.

Вспомогательные горноспасательные команды создаются предприятиями, эксплуатирующими опасные производственные объекты, на которых ведутся горные работы. ВГК формируются для локализации и ликвидации последствий аварии в начальный период ее возникновения (до прибытия профессиональных аварийно-спасательных служб), оказания содействия прибывшим профессиональным аварийно-спасательным службам, а также для выполнения на опасном производственном объекте других работ, требующих применения изолирующих дыхательных аппаратов.

Команды ВГК ООО «Приморскуголь» укомплектованы персоналом, оборудованием и аттестованы в установленном законодательством порядке.



## **ГУСЬКОВ Виктор Александрович**

**(к 80-летию со дня рождения)**

**1 июля 2021 г. исполнилось 80 лет Герою Социалистического Труда, действительному члену АГН, кандидату экономических наук, Почетному работнику топливно-энергетического комплекса, заместителю операционного директора Холдинга «ЕВРОЦЕМЕНТ груп» – Виктору Александровичу Гуськову.**

Виктор Александрович родился 1 июля 1941 г. в шахтерской семье. После окончания Кемеровского горного института работал на Назаровском угольном разрезе горным мастером, начальником участка, затем на Изыхском разрезе – главным инженером и директором разреза. В 1978 г. он назначен директором по капитальному строительству, а в 1982 г., после окончания Академии Народного хозяйства СССР, – генеральным директором объединения «Красноярскуголь». В этой должности он проработал 14 лет.

После этого В.А. Гуськов работал заместителем генерального директора государственного предприятия «Росуголь», заместителем руководителя Департамента государственного регулирования производственно-хозяйственной деятельности

и техники безопасности в угольной промышленности Минтопэнерго РФ, советником руководителя Комитета по угольной промышленности при Минтопэнерго России. Затем, в 2000 г. возглавил Красноярскую угольную компанию.

В.А. Гуськов проработал в угольной промышленности более 40 лет, пройдя путь от рабочего до генерального директора одного из самых успешно работающих угледобывающих объединений «Красноярскуголь». При непосредственном участии В.А. Гуськова осуществлялось строительство высокоэффективных разрезов. За годы работы в этой должности на разрезах введено 42 млн т производственных мощностей. Добыча угля в 1991 г. составила 64 млн т. На добыче угля вводились роторные экскаваторы с производительностью 1250, 2500 и 5200 т/ч. На разрезе «Назаровский» введен в действие роторный вскрышной комплекс немецкой фирмы «Такраф». На разрезе «Березовский» был внедрен такой же комплекс советского производства производительностью 5250 т/ч, а на добычных работах – комплекс с погрузкой на забойный ленточный конвейер и дальнейшей транспортировкой через систему конвейеров до склада Березовской ГРЭС-1. Была завершена реконструкция разреза «Бородинский», введены в эксплуатацию новые участки «Ачинский» и Чулымский» разреза «Назаровский». Успешно работал крупнейший на Евразийском континенте шагающий экскаватор ЭШ-100/100.

Виктор Александрович стоял у истоков создания КАТЭКа, участвуя в разработке обосновывающих материалов, в экспертизе проектных решений по строительству разреза «Березовский-1», реконструкции разрезов «Бородинский» и «Назаровский». Работая в ГП «Росуголь», он занимался вопросами развития открытого способа добычи, внедрения циклично-поточных систем разработки на разрезах Кузбасса, строительства новых предприятий, осуществления программы строительства малых разрезов в районе Дальнего Востока, уделяя большое внимание развитию отраслевой науки. Он являлся представителем Комитета угольной



промышленности при Минтопэнерго РФ в районах Сибири и Дальнего Востока, представителем государства в советах директоров акционерных обществ «Хакасуголь» и «Востсибуголь», председателем Совета директоров ОАО «Красноярскуголь». В.А. Гуськов внес большой вклад в развитие открытого способа добычи угля в России. При его непосредственном участии осуществлялась программа по созданию на отечественных машиностроительных заводах мощных роторных экскаваторов производительностью 5250 т/ч.

В настоящее время Виктор Александрович работает в должности заместителя операционного директора Холдинга «ЕВРОЦЕМЕНТ груп», занимающего восьмое место среди крупнейших мировых производителей. Карьеры холдинга оснащаются новейшим оборудованием, совершенствуется технология добычи и вскрыши. Впервые в цементной промышленности внедрена безвзрывная технология добычи горными комбайнами, введен в работу комплекс машин непрерывного действия в составе роторного экскаватора, перегружателя и отвалообразователя, работающий в круглогодичном режиме.

Характерным для Виктора Александровича являются высокий профессионализм, аналитический склад ума, государственный подход к решению социально-экономических проблем, чуткое и внимательное отношение к людям. Указом Президента СССР в 1991 г. за большой личный вклад в увеличение добычи угля, внедрение новой техники и передовой технологии, успешное решение социальных вопросов В.А. Гуськову было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Виктор Александрович награжден орденами Ленина, Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, Почета, а также орденом Святого Станислава, Золотой Звездой имени Ярослава Мудрого, многими медалями. Он является полным кавалером знака «Шахтерская слава», награжден Золотым знаком «Горняк России», патриаршим знаком Святой великомученицы Варвары 1 степени.

***Друзья, товарищи и коллеги по работе в угольной промышленности, редколлегия и редакция журнала «Уголь» поздравляют Виктора Александровича Гуськова с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и благополучия!***

## СУЭК отмечена РСПП как лидер российского бизнеса и устойчивого развития



25 мая 2021 г. в Москве президент Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) Александр Шохин, представители федеральных министерств и ведомств в торжественной обстановке вручили награды победителям конкурса РСПП «Лидеры российского бизнеса: динамика и ответственность – 2020». СУЭК Андрея Мельниченко было вручено сразу несколько наград за лидерство по нескольким направлениям.

В частности, СУЭК награждена наряду с такими компаниями, как ГК «Норильский никель» и ЛУКОЙЛ за победу в номинации «За высокое качество отчетности в области устойчивого развития».

Также компания Андрея Мельниченко получила награду за победу в спецноминации «Лучшая практика по обеспечению безопасности работников и контрагентов в условиях распространения новой коронавирусной инфекции».



В наиболее престижном корпоративном конкурсе России приняли участие компании из 35 регионов России и всех федеральных округов страны. Оргкомитетом были рассмотрены 243 заявки на конкурс. СУЭК ежегодно становится победителем конкурса РСПП в ключевых номинациях. В частности, в прошлом году компания победила в номинации «За вклад в социальное развитие территорий».

«Мы гордимся тем, что из года в год СУЭК входит в число признанных лидеров устойчивого развития. В этом году наша компания также отмечена за работу по противодействию пандемии. Это результат колоссальной, очень четкой и слаженной, ответственной командной работы десятков тысяч сотрудников СУЭК, руководства, основного акционера Андрея Мельниченко, сотен волонтеров СУЭК. Мы еще раз доказали делом, что заботимся о своих сотрудниках, их семьях, жителях наших территорий и рады, что эта работа отмечена столь высокой наградой!», – отметил заместитель генерального директора АО «СУЭК» Сергей Григорьев.

Масштабная работа СУЭК по поддержке регионов и жителей территорий в условиях пандемии коронавируса неоднократно отмечена обществом и профессиональным сообществом. Компания, в частности, получила высшую награду в номинации «Социальная и экологическая инициатива» конкурса «МедиаТЭК», организатором которого выступает Минэнерго России, а также высшую награду XIII конкурса корпоративных проектов People Investor Ассоциации менеджеров России. За системную работу в рамках акции #МыВместе компания, ее руководители и наиболее активные волонтеры СУЭК были отмечены памятными медалями и грамотами Президента России Владимира Путина.

## Эксперт РА повысил рейтинг СУЭК до ruAA–, прогноз «стабильный»

Рейтинговое агентство «Эксперт РА» повысило кредитный рейтинг СУЭК с ruA+ до ruAA– со «стабильным» прогнозом.

Агентство отметило ведущие позиции СУЭК в отрасли и высокую степень вертикальной интеграции компании.

По мнению аналитиков агентства, на повышение рейтинга положительно повлияли высокая устойчивость энергетического сегмента, которая компенсирует волатильность

угольного сегмента, а также диверсификация клиентской базы и каналов реализации, географическая диверсификация активов и стабильная прибыльность и комфортный кредитный портфель. Кредитный рейтинг также отражает ожидания «Эксперт РА», что СУЭК уменьшит долговую нагрузку в течение следующих двух лет, прежде всего за счет роста EBITDA на фоне хорошей конъюнктуры на рынке угля и снижения абсолютного уровня долга.

## МЫШЛЯЕВ Борис Константинович

(12.06.1931 – 21.05.2021)

**21 мая 2021 г., не дожив 50 дней до своего 90-летия, скончался Заслуженный конструктор РФ, доктор технических наук, Почетный работник ТЭК, действительный член АГН, Лауреат премий: Государственной СССР, Правительства РФ, имени академика А.А. Скочинского и имени академика А.М. Терпигорева – Борис Константинович Мышляев.**

В 1954 г. после окончания Московского горного института Борис Константинович был принят на работу в проектно-конструкторский институт «Гипроуглемаш».

Более чем за 50 лет работы в институте он прошел путь от инженера до генерального директора ОАО «Гипроуглемаш», из которых 20 лет являлся техническим руководителем института, а 40 лет – фактически главным конструктором – идейным разработчиком и руководителем создания большей части основных машин и комплексов института.

Уже в 1958 г. Б.К. Мышляев совместно с главным конструктором проекта В.К. Смеховым разработал, а в 1959 г. испытал на шахте «Чертинская-Южная» в Кузбассе экспериментальные секции крепи М-87, первой в мире крепи с резервированием всех секций и совмещением в одной зоне выемки угля, крепления и управления кровлей. С 1965 г. Б.К. Мышляев руководил разработкой и промышленными испытаниями первого в мире комплекса для выемки мощных пластов КМ-120. Он был идейным разработчиком первого в мире комбайна с автономными электрическими приводами на резание и подачу с поперечным расположением главных двигателей.



Б.К. Мышляев вел работы по оригинальным механизированным крепям и комплексам, по созданию комбайна типа К-85 для выемки тонких пластов и другие работы. Машинами и комплексами, созданными с участием и под руководством Б.К. Мышляева, добыто 2,7 млрд т угля, что является высшим достижением в стране по добыче угля машинами одного главного конструктора. Все эти работы совмещались с организацией производства новой техники, в том числе на заводах ВПК, с развитием испытательного центра Гипроуглемаша.

Борис Константинович автор 115 научных работ и более 130 авторских свидетельств и патентов на изобретения. За создание высокопроизводительных, надежных машин и комплексов, обеспечивающих высокий уровень безопасности, он был отмечен орденами «Знак Почета» и «Дружбы народов» и четырьмя медалями страны, золотой, серебряной и четырьмя бронзовыми медалями ВДНХ, знаками «Шахтерская слава» всех трех степеней, знаком «Изобретатель СССР» и другими наградами.

Светлая память об этом замечательном человеке, патриоте и профессионале своего дела, учителе и наставнике навсегда сохранится в наших сердцах.

**Коллеги по работе, горная общественность, друзья и соратники, редколлегия и редакция журнала «Уголь» глубоко скорбят по случаю ухода из жизни Бориса Константиновича Мышляева и выражают глубокие соболезнования родным и близким.**

## КУРДИН Михаил Петрович

(04.12.1934 – 28.05.2021)

**28 мая 2021 г. после непродолжительной болезни скончался горный инженер, ветеран угольной промышленности, Заслуженный экономист Российской Федерации – Михаил Петрович Курдин.**

Михаил Петрович родился в д. Малахово Тульской области. В 1958 г., окончив с отличием Ленинградский горный институт, он начал свой трудовой путь в Донбассе – участковым горным нормировщиком, инженером по организации труда, заместителем начальника объединенного отдела планирования и нормирования, помощником главного инженера по организации труда и заработной платы на шахте «Северная» треста «Дзержинскуголь». До 1970 г.

М.П. Курдин работал заместителем управляющего трестом «Дзержинскуголь» по экономическим вопросам, а с 1970 по 1973 г. – начальником Планово-экономического управления и заместителем начальника комбината «Артемуголь» по экономическим вопросам.

С 1973 по 1985 г. М.П. Курдин работал в Москве, занимал пост заместителя начальника Управления нормирования труда и заработной платы Минуглепрома СССР, с 1985 по 1990 г. – заведующим Отделом производственной работы и заработной платы ЦК профсоюза рабочих угольной промышленности, с 1990 г. – заместителем начальника отдела Комитета угольной промышленности Минтопэнерго России, заместителем начальника Управления трудовых отношений и социальных гарантий компании «Росуголь».

С 1998 г. и до выхода на пенсию, более 10 лет, Михаил Петрович возглавлял в Государственном учреждении «Соцуголь»



Управление по социальной защите высвобождаемых работников, непосредственно организуя работу по социальной поддержке шахтеров и членов их семей в ходе реструктуризации отрасли, при ликвидации неперспективных и убыточных организаций.

М.П. Курдин неоднократно избирался членом ЦК и членом Президиума ЦК профсоюза рабочих угольной промышленности СССР.

За многолетний плодотворный труд, личный вклад и заслуги перед угольной промышленностью Михаил Петрович был награжден Золотым знаком «Горняк России», почетными знаками «Потомственный орден Владимира Даля» и «Честь,

Благие Дела, Слава», медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», почетным знаком «Шахтерская слава» всех трех степеней. Ему были присвоены высокие звания Почетного работника угольной промышленности, Почетного работника ТЭК, Почетного горняка России.

Михаила Петровича всегда отличали большое трудолюбие, честность, высокая порядочность и скромность. Светлая память об этом замечательном человеке навсегда сохранится в наших сердцах.

**Друзья и коллеги по работе в угольной промышленности СССР и России, Росуглепроф и ФГБУ «Соцуголь», редколлегия и редакция журнала «Уголь» глубоко скорбят по случаю ухода из жизни Михаила Петровича Курдина и выражают глубокие соболезнования родным и близким.**



## **ЖДАМИРОВ** **Виктор Михайлович** (22.06.1932 – 28.06.2021)

*28 июня 2021 г. на 90-м году жизни после долгой продолжительной болезни скончался Заслуженный шахтер России, кандидат экономических наук, доктор технических наук, действительный член Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности, бывший заместитель министра угольной промышленности СССР, бывший президент российской фирмы «Уголь открытых работ» и главный редактор журнала «Уголь» (1990-1993 гг.) — Виктор Михайлович Ждамиров.*

Виктор Михайлович родился на Алтае в семье военного – его отец служил в составе 17-й Советской армии в Монголии. Семья вернулась на Родину только после Великой Победы. В 1951 г. Виктор Михайлович поступил в Иркутский горно-металлургический институт. После окончания института в 1959 г. он начал свою трудовую деятельность в угольной отрасли в старейшем Черемховском угольном бассейне. Здесь он трудился 22 года и прошел путь от горного мастера до директора разреза «Южный», на котором проработал 13 лет.

Как передовое предприятие разрез «Южный» был включен в проводимый правительством страны (которое возглавлял А.Н. Косыгин) эксперимент по экономической реформе, связанной с организацией эффективной системы экономического управления угольным предприятием. В ходе эксперимента на разрезе был внедрен полный хозрасчет, который практически способствовал вхождению предприятия в рыночную экономику. Внедрение научно-технического проекта, рост объемов производства, улучшение качества продукции и социальных условий трудящихся разреза – таковы результаты проводившегося на разрезе эксперимента. После его успешного завершения Виктор Михайлович был назначен техническим директором объединения «Востсибуголь».

С 1981 по 1988 г. Виктор Михайлович работал генеральным директором объединения «Якутуголь», участвовал в создании Южно-Якутского угольного комплекса, не имеющего аналогов в мире. Комплекс являлся полигоном оснащения, модернизации, доводки и внедрения нового, большой единичной мощности горно-транспортного отечественного и импортного оборудования, удельный вес которого составлял 58 %, тогда как по отрасли этот показатель составлял всего 23 %.

В 1988 г. В.М. Ждамиров был назначен заместителем министра угольной промышленности СССР – начальником Управления открытого способа добычи угля, а в 1991 г. избран президентом российской фирмы «Уголь открытых работ».

На всех этапах практической деятельности Виктор Михайлович уделял особое внимание поиску новых идей, новых, неординарных методов и аналитических решений в развитии научно-технического прогресса открытого способа добычи угля. Высокая эрудиция, обязательность, ответственность, взвешенность принимаемых решений, доверительное отношение к людям – все это было направлено на эффективное развитие открытого способа добычи угля и увеличение его удельного веса в балансе угольной отрасли.

Виктор Михайлович заслужил огромное признание и уважение коллег и соратников. Его вклад в развитие угольной промышленности по достоинству оценен государственными и ведомственными наградами, среди которых орден Трудового Красного Знамени, орден «Знак Почета», почетный знак «Шахтерская слава» всех трех степеней, медаль «Ветеран труда» и многие другие.

Виктор Михайлович активно занимался общественной работой – был депутатом Горсовета и членом исполкома Горсовета г. Черемхово, депутатом Верховного Совета Якутской АССР, членом Президиума Верховного Совета Якутской АССР, делегатом XXVII Съезда КПСС, членом советско-японского Комитета по углю, главным редактором журнала «Уголь» (1990-1993 гг.), членом Совета предпринимателей при Правительстве Российской Федерации.

Светлая память об этом замечательном человеке, патриоте и профессионале своего дела навсегда сохранится в наших сердцах.

***Коллеги, соратники и друзья по угольной промышленности СССР и России, Минэнерго России, АО «Востсибуголь», АО «Якутуголь», АО «Читауголь» и других предприятий отрасли, горная научно-техническая общественность, редакционная коллегия и редакция журнала «Уголь» глубоко скорбят по случаю ухода из жизни Виктора Михайловича Ждамирова и выражают глубокие соболезнования его родным и близким.***

WE CREATE. YOU IMPLEMENT



## ПРОКОПЬЕВСКИЙ ГОРНО-ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ

МНОГОПРОФИЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ И ОБЪЕКТОВ  
ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ВИМ-ПРОЕКТИРОВАНИЕ

8 (800) 200-71-13  
[www.pgpi.su](http://www.pgpi.su)





Проектирование предприятий  
для горнодобывающей  
промышленности

ОПЫТ  
РАБОТЫ  
БОЛЕЕ **15** ЛЕТ

Анализ минерально-сырьевой базы ТПИ  
Определение перспективных участков недр  
Сопровождение при лицензировании

## ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА

Комплекс поисковых и разведочных работ, бурение скважин, эксплуатационная разведка

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Предпроектные  
проработки

Проектно-изыскательские  
работы

Авторский  
надзор

## СТРОИТЕЛЬСТВО

Технический  
заказчик

Генеральный  
подрядчик

Строительный  
контроль

КОМПЛЕКСНОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ



## АУДИТ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ



ПРОЕКТЫ КОМПАНИИ  
РЕАЛИЗУЮТСЯ НА ТЕРРИТОРИИ **25** РЕГИОНОВ СТРАНЫ

000 «СГП»

[sgp.su](http://sgp.su)

[info@sgp.su](mailto:info@sgp.su)

115184, Россия, г. Москва, пер. Новокузнецкий 1-й, д. 10 а, оф. 24  
8-800-700-12-09

650066, Россия, г. Кемерово, пр. Октябрьский, 28 б  
+7 (3842) 45-11-11