

ОСНОВАН В 1925 ГОДУ

ISSN 0041-5790

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

# УГОЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

# 12-2021

Увеличение выхода концентрата от 2% до 4%



РЕКЛАМА

**TARR** GROUP

## ИННОВАЦИИ В ОБОГАЩЕНИИ

Подробнее на стр. 48-49

## Подписка на 2022 год

КАТАЛОЖНАЯ СТОИМОСТЬ (для России и СНГ), руб.				
Вид подписки	Индекс	1 мес.	6 мес.	Годовая
ПРЕССА РОССИИ (интернет-каталог)	87717; 87776	572	4 633	–
УРАЛ-ПРЕСС	71000; 007097	800	4 800	9 600
ПРЕССИНФОРМ	–	400	2 400	4 800
РЕДАКЦИЯ				
– индивидуальная		400	2 400	4 800
– для организаций		650	3 900	7 800
– онлайн (макеты ПДФ)		650	3 900	7 800
– упаковками по 5 экз.	каждый экз. по 400 руб.	2 000	12 000	24 000
<b>СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДПИСКА</b>		Стоимость одного экземпляра (в месяц):		
Только через Редакцию – для работников и организаций угольной отрасли и учебных заведений		от 5 экз. – по 400 р., от 10 экз. – по 350 р., от 20 экз. – по 300 р., от 30 экз. – по 250 р.		

### ПОДПИСКА ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ

- ✓ направить по e-mail: [ugol1925@mail.ru](mailto:ugol1925@mail.ru) заявку в произвольной форме, указав наименование организации, ИНН / КПП, юр. адрес, количество комплектов журналов, почтовый адрес доставки. Также подписку можно оформить на Интернет-сайте журнала по адресу: <http://www.ugolinfo.ru/podpiska.html>;
- ✓ затем оплатить подписку по счету.

### ПОДПИСКА НА ПОЧТЕ (в любом почтовом отделении связи)

## Тематический план журнала «Уголь» на 2022 год

Тематика и выставки, которым посвящается выпуск журнала (доп. тираж распространяется среди участников)	Выпуск журнала	Срок подачи материалов	Дата выхода журнала
Форум Неделя горняка (Москва)	№ 1-2022	10-15 декабря	15-20 января
Итоги Металлы России – 2021	№ 2-2022	10-15 января	15-20 февраля
MiningWorld Russia (Москва)	№ 3-2022	10-15 февраля	15-20 марта
Итоги работы угольной отрасли за 2021 год	№ 4-2022	10-15 марта	15-20 апреля
Уголь России и Майнинг (Новокузнецк)	№ 5-2022	10-15 апреля	15-20 мая
Итоги работы угольной отрасли за 1 кв. 2022 г.	№ 6-2022	10-15 мая	15-20 июня
Обзор форума Неделя горняка	№ 7-2022	10-15 июня	15-20 июля
Итоги MiningWorld Russia	№ 8-2022	10-15 июля	15-20 августа
День шахтера	№ 9-2022	10-15 августа	15-20 сентября
Итоги Уголь России и Майнинг	№ 10-2022	10-15 сентября	15-20 октября
Обзор Уголь России и Майнинг (зарубежные участники)	№ 11-2022	10-15 октября	15-20 ноября
Итоги работы угольной отрасли за 9 мес. 2022 г.	№ 12-2022	10-15 ноября	15-20 декабря

## ТАРАЗАНОВ Игорь Геннадьевич (24.12.1959 – 11.11.2021)

**Дорогие читатели, редакция журнала «Уголь» понесла невосполнимую утрату – 11 ноября 2021 г. на 62 году жизни скончался горный инженер, Заслуженный работник ТЭК, генеральный директор ООО «Редакция журнала «Уголь», заместитель главного редактора журнала «Уголь» Таразанов Игорь Геннадьевич. На протяжении более 38 лет он непосредственно занимался формированием каждого выпуска журнала и руководил редакцией.**



Игорь Геннадьевич родился в Кузбассе в шахтерском городе Киселевске в семье шахтеров. В 1972 г. вся семья переехала на Донбасс в шахтерский город Краснодон. В 1977 г., после окончания средней школы № 1 им. М. Горького в г. Краснодоне (школа, воспитавшая 28 молодоговардейцев), он поступил в Московский горный институт на специальность «Технология и комплексная механизация подземной разработки пластовых месторождений угля». В период учебы в институте, с 3-го курса и до окончания учебы, Игорь Геннадьевич был комсоргом студенческой группы ТПУ-1-77. Учебную и производственную практику проходил на Эльбрусе, на студенческой шахте в ПО «Ставрополь-уголь», а также на шахте им. XXVI съезда КПСС (быв. шахта «Таловская») ПО «Краснодонуголь». В 1982 г. с отличием окончил институт, получив специальность горного инженера. Награжден ректором В.В. Ржевским именными часами и знаком Минвуза и ЦК ВЛКСМ «Отличник учебы» и был распределен на работу в редакцию журнала «Уголь» издательства «Недра».

Игорь Геннадьевич начинал свою трудовую деятельность в издательстве «Недра» редактором, затем работал старшим редактором, научным редактором, старшим научным редактором. В 1988 г. приказом министра угольной промышленности СССР М.И. Щадова был назначен заместителем главного редактора журнала «Уголь». Он возглавил редакцию в возрасте 28 лет и на то время являлся самым молодым руководителем в издательстве «Недра», которое объединяло 15 редакций научно-технических журналов, 10 книжных редакций и редакцию плакатных изданий, вел активную общественную работу – в 1985-1989 гг. являлся секретарем комитета комсомола издательства «Недра».

С 1986 г. и до распада СССР был членом компартии. В августе 1991 г. во время путча ГКЧП был среди защитников Белого дома.

В 1990-е – начале 2000-х гг. Игорь Геннадьевич приложил немало усилий по сохранению научно-технического журнала: из издательства «Недра» редакция перешла в компанию «Росуголь», затем в издательство АГН, ЗАО «Росинформуголь», НК «Уголь-Фонд».

В 2005 г. редакция стала самостоятельной организацией – ООО «Редакция журнала «Уголь». И.Г. Таразанов возглавил это предприятие, стал генеральным директором. То, что издание «выжило» в трудные перестроечные годы, в годы реструктуризации угольной отрасли, и смогло издаться в нынешних условиях, – в этом огромная заслуга бесценного руководителя и наставника коллектива редакции И.Г. Таразанова.

С 1992 по 2004 г. И.Г. Таразанов работал под непосредственным руководством первого заместителя главного редактора, бывшего министра угольной промышленности СССР Б.Ф. Братченко. Также большое влияние на становление и формирование Игоря Геннадьевича как личности оказали выдающиеся организаторы и руководители угольной промышленности, являвшиеся в разные годы главными редакторами журнала Уголь: Г.И. Нуждихин, А.А. Манжула, В.М. Ждамиров, В.Е. Зайденварг, А.Е. Евтушенко, Е.Я. Диколенко, В.М. Щадов, К.Ю. Алексеев, А.Б. Яновский.

Заслуги И.Г. Таразанова перед угольной отраслью по достоинству оценены. Он является Заслуженным работником ТЭК, полным кавалером знака «Шахтерская слава» и знака «Горняцкая слава», награжден почетными грамотами Минуглепрома СССР, Госкомиздата СССР, ЦК Профсоюза работников угольной промышленности, компании «Росуголь», Минтопэнерго России.

Жестокая и несправедливая судьба отнимает у нас самое дорогое – родных и близких нам людей...

**Игорь Геннадьевич был светлым и добрым человеком, высоким профессионалом в своем деле, скромным, интеллигентным и добропорядочным. И вся его жизнь была наполнена только добрыми делами. Светлая память о нем навсегда сохранится в наших сердцах.**

### Скорбим вместе с вами

Глубоко опечалены известием о безвременной кончине замечательного человека и большого профессионала генерального директора ООО «Редакция журнала «Уголь», члена-корреспондента РАЭ Игоря Геннадьевича Таразанова.

Смерть Игоря Геннадьевича – это большая, невосполнимая утрата для всего журналистского сообщества, для редакционной коллегии журнала «Уголь», для читателей этого замечательного журнала и всех, кто непосредственно связан с угольной промышленностью.

Всю свою сознательную трудовую жизнь Игорь Геннадьевич посвятил издательскому делу. Благодаря энергии, трудоспособности, терпению, таланту, ответственности, добросовестности и творческому отношению к издательскому делу ему удалось в перестроечные годы сохранить, а в начале 1990-х годов возглавить и успешно развивать журнал «Уголь» – как главную информационно-аналитическую и инновационную площадку для всех шахтеров России.

Благодаря его кропотливой ежедневной работе над каждым номером коллектив СДС-Угля получал актуальные научные статьи и свежие новости, ежеквартальные и годовые анализы работы угольной промышленности. Журнал «Уголь» стал настольным пособием для каждого горного инженера.

Игорь Геннадьевич был и навсегда останется в нашей памяти открытым, благожелательным, готовым всегда оказать профессиональную помощь, величайшим специалистом своего дела.

*Коллектив АО ХК «СДС-Уголь»* выражает глубокие соболезнования коллегам, родным и близким Игоря Геннадьевича в связи с невосполнимой утратой.

### Светлая память об Игоре Геннадьевиче долго будет жить в сердцах всех, кто его знал...

Трудно подобрать слова, когда из жизни навсегда уходят самые близкие и родные люди, единомышленники...

Примите глубочайшие соболезнования от всего коллектива выставочной компании «Кузбасская ярмарка» в связи с преждевременным уходом замечательного человека – Игоря Геннадьевича Таразанова!

Печально осознавать, что не стало нашего дорогого земляка, представителя шахтерской династии и большого патриота Кузбасса, внесшего значительный вклад в его позиционирование как крупнейшего угледобывающего региона.

Он останется в памяти профессионалом высокого уровня; энергичным и талантливым руководителем авторитетного издания федерального уровня; искренним и харизматичным человеком, добрым другом и надежным партнером «Кузбасской ярмарки»...

Нам всем так его будет не хватать...

Скорбим вместе с ВАМИ о невосполнимой утрате...

### Скорбим и помним

С глубоким сожалением и печалью сотрудники НИИОГР узнали о том, что ушел из жизни замечательный человек, генеральный директор редакции журнала «Уголь» – Игорь Геннадьевич Таразанов.

Мы имели честь сотрудничать с Игорем Геннадьевичем на протяжении более чем 30 лет и всегда ощущали его трудолюбие, оптимизм и готовность протянуть руку помощи тем, кто в ней нуждался. Он внес значительный вклад в развитие журнала, повышение качества его содержания и дизайна, обеспечивая интерес и пользу публикуемых материалов для научных работников и практиков. Высокий профессионализм, любовь и преданность своему делу снискали ему глубокое уважение среди специалистов, занимающихся проблемами угольной промышленности.

Выражаем соболезнование семье, родным, близким и коллегам.

### Светлой памяти Игоря Геннадьевича ТАРАЗАНОВА

От имени всех сотрудников АО «Росинформуголь» выражаем глубочайшее сочувствие коллективу редакции журнала «Уголь», родным и близким по поводу безвременного ухода из жизни Игоря Геннадьевича – горного инженера, нашего коллеги, соратника и друга...

Четыре десятилетия своей профессиональной жизни он отдал любимому редакторско-издательскому делу и родному отраслевому журналу, который на протяжении уже 96 лет является настольной книгой для многих поколений горных инженеров. Благодаря его личной активной профессиональной и жизненной позиции журнал сохранил свое лицо и в трудные перестроечные, и в «лихие» 90-е годы.

Мы всегда будем помнить годы совместного сотрудничества и неоценимый личный вклад Игоря Геннадьевича в информационно-аналитическое обеспечение угольной отрасли страны. Его ежегодные и квартальные аналитические обзоры по итогам работы угольной промышленности России являлись информационным ориентиром для выработки и принятия многих управленческих решений на всех уровнях развития отрасли.

### Уважаемая редакция журнала «Уголь»!

Потрясены известием о смерти Игоря Геннадьевича Таразанова. Это невосполнимая утрата для всего научного сообщества не только России, но и стран бывшего Союза!

Игорь Геннадьевич останется в нашей памяти как высококвалифицированный специалист в области горного дела, внесший неоценимый вклад в развитие угольной и горнорудной промышленности!

Наши искренние соболезнования родным, близким и коллегам Игоря Геннадьевича! Он навсегда останется в нашей памяти, его консультации при публикации статей в журнале «Уголь» всегда были на очень высоком профессиональном уровне.

Казахстан, г. Караганда,  
ТОО «Корпорация Казахмыс»

### Невосполнимая потеря

*Коллектив Института угля ФИЦ УУХ СО РАН* выражает искренние соболезнования коллегам, родным и близким в безвременной кончине генерального директора ООО «Редакция журнала «Уголь» Игоря Геннадьевича Таразанова.

Родившись в шахтерской семье, в шахтерском городе Кузбасса, переехав вместе с семьей в Донбасс, Игорь Геннадьевич получил специальность горного инженера, стал известным ученым, аналитиком по вопросам развития угольной отрасли. Для Института угля Сибирского отделения РАН останется значимым опытом совместной с Игорем Геннадьевичем научно-публикационной деятельности.

Скоропостижный уход из жизни И.Г. Таразанова – невосполнимая потеря для сибирской академической горной науки. Сохраним светлую память об Игоре Геннадьевиче, глубококом ученом и прекрасном человеке.



**Главный редактор**  
**ЯНОВСКИЙ А.Б.**  
Доктор экон. наук,  
канд. техн. наук

**Зам. главного редактора**

**ТАРАЗАНОВ И.Г.**  
Горный инженер, чл.-корр. РАЭ,  
Генеральный директор  
ООО «Редакция журнала «Уголь»

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**АРТЕМЬЕВ В.Б.**, доктор техн. наук  
**ГАЛКИН В.А.**, доктор техн. наук, профессор  
**ЗАЙДЕНВАРГ В.Е.**,  
доктор техн. наук, профессор  
**ЗАХАРОВ В.Н.**, чл.-корр. РАН,  
доктор техн. наук, профессор  
**КОВАЛЬЧУК А.Б.**,  
доктор техн. наук, профессор  
**ЛИТВИНЕНКО В.С.**,  
доктор техн. наук, профессор  
**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»

**ДЕКАБРЬ**

**12-2021** /1149/

# УГОЛЬ

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>НЕКРОЛОГ</b>	
Таразанов Игорь Геннадьевич (24.12.1959 – 11.11.2021)	1
<b>ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ</b>	
Логинов Е.В., Тюленева Т.А. Управление параметрами карьера в целях повышения эффективности использования гидравлических экскаваторов типа обратная лопата	6
<b>ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ</b>	
Козлова О.Ю. Дискретно-событийное моделирование транспортных потоков рудника	12
<b>ГОРНЫЕ МАШИНЫ</b>	
Тарасов В.М., Фомин А.И. Повышение надежности безопасной эксплуатации грузоподъемных устройств в шахте	15
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА</b>	
Азев В.А., Гартман А.А., Конакова О.В. Проектный подход к совершенствованию производственной деятельности и развитию персонала предприятий ООО «СУЭК-Хакасия»	21
<b>ЭКОНОМИКА</b>	
Медведев А.В., Прокопенко Е.В., Кисляков И.М. Система поддержки принятия решений в оценке экономической эффективности угледобывающей отрасли с учетом экологических ограничений	28
<b>ЗА РУБЕЖОМ</b>	
Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Агалакова А.В., Федоров В.А., Кондрашов П.М., Павлова П.Л., Лунев А.С., Конов В.Н., Скорнякова С.Н. Исследование динамики и показателей деятельности угольных карьеров и тепловых станций Канады по данным дистанционного зондирования	34
Книжная новинка	37
<b>ГЕОИНФОРМАТИКА</b>	
Агафонов В.В., Яхеев В.В., Варыгин С.О. Интегральная оценка схем подготовки шахтных и выемочных полей	38
<b>РЕСУРСЫ</b>	
Крысанова К.О., Крылова А.Ю., Пудова Я.Д., Борисов А.В. Исследование минеральных компонентов биоуглей из опила, полученных низкотемпературными методами	41
<b>НОВОСТИ ТЕХНИКИ</b>	
ООО «Сумитек Интернейшнл» Гарантия успешного партнерства	44
Новый сервис ЛУКОЙЛ для промышленных партнеров	46
<b>ПЕРЕРАБОТКА УГЛЯ</b>	
Лохов Д.С. Инновации в обогащении	48
<b>ЭКОЛОГИЯ</b>	
Михайлов В.Г., Киселева Т.В., Михайлова Я.С. Формирование системы управления эколого-экономической безопасностью угледобывающего региона	50

## 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 – 1,151  
(без самоцитирования – 0,79)

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

### ЖУРНАЛ ПРЕДСТАВЛЕН

в Интернете на веб-сайте

**www.ugolinfo.ru**  
**www.ugol.info**

и на отраслевом портале  
«РОССИЙСКИЙ УГОЛЬ»

**www.rosugol.ru**

### НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

Ведущий редактор О.И. ГЛИНИНА

Научный редактор И.М. КОЛОБОВА

Корректор В.В. ЛАСТОВ

Компьютерная верстка Н.И. БРАНДЕЛИС

Подписано в печать 02.12.2021.

Формат 60x90 1/8.

Бумага мелованная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 10,5 + обложка.

Тираж 5100 экз. Тираж эл. версии 1600 экз.

Общий тираж 6700 экз.

### Отпечатано:

ООО «РОЛИКС ПРИНТ»

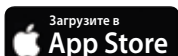
17105, г. Москва, пр-д Нагорный, д.7, стр.5

Тел.: (495) 661-46-22;

www.roliksprint.ru

Заказ № 103322

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



## ГЕОЛОГИЯ

Рыжков С.О., Портнов В.С., Хуанган Н.Х., Рахимов М.А., Хмырова Е.Н.

Исследование устойчивости хвостохранилища угольной обогатительной фабрики «Восточная» (Центральный Казахстан) для оценки его безопасной консервации и ликвидации \_\_\_\_\_ 57

## ВЫСТАВКИ

Глинина О.И.

TECH MINING RUSSIA. Новые технологии добычи полезных ископаемых.

Международная конференция и выставка \_\_\_\_\_ 64

## ХРОНИКА

Хроника. События. Факты. Новости \_\_\_\_\_ 73

Volvo CE представила прототип полностью автономного погрузчика LX03 \_\_\_\_\_ 76

## ЮБИЛЕИ

Сластунов Сергей Викторович (к 70-летию со дня рождения) \_\_\_\_\_ 77

## ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ

Перечень статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2021 году \_\_\_\_\_ 78

## НЕКРОЛОГ

Папанов Иван Фомич (19.09.1930 – 24.11.2021) \_\_\_\_\_ 84

## Список реклам

TAPP Group	1-я обл.	ПРОМТЕХСНАБ	11
Уголь подписка	2-я обл.	ООО «ЛЛК-Интернешнл»	47
АО «Росинформуголь» УГОЛЬ КУРЬЕР	3-я обл.	СПК-Стык	56
СГП	4-я обл.	НПП Завод МДУ	56

\* \* \*

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

Входит в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

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

### Журнал «Уголь» индексируется

в международной реферативной базе данных и систем цитирования  
**SCOPUS** (рейтинг журнала 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; Т7728; 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), Moscow,  
107996, 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

**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

**ROZHKOV A.A.**, Dr. (Economic), Prof.,  
Moscow, 119071, Russian Federation

**RYBAK L.V.**, Dr. (Economic), Prof.,  
Moscow, 119034, Russian Federation

**SKRYL' A.I.**, Mining Engineer,  
Moscow, 119049, Russian Federation

**SUSLOV V.I.**, Dr. (Economic), Prof., Corresp.  
Member of the RAS, Novosibirsk, 630090, Russian  
Federation

**SHCHADOV V.M.**, Dr. (Engineering), Prof.,  
Moscow, 119034, Russian Federation

**YAKOVLEV D.V.**, Dr. (Engineering), Prof.,  
Saint Petersburg, 199106, Russian Federation

**Foreign members of the editorial council:**

Prof. **Guenther APEL**, Dr.-Ing.,  
Essen, 45307, 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](mailto:ugol1925@mail.ru)

[www.ugolinfo.ru](http://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

**DECEMBER****12' 2021****UGOL' / RUSSIAN  
COAL  
JOURNAL****CONTENT****NECROLOGUE**

**Tarazanov Igor Gennadievich** (24.12.1959 – 11.11.2021) \_\_\_\_\_ 1

**SURFACE MINING**

Loginov E.V., Tyuleneva T.A.

**Control of quarry parameters to improve the efficiency of hydraulic backhoes** \_\_\_\_\_ 6

**UNDERGROUND MINING**

Kozlova O.Yu.

**Discrete-event simulation of mine traffic flow** \_\_\_\_\_ 12

**MINING EQUIPMENT**

Tarasov V.M., Fomin A.I.

**Enhancing the operational safety of mine hoisting equipment** \_\_\_\_\_ 15

**PRODUCTION SETUP**

Azev V.A., Gartman A.A., Konakova O.V.

**Project approach to enhancement of production activity and staff development  
at SUEK-Khakasia LLC** \_\_\_\_\_ 21

**ECONOMIC OF MINING**

Medvedev A.V., Prokopenko E.V., Kislyakov I.M.

**Decision support system for assessing the economic efficiency of the coal mining industry  
with account of environmental limitations** \_\_\_\_\_ 28

**ABROAD**

Zenkov I.V., Trinh Le Hung, Agalakova A.V., Fedorov V.A., Kondrashov P.M.,

Pavlova P.L., Lynev A.S., Konov V.N., Skornyakova S.N.

**A study of dynamics and performance indicators of coal mines and thermal power plants  
in Canada based on remote sensing data** \_\_\_\_\_ 34

**GEINFOMATICS**

Agafonov V.V., Yakheev V.V., Varygin S.O.

**Integrated assessment of mine and excavation field preparation schemes** \_\_\_\_\_ 38

**MINERALS RESOURCES**

Krysanova K.O., Krylova A.Yu., Pudova Ya.D., Borisov A.V.

**Investigation of mineral components of bio-coal from sawdust obtained  
by low-temperature methods** \_\_\_\_\_ 41

**COAL PREPARATION**

Lokhov D.S.

**The innovations in coal preparation** \_\_\_\_\_ 48

**ECOLOGY**

Mikhaylov V.G., Kiseleva T.V., Mikhaylova Ya.S.

**Development of a system to manage the environmental and economic security  
of a coal mining region** \_\_\_\_\_ 50

**GEOLOGY**

Ryzhkov S.O., Portnov V.S., Huangan N.Kh., Rakhimov M.A., Khmyrova E.N.

**Research into stability of tailings storage at Vostochnaya coal processing plant (Central Kazakhstan)  
to assess its safe conservation and abandonment** \_\_\_\_\_ 57

**CHRONICLE**

**The chronicle. Events. The facts. News** \_\_\_\_\_ 72

**ANNIVERSARIES**

**Slastunov Sergey Viktorovich** (to a 70-anniversary from birthday) \_\_\_\_\_ 77

**LIST OF MATERIALS**

**Index of articles published in Ugol' – Russian Coal Journal in 2021** \_\_\_\_\_ 78

**NECROLOGUE**

**Papanov Ivan Fomich** (19.09.1930 – 24.11.2021) \_\_\_\_\_ 84

# Управление параметрами карьера в целях повышения эффективности использования гидравлических экскаваторов типа обратная лопата

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-6-10>

## ЛОГИНОВ Е.В.

Канд. техн. наук,  
старший преподаватель  
Санкт-Петербургского  
горного университета,  
199106, г. Санкт-Петербург, Россия,  
e-mail: [loginov\\_ev@pers.spmi.ru](mailto:loginov_ev@pers.spmi.ru)



## ТЮЛЕНЕВА Т.А.

Канд. экон. наук, доцент  
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: [krukta@mail.ru](mailto:krukta@mail.ru)

В статье описана методика управления эксплуатационным коэффициентом вскрыши при применении гидравлических экскаваторов типа обратная лопата, основанная на использовании элементов математического моделирования усреднения его значения, что обеспечивает высокую точность результатов и исключает влияние человеческого фактора при их расчете. Экономический эффект от разработки месторождения полезных ископаемых открытым способом во многом зависит от степени рациональности выбора режима ведения горных работ и решения проблемы усреднения эксплуатационного коэффициента вскрыши, различающегося по периодам его эксплуатации. При этом в специальной литературе не всегда можно найти практические рекомендации по расчету усредненных величин эксплуатационных коэффициентов вскрыши и применению выбранного режима открытых горных работ, что зачастую вызвано необходимостью оценки изменения размеров рабочей зоны в течение срока эксплуатации карьера.

**Ключевые слова:** коэффициент вскрыши, гидравлический экскаватор типа обратная лопата, угол откоса, моделирование параметров, открытые горные работы.

**Для цитирования:** Логинов Е.В., Тюленева Т.А. Управление параметрами карьера в целях повышения эффективности использования гидравлических экскаваторов типа обратная лопата // Уголь. 2021. № 12. С. 6-10. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-6-10.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом развивается в направлении использования более совершенного оборудования значительных габаритов, что в свою очередь приводит к увеличению количественных характеристик и объемов системы разработки [1, 2]. В случае открытых горных работ объемы вынимаемых из карьера вышележащих и вмещающих пород практически всегда в несколько раз преобладают над объемами добычи собственно полезного ископаемого. Ввиду того, что вмещающие породы сходны с добываемым полезным ископаемым по физическим, механическим показателям и затратам труда на добычу, а также по их стоимостным измерителям, производственная себестоимость полезного ископаемого складывается главным образом из стоимости вскрышных работ. В связи с этим определение производительности карьера по вскрышным породам является достаточно актуальным направлением исследования с точки зрения повышения эффективности, а вопросы управления эксплуатационным коэффициентом вскрыши представляют собой одно из направлений эффективной эксплуатации современного карьера.

## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время изучение горно-геометрических характеристик поля карьера относится к главным методам календарного планирования и оценки целесообразности режима ведения горных работ. Вместе с тем его недостатками можно назвать повышенную трудоемкость, необходимость максимальной точности исходных данных, неопределенность начального положения горных работ, необходимость определения новой зависимости  $V = f(P)$  при изменении параметров  $j_{\max}$  и  $B = B_{\min}$  в зависимости от направления выемки; кроме того, близкое расположение относительно друг друга кривых для

$\varphi = \max$  и  $\varphi = 0^\circ$  обуславливает неопределенность получаемых итогов оценки. Несмотря на распространенность данного метода на практике, применение его осложняется существованием вышеописанных недостатков, которые возможно устранить при разработке математической модели на его основе [3].

Для расчета усредненных величин эксплуатационного коэффициента вскрыши выполняют исследования динамических значений угла наклона рабочего борта карьера при соответствующих им колебаниях размеров рабочей зоны. Однако для описанных методов отсутствуют практические рекомендации по выполнению планировочных открытых горных работ, а именно: оценка параметров изменения размеров рабочей зоны (*WVA*) с течением срока эксплуатации карьера. Для реализации этих методов существует потребность в изучении системы разработки, способа вскрытия месторождения и направления углубления в пространстве карьера, а также наличия погоризонтных планов горных работ в его пределах [3, 4].

Одним из условий эффективности эксплуатации современного карьера является поддержание достаточного размера рабочей зоны в любой момент. Значения их плановых показателей рассчитываются на базе средних значений протяженности фронта работ в зависимости от скорости сдвига рабочих уступов и колебаний объемов полезного ископаемого, подготовленного к выемке. В практическом использовании размеры рабочих зон по длине фронта открытых горных работ отклоняются с соблюдением предельных значений колебаний из-за прерывности технологических процессов.

Размеры рабочей зоны имеют два крайних значения: минимальное используется как критерий ограничения сокращения рабочей зоны и устанавливается проектом индивидуально исходя из требований нормативных документов, а максимальное оценивается размерами карьерного поля в плане горных работ, при нем разработка месторождения осуществляется практически послойно. Осуществление горных работ в системах глубокой разработки с максимальными размерами рабочих зон практически невозможно, в этих условиях также возникает проблема подготовки нижележащих горизонтов для разработки.

Исследование применяемых для определения размеров рабочей зоны методов показало, что наиболее распространенными из них являются: расчет по горным породам с использованием буровзрывных работ при подготовке массива к выемке на основе планирования ширины обрушения уступа по итогам выполненных взрывных работ, расчет для категории рыхлых, мягких пород, извлеченных без предшествующего взрывания, базирующихся на величине ширины заходки. Они, в свою очередь, делятся на подвиды: это геометрический метод на основе значений угла наклона рабочей стороны карьера  $\varphi$ , расчет по параметрам выемочно-погрузочного оборудования на базе количественных характеристик одноковшового экскаватора, расчет по параметрам транспортировки (основными показателями являются характеристики транспортных средств) [3, 4].

Рассмотрены различные типы ковшей, используемых на гидравлических экскаваторах с обратной лопатой [3, 4, 5]. Так как увеличение размеров горного оборудования приводит к увеличению вероятности несчастных случаев на производстве, для сокращения числа данных инцидентов необходимо выполнение работ соответственно проекту добычи полезного ископаемого. Минимальный размер рабочей зоны характеризуется параметрами размещения выемочно-погрузочного оборудования и схемы маневрирования погрузочных транспортных средств и должен устанавливаться таким образом, чтобы обеспечить производительную работу выемочных машин и транспорта [6]. Для каждой производственной ситуации разрабатывается свой комплекс показателей размеров рабочей зоны эксплуатируемого карьера в зависимости от характеристик технологического комплекса «экскаватор – самосвал» и возможностей использования гидравлических экскаваторов с обратной лопатой.

Накопленный практический опыт эксплуатации горнодобывающих предприятий и деятельности проектных организаций подтвердил, что при запланированной производительности карьера изменение эксплуатационного коэффициента вскрыши становится основным средством управления режимом открытых горных работ. В большинстве случаев изменение режима вскрышных работ описывается полилинией, которая в условиях разработки крутопадающих или наклонных пластов в начале горных работ имеет восходящий вид, затем в максимальной точке появляется перегиб, а в конце график принимает нисходящее направление.

При проведении открытых горных работ часто не представляется возможным одновременно обеспечить рост производительности добычи полезных ископаемых и уменьшение объема вскрышных пород; так, увеличение добычи вызывает рост объема вскрыши, и наоборот, уменьшение коэффициента может создать предпосылку для спада производительности добычи полезного ископаемого, которое во многих случаях оценивается средней величиной. Данное обстоятельство делает актуальными исследования по стабилизации режима горных работ, базирующиеся на эксплуатационном коэффициенте вскрыши.

К наиболее эффективным способам управления режимом горных работ относится варьирование угла наклона рабочего борта карьера за счет изменения размера рабочей зоны, и это создает предпосылки к применению методов управления эксплуатационным коэффициентом вскрыши. Корректировка угла наклона рабочего борта карьера  $\varphi$  представляется возможной при заданных двух пороговых значениях  $\varphi_{\max}$  и  $\varphi \rightarrow 0$  (рис. 1) для наклонных и крутопадающих пластов.

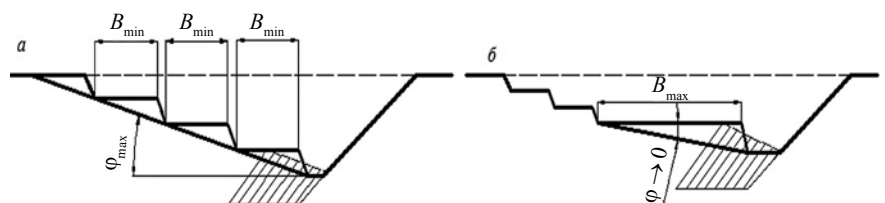


Рис. 1. Крайние возможные случаи разработки карьера [7]



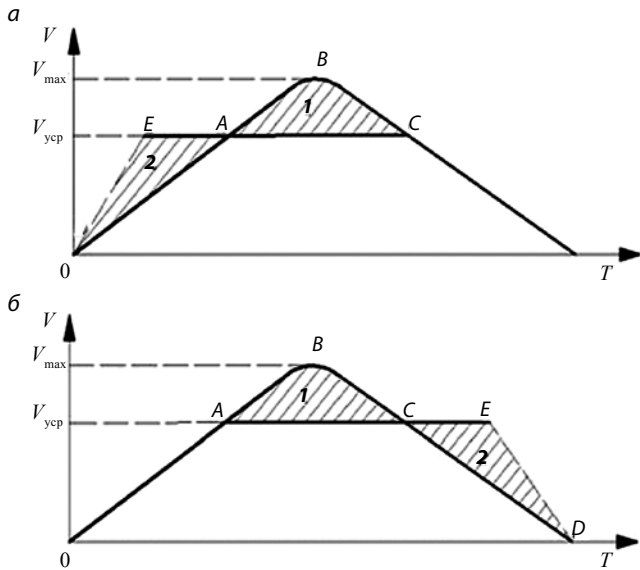


Рис. 2. Перенос пиковых объемов вскрышных работ: а – вариант с переносом на более ранний временной интервал, б – вариант с переносом на более поздний срок разработки месторождения [7]

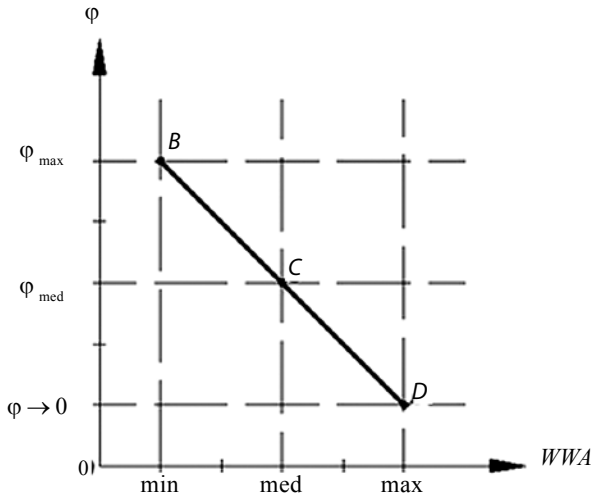


Рис. 3. Взаимосвязь угла наклона рабочего уступа карьера и протяженности его рабочей зоны [7]

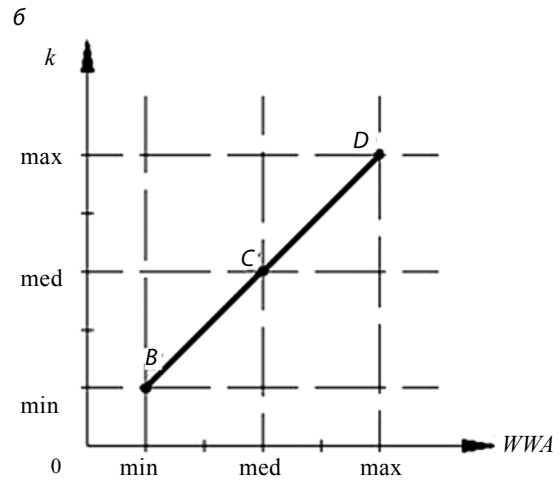
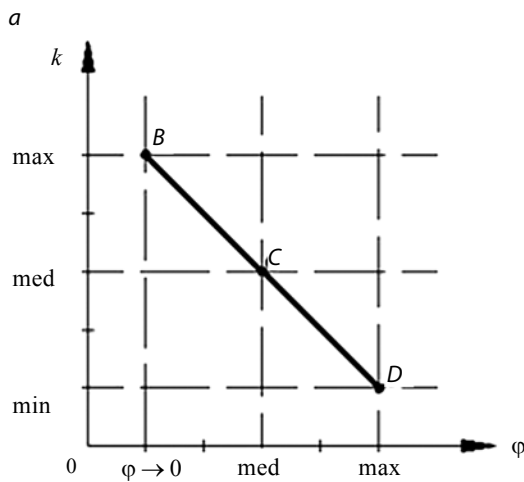


Рис. 4. Взаимосвязь эксплуатационного коэффициента вскрыши и показателей: а – угла наклона рабочей зоны карьера  $k = f(\varphi)$ ; б – протяженности рабочей зоны  $k = f(WWA)$  [6, 7]

Для достижения равномерного режима добычи с заданной производительностью основным методом усреднения значений объемов вскрышных работ является перенос их пиковых значений во времени на более ранний (рис. 2, а) и отдаленный периоды эксплуатации карьера (см. рис. 2, б).

Взаимосвязь угла наклона рабочей стороны карьера и размера рабочей зоны может быть представлена функцией  $\varphi = f(WWA)$  при опорных значениях (рис. 3).

На рис. 3 показан отрезок  $BD$ , характеризующий связь угла наклона рабочей стороны карьера с размером рабочей зоны при нормальных условиях, характеризующихся эксплуатацией карьера между двумя крайними значениями размера рабочей зоны. В точке  $B$  определяется предельное значение минимального размера рабочей зоны с максимальным углом наклона, в точке  $C$  – их средняя величина, а в точке  $D$  – предельное значение максимального размера рабочей зоны с минимальным углом наклона.

Основываясь на итогах изучения взаимосвязи угла наклона рабочего уступа карьера и протяженности его рабочей зоны, целесообразно проанализировать связь первого из перечисленных показателей с эксплуатационным коэффициентом вскрыши (рис. 4, а) и протяженностью рабочей зоны (см. рис. 4, б), описываемых зависимостями  $k = f(\varphi)$  и  $k = f(WWA)$  соответственно.

На отрезке  $BD$  данная зависимость представлена для нормальных условий, в точке  $B$  – минимальное значение угла наклона или максимальный размер рабочей зоны, в точке  $C$  – их средняя величина, а в точке  $D$  – предельное значение максимального угла с минимальным размером рабочей зоны. Таким образом, эксплуатационный коэффициент вскрыши представляется основной технологической характеристикой при оценке режима открытых горных работ, грамотное управление которым обеспечит получение большего экономического эффекта.

Описанный способ определения коэффициента вскрыши при эксплуатации карьера реализуется в следующем порядке. На основе погоризонтных планов и направления развития горных работ формируются графики зависимости объемов вскрыши от объемов добычи полезного ископаемого с углами наклона рабочей стороны карьера в пределах от минимальных до максимальных (рис. 5).

## Уравнения, описывающие угол наклона рабочей стороны карьера для различных значений [8]

Показатели	Тип уравнения	Уравнение	Коэффициент детерминации
Угол наклона рабочей стороны карьера $j = 5^\circ$	Квадратичное	$y = -0,0684603x^2 + 6,60752x - 1,68954$	0,99
Угол наклона рабочей стороны карьера $j = 10^\circ$	Квадратичное	$y = -0,0624659x^2 + 4,54482x - 1,12557$	0,99
Угол наклона рабочей стороны карьера $j = 15^\circ$	Квадратичное	$y = -0,183276x^2 + 2,50397x + 0,214529$	0,99
Угол наклона рабочей стороны карьера $j = 20^\circ$	Квадратичное	$y = 0,281534x^2 + 0,738268x + 1,85262$	0,99
Уравнение прямой линии (усредняющая линия)	Линейное	$y = 4,40146x$	0,99

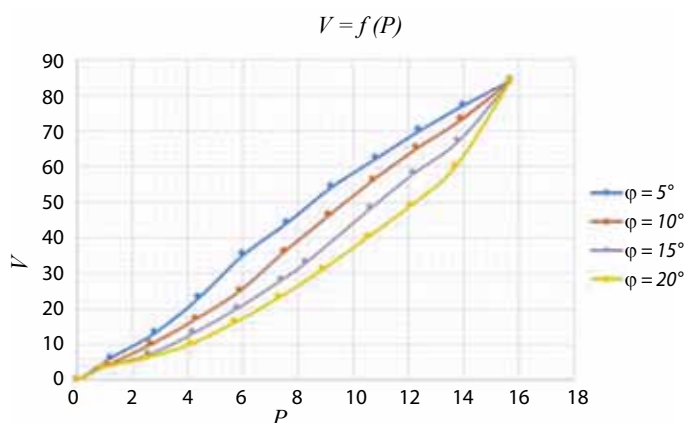


Рис. 5. Кумулятивный график  $V = f(P)$  зависимости объемов вскрышных пород ( $V$ , млн  $m^3$ ) от роста объемов добываемого полезного ископаемого ( $P$ , млн  $m^3$ ), по заданным углам наклона рабочей стороны карьера:  $\varphi = 5^\circ$ ,  $\varphi = 10^\circ$ ,  $\varphi = 15^\circ$ ,  $\varphi = 20^\circ$  [8]

Для разработки зависимости использовалась модель «условный карьер» со следующими характеристиками: глубина – 100 м, система разработки – десятиметровыми уступами с углом откоса  $70^\circ$  каждый, константная производительность карьера по добыче – 1,57 млн куб. м. Угол наклона рабочей зоны  $\varphi$  задан диапазоном  $5^\circ$ – $20^\circ$  с шагом  $5^\circ$ . Возможные варианты эксплуатации карьера с постоянным эксплуатационным коэффициентом вскрыши заданы в пределах  $\varphi_{\min}$  и  $\varphi_{\max}$ . Для каждого угла наклона рабочего борта, а также объемов добычи и вскрыши (см. таблицу) выведены уравнения, описывающие каждый угол наклона [8].

В представленной таблице угол наклона рабочего борта карьера описан квадратичным уравнением с различными переменными  $X$ . Удобство данного метода заключается в возможности получения на его основе различных типов уравнений в зависимости от степени сложности решаемой задачи [8, 9, 10].

Прямая линия, пересекающая кривые угла наклона рабочего борта карьера, должна располагаться в пределах минимального и максимального значений, исходит из начала координат (для ситуации, когда не учитывается начальный объем горных работ) и стремится к кривой с максимальным значением угла наклона рабочего борта карьера в конечном положении, когда обеспечивается стабильная эксплуатация карьера по вскрыше и добыче с наименьшим значением коэффициента [11, 12, 13]. В точке  $B$  определяется конечный показатель усредняющей линии  $AB$ , и при достижении максимального угла наклона рабочего борта нет необходимости в усреднении эксплуатационного коэффи-

ента вскрыши, последующая разработка карьера будет осуществляться в направлении движения в точку  $C$  при значении  $C$  при  $j = j_{\max}$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным технологическим показателем для анализа режима горных работ является эксплуатационный коэффициент вскрыши, грамотное управление которым обеспечит получение большего экономического эффекта. Рациональная схема разработки месторождения открытым способом будет соответствовать усредненным значениям эксплуатационного коэффициента вскрыши. В ходе исследования были описаны уравнения для каждого угла наклона рабочего борта карьера. По критерию точности, в качестве которого использовался коэффициент детерминации, были получены уравнения для каждого угла. Это позволит моделировать параметры открытых горных работ в зависимости от заданного угла наклона и коэффициента вскрыши. Высокие значения коэффициента детерминации подтверждают, что описанная математическая модель усреднения эксплуатационного коэффициента вскрыши исключает субъективное мнение при подсчете результатов.

## Список литературы

1. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2021 года // Уголь. 2021. № 9. С. 25-36. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-25-36.
2. Tyuleneva T., Moldazhanov M. The Use of Environmental Taxation Instruments in Order to Ensure Sustainable Development of Mining Region // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 174. Article 04061.
3. Loginov E.V., Tyukov P.O. Substantiation of development system parameters taking into account the main dimensions of working equipment used in the development of mineral deposits by open-pit method // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 266. Article 04014.
4. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. М.: Недра, 1970. 320 с.
5. Анистратов Ю.И., Анистратов К.Ю. Проектирование карьеров. М.: НПК «Гемос Лимитед», 2002. 176 с.
6. Билин А.Л. Классификация коэффициентов вскрыши // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 12. С. 52-63.
7. Loginov E.V., Ligotsky D.N., Argimbaev K.R. Averaging the operating stripping ratio for sinking mining systems based on mathematical simulation // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1614. P. 1-6.
8. Investigations of the Material Composition of Iron-containing Tails of the Enrichment of the Mining and Processing

Combines of the Kursk Magnetic Anomaly of Russia International / E.V. Loginov, K.R. Argimbaev, D.N. Ligotsky et al. // Journal of Engineering Transactions A (Basics). 2020. Vol. 33. P. 184-194.

9. Development of innovative architecture of the organizational and economic mechanism for the nature protection management / V.G. Mikhailov, V.A. Karasev, G.S. Mikhailov et al. / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: All-Russian Research-to-Practice Conference "Ecology and Safety in the Technosphere", Yurga, 6–7 march 2017. Yurga: Institute of Physics Publishing, 2017. Article 012008.

10. Tyuleneva T.A. Problems and Prospects of Regional Mining Industry Digitalization / E3S Web of Conferences: 5, Kemerovo, 19–21 october 2020. Kemerovo, 2020. Article 04019.

11. Kolesnikov V.F., Janočko J. On the issue of classification of methods and schemes of quarry fields opening // Journal of Mining and Geotechnical Engineering. 2020. Vol. 2. P. 42-74. DOI: 10.26730/2618-7434-2020-2-42-74.

12. Strelnikov A.V. Typical faces passports for the development of coal-bearing zones of Kuzbass quarry fields with backhoes. Part 1. General provisions // Journal of Mining and Geotechnical Engineering. 2019. Vol. 3. P. 4-20. DOI:10.26730/2618-7434-2019-3-4-20.

13. Strelnikov A.V. Typical faces passports for the development of coal-bearing zones of Kuzbass quarry fields with backhoes. Part 2. Passports of excavators faces // Journal of Mining and Geotechnical Engineering. 2019. Vol. 4. P. 4-29. DOI: 10.26730/2618-7434-2019-4-4-29.

Original Paper

UDC 622.271.3:621.879.3 © E.V. Loginov, T.A. Tyuleneva, 2021  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 6-10  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-6-10>

**Title**  
**CONTROL OF QUARRY PARAMETERS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF HYDRAULIC BACKHOES**

**Authors**  
 Loginov E.V.<sup>1</sup>, Tyuleneva T.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, 199106, Russian Federation  
<sup>2</sup> Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation

**Authors Information**  
**Loginov E.V.**, Phd (Engineering), Senior Lecturer,  
 e-mail: [loginov\\_ev@pers.spmi.ru](mailto:loginov_ev@pers.spmi.ru)  
**Tyuleneva T.A.** Phd (Economic), Associate Professor,  
 e-mail: [krukta@mail.ru](mailto:krukta@mail.ru)

**Abstract**  
 The article describes method to control the operational stripping ratio when hydraulic backhoes are used, based on application of mathematical modeling elements of averaging its value, which ensures high accuracy of the results and excludes the human factor in the calculation. The economic effect from surface mining of mineral deposits largely depends on the degree of rationality in the selection of the mining mode and the solution of the problem to average the operating overburden ratio, which is different in various periods of its operation. At the same time, it is not always possible to find practical recommendations in the specialized literature on the calculation of the average values of stripping ratio and application of the selected mode of open-cast mining, which is often caused by the need to assess changes in the size of the working area during the life of the open pit.

**Keywords**  
 Strip ratio, Hydraulic backhoe, Angle of slope, Parameter modeling, Surface mining.

- References**
1. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Performance of the Russian coal industry in January-June 2021. *Ugol'*, 2021, (9), pp. 25-36. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-25-36.
  2. Tyuleneva T. & Moldazhanov M. The Use of Environmental Taxation Instruments in Order to Ensure Sustainable Development of Mining Region. *E3S Web of Conferences*, 2020, Vol. 174, Article 04061.
  3. Loginov E.V. & Tyukov P.O., Substantiation of development system parameters taking into account the main dimensions of working equipment used in the development of mineral deposits by open-pit method, *E3S Web of Conferences*, 2021, Vol. 266, Article 04014.
  4. Arsentyev A.I. Defining productivity and open-pit boundaries. Moscow, Nedra Publ., 1970, 320 p. (In Russ.).
  5. Anistratov Yu.I. & Anistratov K.Yu. Designing of surface mines. Moscow, NPK GEMOS Ltd., 2002, 176 p. (In Russ.).

6. Bilin A.L. Classification of overburden ratios. *Gornyj informacionno-analiticheskiy búlleten'*, 2014, (12), pp. 52-63. (In Russ.).
7. Loginov E.V., Ligotsky D.N. & Argimbaev K.R. Averaging the operating stripping ratio for sinking mining systems based on mathematical simulation. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, Vol. 1614, pp. 1-6.
8. Loginov E.V., Argimbaev K.R., Ligotsky D.N. et al. Investigations of the Material Composition of Iron-containing Tails of the Enrichment of the Mining and Processing Combines of the Kursk Magnetic Anomaly of Russia International. *Journal of Engineering Transactions A (Basics)*, 2020, (33), pp. 184-194.
9. Mikhailov V.G., Karasev V.A., Mikhailov G.S. et al. Development of innovative architecture of the organizational and economic mechanism for the nature protection management / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: All-Russian Research-to-Practice Conference "Ecology and Safety in the Technosphere", Yurga, 6–7 march 2017. Yurga: Institute of Physics Publishing, 2017, Article 012008.
10. Tyuleneva T.A. Problems and Prospects of Regional Mining Industry Digitalization / E3S Web of Conferences: 5, Kemerovo, 19-21 october 2020. Kemerovo, 2020. Article 04019.
11. Kolesnikov V.F. & Janočko J. On the issue of classification of methods and schemes of quarry fields opening. *Journal of Mining and Geotechnical Engineering*, 2020, (20), pp. 42-74. DOI: 10.26730/2618-7434-2020-2-42-74.
12. Strelnikov A.V. Typical faces passports for the development of coal-bearing zones of Kuzbass quarry fields with backhoes. Part 1. General provisions. *Journal of Mining and Geotechnical Engineering*, 2019, (3), pp. 4-20. DOI:10.26730/2618-7434-2019-3-4-20.
13. Strelnikov A.V. Typical faces passports for the development of coal-bearing zones of Kuzbass quarry fields with backhoes. Part 2. Passports of excavators faces. *Journal of Mining and Geotechnical Engineering*, 2019, (4), pp. 4-29. DOI: 10.26730/2618-7434-2019-4-4-29.

**For citation**  
 Loginov E.V. & Tyuleneva T.A. Control of quarry parameters to improve the efficiency of hydraulic backhoes. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 6-10. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-6-10.

**Paper info**  
 Received October 1, 2021  
 Reviewed October 15, 2021  
 Accepted November 18, 2021

SURFACE MINING



# BELAZ

G-PROFI

РЕКЛАМА



## ЛИНЕЙКА МАСЕЛ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ BELAZ G-Profi ДЛЯ СЕРВИСА

- Сохраняют гарантийное обеспечение техники
- Имеют улучшенные эксплуатационные свойства
- Сопровождаются программой технической поддержки OTS BELAZ
- Позволяют снизить эксплуатационные затраты
- Способствуют увеличению межсервисных интервалов
- Всегда в наличии у представителей ОАО «БЕЛАЗ»

**Качество с гарантией!**

По вопросам приобретения  
обращайтесь к официальному  
представителю **ОАО «БЕЛАЗ»**



8 (4812) 70 21 17  
[www.ptsbelaz.ru](http://www.ptsbelaz.ru)

# Дискретно-событийное моделирование транспортных потоков рудника

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-12-14>

## КОЗЛОВА О.Ю.

Канд. техн. наук,  
доцент кафедры Высшей математики  
и программирования РТУ МИРЭА,  
119454, г. Москва, Россия  
e-mail: kozmaster@mail.ru

*В результате проведения имитационных экспериментов по моделированию плана развития горных работ на подземном руднике было установлено, что одним из узких мест является параметр «Количество вееров за стадию взрыва», который определяет среднее количество вееров, взрывааемых за один раз, оказывающих влияние на эксплуатационную производительность внутришахтного транспорта.*

**Ключевые слова:** дискретно-событийное моделирование, эксперименты, имитационное моделирование, диспетчеризация, транспортные потоки, рудник.

**Для цитирования:** Козлова О.Ю. Дискретно-событийное моделирование транспортных потоков рудника // Уголь. 2021. № 12. С. 12-14. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-12-14.

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение эксплуатационной производительности внутришахтного транспорта посредством оптимизации распределения погрузочно-доставочных машин и шахтных автосамосвалов по пунктам погрузки, максимальный учет стохастического характера погрузочно-транспортных процессов, их описание и оптимизация работы внутришахтного транспорта возможны при использовании имитационного моделирования, которое повышает эффективность диспетчеризации процесса добычи полезного ископаемого и является актуальной задачей.

С этой целью в работе предложена имитационная модель добычи руды в подземном калийном руднике [1]. Главной целью ее создания являлось обеспечение максимальной производительности при заданной последо-

вательности выполнения производственных процессов и операций на основе дискретно-событийного моделирования транспортных потоков подземного рудника. Для реализации дискретно-событийного моделирования транспортных потоков подземного рудника была принята базовая программная среда AnyLogic.

## ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОЙ СРЕДЫ AnyLogic

В основу графической среды создания моделей заложены все возможности современного объектно ориентированного языка Java. При создании модели в AnyLogic создаются иерархически увязанные Java-классы активных объектов моделирования и определяются сложившиеся отношения между ними. Сформированная модель может быть реализована локально либо в режиме «Java» – апплет под управлением браузера. Основной базовой сущностью при этом является активный объект со своей внутренней структурой и технологическим поведением, который, в свою очередь, может быть инкапсулирован как элемент других активных объектов. При этом автоматически определяются структура и связи активного и инкапсулированного объектов. Технологическое поведение, в свою очередь, определяет реакцию активного объекта на комплекс внешних событий – событийную логику его действий с учетом фактора времени.

Функциональная структура AnyLogic может реализовать произвольное число уровней иерархической структуры объекта моделирования и вложенности состояний, что позволяет адекватно отражать структурную и поведенческую стороны иерархии сложных технологических систем.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ

В настоящее время существуют три способа имитационного моделирования сложных динамических технологических систем [2, 3, 4], представленных в AnyLogic, что делает его универсальным в использовании по сравнению с другими инструментами имитационного моделирования.

В качестве интеллектуального агента в AnyLogic понимается объект с функциями внутреннего поведения и возможностью взаимодействия с другими аналогичными агентами, при этом каждый отдельно взятый агент характеризуется неполной и неточной исходной информаци-



ей и наделен ограниченными возможностями для реализации общей задачи, что реализуется посредством явно определенных интерфейсов.

В моделируемой технологической системе подземного рудника выделены два типа производственных процессов:

– непрерывные производственные процессы (транспорт руды по конвейерной линии, наполнение и разгрузка промежуточных бункеров, выемка горной массы комбайнами и др. [5, 6, 7, 8]) – их моделирование осуществляется с помощью дискретно-событийного подхода;

– дискретные производственные процессы (транспортирование руды самоходными вагонами, обслуживание и ремонт горнодобывающей техники, выполнение регламентированных технологических производственных операций и др.) – их моделирование осуществляется посредством агентного и дискретно-событийного подходов.

Данный выбор обусловлен, в первую очередь, необходимостью обеспечения приемлемой скорости реализации и программного обеспечения *AnyLogic*.

Кроме этого следует отметить, что согласно [9] качество и адекватность интерфейса задачам предметной области становятся определяющим параметром выбора программного продукта для компьютерной поддержки конкретной организации. В этой связи в данной работе представляются основные решения по пользовательскому интерфейсу системы имитационного моделирования (СИМ).

## ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследований был принят рудник «Комсомольский», что позволило обеспечить имитационное моделирование технологических процессов необходимыми исходными данными с учетом реальных горно-геологических условий и технико-экономических показателей подземной разработки полезного ископаемого.

Для корректного расчета в модели циклов производственного процесса добычи руды были приняты существующие параметры расписания работы оборудования рудника.

Режим взрывания – один раз в сутки.

Продолжительность цикла взрывных работ с учетом проветривания – 3 ч.

В результате проведения имитационных экспериментов по моделированию плана развития горных работ на шахте «Скалистая» были установлены следующие зависимости (рис. 1, 2, 3).

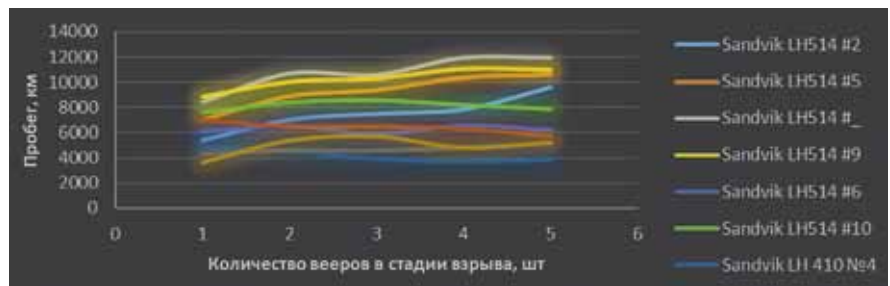


Рис. 1. Зависимость пробега от количества вееров в стадии взрыва

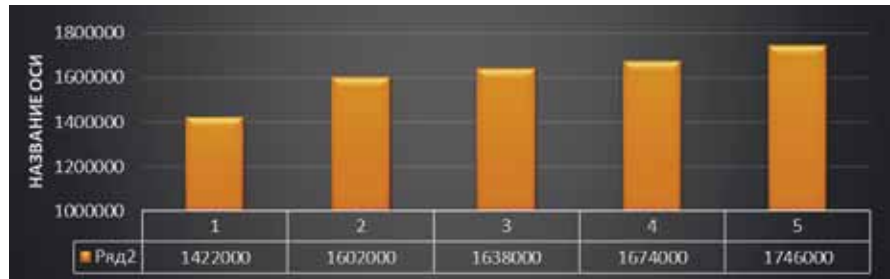


Рис. 2. Зависимость объема добычи от количества вееров

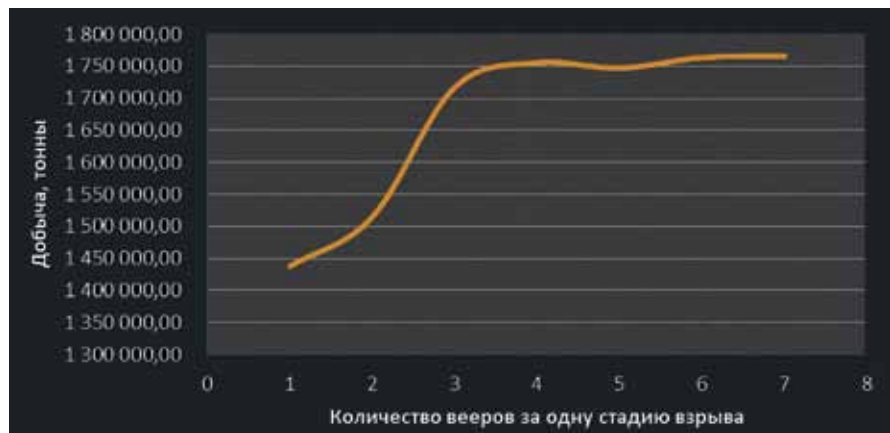


Рис. 3. Зависимость объема добычи от количества взрывааемых вееров

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имитационное моделирование позволило оптимизировать парк самоходного оборудования с учетом различных вариантов изменения объемов добываемого полезного ископаемого, «Количество вееров в стадии взрыва», а также определить их минимально допустимые значения, повышающие риски невыполнения производственного плана.

## Список литературы

1. Черненко В.Е., Малыханов А.А. Дискретно-событийное моделирование горной добычи в подземном калийном руднике / ИММОД-2013. Казань. 16-18 октября 2013.
2. Лавенков В.С. Решение задачи моделирования потоков минерального вещества в горнотехнических системах и его миграции в окружающую среду с использованием среды *AnyLogic* / ИММОД-2017. СПб. 18-20 октября 2017. С. 446-451. URL: <https://www.anylogic.ru/upload/iblock/475/4756ca35541d4786213055aa6c0c0abd.pdf> (дата обращения: 15.11.2021).

3. Егоров С.Г. Анализ, дизайн и оптимизация цепей поставок в программном обеспечении AnyLogistix / ИММОД-2017. СПб. 18-20 октября 2017. С. 374-378. URL: <https://www.anylogic.ru/resources/articles/analiz-dizayn-i-optimizatsiya-tsepey-postavok-v-programmnom-obespechenii-anylogistix/> (дата обращения: 15.11.2021).

4. Борщев А.В. Имитационное моделирование: состояние области на 2015 год, тенденции и прогноз / ИММОД-2015, М., октябрь 2015. URL: <https://www.anylogic.ru/resources/articles/imitatsionnoe-modelirovanie-sostoyanie-oblasti/> (дата обращения: 15.11.2021).

5. Formation of Comprehensive Service System of Belt Conveyor Gearboxes / B. Gerike, Y. Drozdenko, E. Kuzin et al. // E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 41. Art. 03011.

6. Факторы воздействия комбайна при добыче угля на увеличение метаноотдачи массива в рабочее пространство лавы / М.В. Павленко, М.П. Хайдина, Д.А. Кузиев и

др. // Уголь, 2019. № 4. С. 8-11. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-8-11.

7. Вибрационное воздействие через скважины и технология дегазационной подготовки низкопроницаемого угольного пласта / М.В. Павленко, Н.Г. Барнов, Д.А. Кузиев и др. // Уголь. 2020. № 1. С. 36-40. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-1-36-40.

8. Determination of the Rational Number of Cutters on the Outer Cutting Drums of Geokhod / A. Khoreshok, K. Ananiev, A. Ermakov et al. // Acta Montanistica Slovaca. 2020. Vol. 25(1). P. 70–80. DOI: 10.46544/AMS.v25i1.7.

9. Григорьев В.К., Илюшечкин А.С., Овчинников М.А. Оценка качества пользовательского интерфейса на основе ментального времени выполнения пользовательских задач предметной области // Российский технологический журнал. 2019. Т. 7(1). С. 38-47. DOI: 10.32362/2500-316X-2019-7-1-38-47.

#### Original Paper

UDC 622.272(043.3) © O.Yu. Kozlova, 2021

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 12-14

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-12-14>

#### Title

#### DISCRETE-EVENT SIMULATION OF MINE TRAFFIC FLOW

#### Author

Kozlova O.Yu.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MIREA – Russian Technological University, Moscow, 119454, Russian Federation

#### Authors Information

**Kozlova O.Yu.**, PhD (Engineering), Assistant Professor, Department of Higher Mathematics and Programming, e-mail: [kozmaster@mail.ru](mailto:kozmaster@mail.ru)

#### Abstract

As the result of simulations of an underground mine development plan, it was found that one of the bottlenecks is the parameter specified as “the number of fans per blast phase” that determines the average number of fans blasted at a time, which affect the operational efficiency of in-mine transport.

#### Keywords

Discrete-event simulation, Experiments, Simulation modelling; Traffic control, Traffic flows, Mine.

#### References

- Chernenko V.E. & Malykhanov A.A. Discrete-event simulation of mining activities in underground potash mine / IMMOD-2013 Conference, Kazan, October 16-18, 2013.
- Lavenkov V.S. Solving the problem of modelling mineral flows in mining systems and its migration into the environment using the AnyLogic software tool / MMOD-2017 Conference, St. Petersburg, October 18-20, 2017, pp. 446-451. (In Russ.). Available at: <https://www.anylogic.ru/upload/iblock/475/4756ca35541d4786213055aa6c0c0abd.pdf> (accessed: 15.11.2021).
- Yegorov S.G. Supply chain analysis, design and optimization using the AnyLogistix software / MMOD-2017 Conference, St. Petersburg, October 18-20, 2017, pp. 374-378. (In Russ.). Available at: <https://www.anylogic.ru/resources/articles/analiz-dizayn-i-optimizatsiya-tsepey-postavok-v-programmnom-obespechenii-anylogistix/> (accessed: 15.11.2021).
- Borshev A.V. Simulation modeling: state of the field as of 2015, trends and forecasts / MMOD-2015 Conference, Moscow, October 2015. (In Russ.).

Available at: <https://www.anylogic.ru/resources/articles/imitatsionnoe-modelirovanie-sostoyanie-oblasti/> (accessed: 15.11.2021).

5. Gerike B., Drozdenko Y., Kuzin E., Ananyin I. & Kuziev D. Formation of Comprehensive Service System of Belt Conveyor Gearboxes. *E3S Web of Conferences*, 2018, (41), 03011.

6. Pavlenko M.V., Khaidina M.P., Kuziev D.A., Pihorinskiy D. & Muratov A.Z. Impacts of the combine harvester in the production of coal to increase methane recovery array in the workspace lava. *Ugol'*, 2019, (4), pp. 8-11. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-4-8-11.

7. Pavlenko M.V., Barnov N.G., Kuziev D.A., Kenzhabaev K.N. & Monzoev M.V. Vibration impact through wells and the technology of degassing of the preparation of low-permeability coal seam. *Ugol'*, 2020, (1), pp. 36-40. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-1-36-40.

8. Khoreshok A., Ananiev K., Ermakov A., Kuziev D. & Babarykin A. Determination of the Rational Number of Cutters on the Outer Cutting Drums of Geokhod. *Acta Montanistica Slovaca*, 2020, Vol. 25(1), pp. 70–80. DOI: 10.46544/AMS.v25i1.7.

9. Grigoriev V.K., Ilyushechkin A.S. & Ovchinnikov M.A. Quality assessment of a user interface based on the mental time of performing the user tasks of the subject area. *Russian Technological Journal*, 2019, Vol. 7(1), pp. 38-47. (In Russ.). DOI: 10.32362/2500-316X-2019-7-1-38-47.

#### For citation

Kozlova O.Yu. Discrete-event simulation of mine traffic flow. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 12-14. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-12-14.

#### Paper info

Received September 22, 2021

Reviewed October 12, 2021

Accepted November 18, 2021

#### UNDERGROUND MINING

# Повышение надежности безопасной эксплуатации грузоподъемных устройств в шахте

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-15-20>

В статье рассматриваются гидроподъемники в шахте на подвесном монорельсовом транспорте во взаимодействии с тяговым устройством-дизелевозом и монорельсовой балкой, их работа, включая законы механики для подъемного устройства, сооружения (грузоподъемных машин (устройств)). Гидроподъемники в шахте не должны являться грузовой тележкой, транспортным средством как на автомобильном транспорте, так как груз находится под монорельсовыми каретками и гидроподъемниками.

Доказывается, что в действующей схеме подъема и перемещения груза гидроподъемниками на подвесном монорельсовом транспорте в шахтах не верно выбранно расположение центра тяжести груза относительно грузоподъемной силы, что не влияет положительно на поступательное динамическое плоскопараллельное движение качения, построение плана мгновенного центра скорости на движение качения, где происходит движение волочения плюс плужение, происходят пробуксовка рабочих колес, вулканов, обретение тяговой установкой угловой скорости до линии центра тяжести груза, присутствие процесса вспахивания основной плоскости, нерациональные эксплуатационные затраты. В предлагаемом инновационном способе наличие мгновенных центров скоростей и положительное влияние центра тяжести груза и его модулей при предлагаемом способе обвязки, строповки, подъема и перемещении груза более эффективны и безопасны для ведения работ.

**Ключевые слова:** гидроподъемник, строповка, подъем и перемещение груза, мгновенный центр скорости.

**Для цитирования:** Тарасов В.М., Фомин А.И. Повышение надежности безопасной эксплуатации грузоподъемных устройств в шахте // Уголь. 2021. № 12. С. 15-20. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-15-20.

## ВВЕДЕНИЕ

При транспортировке людей и грузов подвесным монорельсовым транспортом в шахтах продолжают происходить аварии, травмы различной степени тяжести в результате падения дизель-гидравлического локомотива на почву горной выработки, динамические удары, вредные выбросы в рудничную атмосферу выхлопных газов значительно выше нормативов, так как дизель-гидравлический локомотив (дизель) работает с перегрузкой двигателя, быстро снашивается поршневая группа, значительные затраты на ремонтные работы, простои из-за частых поломок оборудования.



**ТАРАСОВ В.М.**

Генеральный директор  
ООО «Ривальс Современные  
инновационные технологии»,  
650023, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: rivalisit@yandex.ru



**ФОМИН А.И.**

Доктор техн. наук, профессор  
ведущий научный сотрудник  
АО «НЦ ВостННИИ»,  
650002, г. Кемерово, Россия  
e-mail: fomin-ai@kuzbasscot.ru

Исследованием установлено, что причина деформирования рамы крепления гидромотора состоит в следующем: груз подвешен на два гидроподъемника без учета центра тяжести и расположения грузоподъемной силы гидроподъемников. Центр тяжести располагается между двумя гидроподъемниками, а массу груза распределяют равномерно на четыре, а иногда и на восемь монорельсовых кареток гидроподъемников. Угол между тяговыми цепями гидроподъемника и траверсами составляет 180° и более (рис. 1), что категорически запрещено Правилами стропального дела. Критическим считается угол 120°. При организации технологических работ грузоподъемного устройства (гидроподъемников) на подвесном монорельсовом транспорте в шахте положения Правил стропального дела не учитываются вообще (см. рис. 1).

Рассматривая движение качения в шахте, можно констатировать тот факт, что мгновенный центр скорости (МЦС) отсутствует. При плоскопараллельном движении качения обязательным условием является следующее: груз и центр груза находятся на днище платформы тележки сверху, на верхней параллельной плоскости, которая в свою очередь расположена параллельно основной плоскости. Например, это верхняя плоскость дороги, верхние плоскости





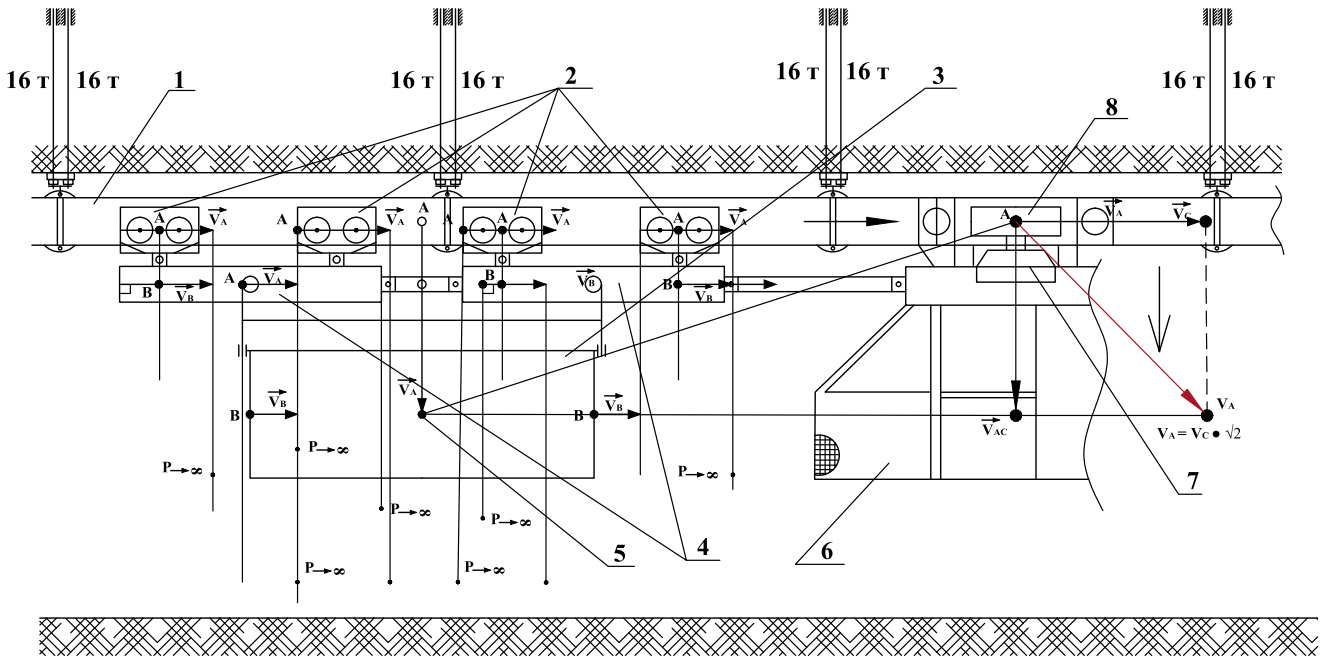


Рис. 4. План определения мгновенного центра скоростей, где МЦС отсутствует, тяговые силы стремятся попасть на линию центра тяжести перевозимого груза: 1 – трасса подвесной монорельсовой балки; 2 – монорельсовые каретки; 3 – груз; 4 – гидроподъемники; 5 – центр тяжести груза; 6 – дизелевоз; 7 – гидродвигатель; 8 – рабочее колесо, вулкан

помощью гидроподъемников и дизелевоза на подвесном монорельсовом транспорте в шахте (рис. 4).

В действующей конструкции гидроподъемников центр тяжести ниже самой монорельсовой балки и ее основных плоскостей. Тяговая сила дизелевоза находится в вертикальной плоскости к основным плоскостям монорельсовой балки. Равнодействующий перпендикулярный вектор  $V_A$  от точки  $A$  соприкосновения силы тяги  $E$  и монорельсовой балки действует вдоль балки по направлению движения вектора скорости  $V$  с откладыванием вектора  $V_A$  до линии поступательного движения центра тяжести груза, который находится под монорельсовой дорогой.

Параллельно вектору  $AB$ , который откладывается от точки соприкосновения роlikоопор монорельсовых кареток и внутренней поверхности нижней полки двутавровой монорельсовой балки, не происходит качение, а происходит движение волочения, что видно на плане определения МЦС (см. рис. 4), лежащей в точке  $P$ , стремящейся к бесконечности, что доказывает отсутствие качения.

Если скорости точек  $A$  и  $B$  плоской фигуры параллельны друг другу и перпендикулярны  $AB$ , то  $AV \cdot BV = V$ , а МЦС в точке  $P$  лежит в бесконечности, так как перпендикуляры к  $AV$  и  $BV$ , проведенные из этих точек, не пересекаются (см. рис. 4). Угловая скорость тела в этот момент времени равна нулю. Такое движение называется мгновенно поступательным, и скорости всех точек фигуры в данный момент времени равны друг другу по модулю и по направлению, но в нашем случае оно не будет являться плоскопараллельным.

На равнодействующих перпендикулярных векторах  $V_A$  и  $V_C$  скорость плужения в точке  $A$  является диагональю квадрата, построенного на взаимно перпендикулярных векторах  $AV_C$  и  $AV_A$ , модули которых равны, следовательно,

$V_{AC} = V_C \sqrt{2}$  – это вектор плужения, а разница между векторами  $V_{AC}$  и  $V_C$  – потеря скорости, соответственно, потеря мощности тяговой силовой установки [1].

Проведенными расчетами установлено, что при подъеме груза на наклонной горной выработке теряется до 55% мощности двигателя на плужение и волочение. В схеме работы (см. рис. 4) присутствует поступательное прямолинейное движение – происходит волочение четырех монорельсовых кареток, в которых на роlikоопорах отсутствует вращение, и двух гидроподъемников, между которыми снизу подвешен груз (не поднят и зафиксирован в пространстве, а подвешен) в двух точках – это на соединительных пальцах, коромыслах и рабочих траверсах, а траверсы стали одним целым с грузом. Так сегодня подвешивают груз в шахтах.

И к ним прикладывается тяговая сила дизелевоза, которая приложена в точках соприкосновения рабочих колес (вулканов) гидродвигателей далеко впереди от груза. При этом груз находится внизу, под дорогой, и МЦС в точке  $P$  отсутствует [1].

Таким образом, при волочении присутствует и плужение, где дизелевоз стремится попасть на одну линию нахождения центра тяжести груза, так, как будто бы груз волочили по почве с помощью любой тяговой установки, где центр тяжести груза и силы тяговой установки находятся на одной линии в одной плоскости [1]. Или плуг с тяговой установкой в одной плоскости, а сам лемех – внизу под этой плоскостью.

Под действием этих сил происходят изгиб балки (рис. 5), отрыв анкерной системы подвеса монорельсовой дороги, поломки стрелочных переводов, колоссальный износ роlikоопор, приводных колес (вулканов), создается аварийная ситуация, увеличивается риск травмирования работников.



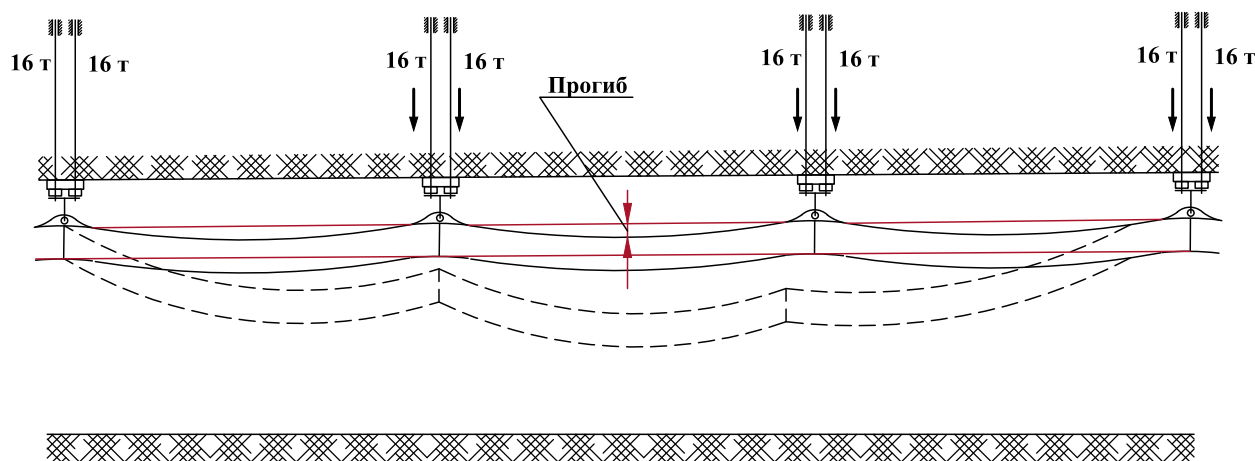


Рис. 5. Отрыв анкерной крепи подвески монорельсовой балки, прогиб, деформация монорельсовой балки, аварийное положение

### ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ СТРОПОВКИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ

Учитывая это, предлагается новый инновационный способ строповки и перемещения грузов [2, 3, 4], где гидроподъемники являются грузоподъемным и несущим органом, а дизелевоз – это тяговая установка и только.

Рассмотрим предлагаемый способ перевозки груза на подвесном монорельсовом транспорте с учетом положения центра тяжести груза, а также наличия МЦС и плоскопараллельного движения твердого тела. Предлагаемый способ строповки груза в горных выработках на подвесном монорельсовом транспорте предполагает наличие одного гидроподъемника – одной единицы перевозимого груза или двух гидроподъемников и двух единиц перевозимого груза.

Построим план МЦС в точках *P* и направления мгновенно поступательного плоскопараллельного движения и рассмотрим воздействие тяговой установки дизелевоза на всю гидроподъемную перемещающую систему, включая сам груз и его центр тяжести (рис. б).

В предлагаемом способе грузоподъемную силу располагают над центром тяжести груза, стропуют в четырех местах с помощью уравнивательных блочков и четырьмя спаренными ветвевыми стропами. Груз поднимают одновременно. Как только груз оторвался от почвы, вся силовая составляющая сконцентрируется в одной точке. При осуществлении подъема на поверхности от этой точки располагали бы четыре стропа одинаковой длины в виде пирамиды и в эту точку приложили бы подъемную силу подъемного крана, расположенную над центром тяжести, но в шахте невозможно пользоваться подъемным краном.

Благодаря модернизации способа строповки груза гидроподъемников с навесным оборудованием по технологии патента [2] осуществляются подъем и перемещение груза в стесненных условиях горной выработки. Переход на высокие критерии надежности системы безопасности и повышения производительности труда позволяет:

- снизить уровень аварийности и травматизма при доставке людей и транспортировке грузов подвесным монорельсовым транспортом в шахтах;

- за счет снижения нагрузки в три раза на монорельсовую балку избежать прогибов монорельсовой балки, отрыва анкеров, анкерного крепления, разрушения крепления горной выработки и негативных последствий динамических ударов;

- исключить интенсивный износ роликоопор, разгрузив в три раза монорельсовые каретки каждого гидроподъемника (монорельсовые грузовые каретки гидроподъемников – основное оборудование подъемного сооружения);

- использовать гидроподъемники как грузоподъемное гидравлическое устройство, грузоподъемное устройство, а не как транспортную тележку. Гидроподъемники при использовании и эксплуатации способа строповки и перемещения груза в горных выработках по патенту [2] с учетом центра тяжести груза и одномоментного подъема грузов дают возможность:

- в 12 раз снизить нагрузку на все механизмы и устройства самих гидроподъемников, строп, траверс, коромысел, крюков;

- увеличить в три раза грузоподъемность и в два раза грузопоток;

- избавиться от вектора плужения;

- обеспечить увеличение мощности дизель-гидравлического локомотива на 41,4% на горизонтальных выработках по прямолинейному движению горной выработки и на 55,2% при подъеме по горной выработке на 15 град.; избежать перегрузок, перегрева и колоссального износа поршневой группы двигателя, динамических ударов, повышенного износа приводных колес (вулколанов), всей гидросистемы дизель-гидравлических локомотивов; увеличить эффективность работы монорельсовой балки (дороги) с грузоподъемными устройствами (гидроподъемниками). Дизель-гидравлический локомотив – тяговый орган, такой же, как лебедка подъемного сооружения;

- произвести плавный поворот по радиусу изгиба монорельса в двух точках монорельсовых кареток, что в результате исключит технические поломки стрелочных переводов;

- экономить средства и время. Годовой экономический эффект на один дизель-гидравлический локомотив и два гидроподъемника по эксплуатационным затратам без учета стоимости монтажа/демонтажа комплексов меха-

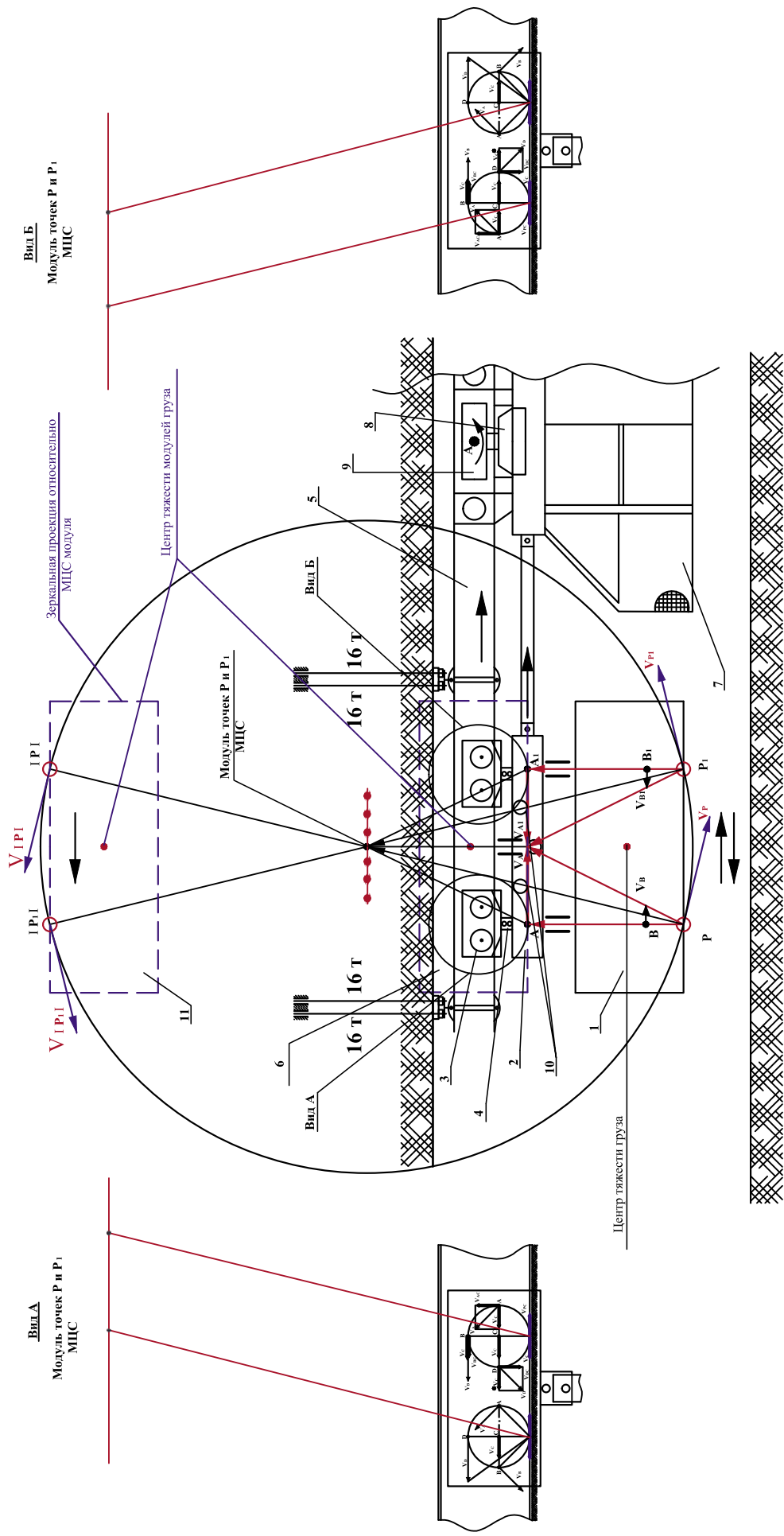


Рис. 6. Определение плана МЦС предлагаемого инновационного способа перевозки груза на подвесном монорельсовом транспорте в шахте, в роликкоопорах качение присутствует, МЦС схемы существует, где 1 – груз; 2 – гидроподъемник; 3 – монорельсовая каретка с роликкоопорами; 4 – сваренный шарнир; 5 – монорельсовая балка; 6 – модуль груза; 7 – дизелевоз; 8 – гидродвигатель; 9 – рабочее колесо, вулкан; 10 – уравнивательные бочки на вспомогательных и рабочей траверсах; 11 – модуль груза; вид А – левая монорельсовая каретка; вид Б – правая монорельсовая каретка

низированной крепи и забойного оборудования и стоимости дизель-гидравлического локомотива составит 19 млн 660 тыс. руб. (эксплуатационные затраты, материальные ресурсы, ГСМ, затраты на СИЗ). Для Кузбасских шахт в год 5,5 млрд руб. – экономия по запчастям, ГСМ. Прибавьте к этому экономию финансовых средств при отсутствии остановок производственных работ, убытков от аварий, травм, простоев, стоимости дизелей, которые приходится закупать гораздо чаще из-за нерационального использования, стоимости монорельсовой балки, которую чаще необходимо ремонтировать, усиливать, а также сумм штрафов, выписываемых контрольно-надзорными органами и другое.

Предлагаемый способ не требует дополнительных конструктивных изменений внутренней конструкции гидравлических подъемников (гидроподъемников, грузоподъемных устройств), дизель-гидравлических локомотивов и монорельсовой балки.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, необходимо кардинально менять организационно-технологическую систему по подъему и перевозке груза в горных выработках на подвесном монорельсовом транспорте, исходя из уменьшения сопротивления при транспортировке груза, используя законы

физики, теоретической механики, стропольного дела, законов качения и плоскопараллельного движения, инновационные технологии.

### Список литературы

1. Клебанов Я.М., Черняховская Л.Б., Шабанов Л.А. Плоскопараллельное движение твердого тела. Самара: СамГТУ, 2008. С. 1-10.

2. Пат. 2333880 РФ. МПК В66С 1/12 (2006.01). Способ строповки грузов в горной выработке / В.М. Тарасов, А.В. Тарасова, Д.В. Тарасов. Патентообладатель Тарасов В.М. № 2007130250/11; заявл. 07.08.2007; опубл. 20.09.2008. Бюл. № 26. 10 с.

3. Пат. 2480396 РФ. МПК В66С 1/12 (2006.01). Монтажно-демонтажный способ строповки и транспортировки лавного конвейера в горной выработке / В.М. Тарасов, А.В. Тарасова, Д.В. Тарасов, Н.И. Тарасова. Патентообладатели Тарасов В.М., Общество с ограниченной ответственностью «Ривальс Современные Инновационные Технологии» (ООО «РивальсСИТ»). № 2011148728/11; заявл. 29.11.2011; опубл. 27.04.2013. Бюл. № 12. 10 с.

4. Модернизация гидроподъемников на подвесном монорельсовом транспорте / Г.Д. Буялич, В.М. Тарасов, Н.И. Тарасова и др. // Биржа интеллектуальной собственности. 2015. № 5. С. 57-64.

Original Paper

UDC 621.86:622.625.6 © V.M. Tarasov, A.I. Fomin, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 15-20  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-15-20>

**Title**  
**ENHANCING THE OPERATIONAL SAFETY OF MINE HOISTING EQUIPMENT**

**Author**  
Tarasov V.M.<sup>1</sup>, Fomin A.I.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Rivals Modern Innovative Technologies LLC, Kemerovo, 650023, Russian Federation  
<sup>2</sup> VostNII Research Center JSC, Kemerovo, 650023, Russian Federation

**Authors Information**  
**Tarasov V.M.**, Director General, e-mail: [rivalsit@yandex.ru](mailto:rivalsit@yandex.ru)  
**Fomin A.I.**, Doctor of Engineering Sciences, Leading Research Associate

**Abstract**  
The article reviews mine hydraulic hoists on suspended monorail in interaction with the diesel locomotive as the traction device and a monorail beam, their operation, including the laws of mechanics for the hoists, the structure (hoisting machines (devices)). The hydraulic hoists in the mine must not be used as a load carriage or a vehicle as in road transportation because the load is located under the monorail carriages and hydraulic hoists. It is proved that in the existing design of load hoisting and hauling using hydraulic hoists on suspended monorail in mines there is no load centre of gravity, which has no positive effect on the progressive dynamic plane-parallel rolling motion, plotting the instantaneous centre of speed for the rolling motion, where there take place dragging and ploughing, slipping of the running wheels and vulcolan, acquisition of angular speed by the traction unit as related to the load centre line, presence of the main plane ploughing process, operating costs. The proposed innovative method of strapping, roping, hoisting and hauling ensures more efficient and safe execution of work due to the presence of instantaneous velocity centers and the positive influence of the center of gravity of the load and its modules.

**Keywords**  
Hydraulic hoist, Roping, Hoisting and materials handling, Instantaneous velocity center.

**References**  
1. Klebanov Ya.M., Chernyakhovskaya L.B. & Shabanov L.A. Plane-parallel motion of a solid body. Samara, Samara State Technical University, 2008, pp. 1-10. (In Russ.).  
2. Tarasov V.M., Tarasova A.V. & Tarasov D.V. Method of loads roping in mining excavations, Pat. 2333880 RF, MPK B66C 1/12 (2006.01), Patent holder: Tarasov V.M., No. 2007130250/11; claim 07.08.2007; publ. 20.09.2008. Bulletin No. 26, 10 p. (In Russ.).  
3. Tarasov V.M., Tarasova A.V., Tarasov D.V. & Tarasova N.I. Assembly and disassembly method of roping and transportation of a longwall conveyor inside a mining excavation, Pat. 2480396 RF, MPK B66C 1/12 (2006.01), Patent holders: Tarasov V.M., Rivals Modern Innovative Technologies LLC, No. 2011148728/11; claim 29.11.2011; publ. 27.04.2013. Bulletin No.12, 10 p. (In Russ.).  
4. Buyalich G.D., Tarasov V.M., Tarasova N.I. et al. Modernization of hydraulic hoists on suspended monorail. *Birzha intellektual'noj sobstvennosti*, 2015, (5), pp. 57-64. (In Russ.).

**For citation**  
Tarasov V.M., Fomin A.I. Enhancing the operational safety of mine hoisting equipment. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 15-20. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2021-12-15-20](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-15-20).

**Paper info**  
Received October 19, 2021  
Reviewed October 24, 2021  
Accepted November 18, 2021

MINING EQUIPMENT

# Проектный подход к совершенствованию производственной деятельности и развитию персонала предприятий ООО «СУЭК-Хакасия»

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-21-27>

Ужесточение конкуренции на рынке энергоносителей, высокая волатильность цен обусловили необходимость поиска новых инструментов обеспечения конкурентоспособности угледобывающих предприятий России, ориентированных на использование внутренних резервов – потенциала сотрудников. Из исследований, проводимых в ООО «СУЭК-Хакасия», следует, что значительные возможности использования потенциала сотрудников для совершенствования производственной деятельности связаны с освоением ими проектных методов реализации улучшений. С одной стороны, проектный подход позволяет выбирать объекты улучшений и фокусировать усилия и способности персонала на обеспечение требуемого состояния этих объектов. С другой стороны, вовлечение персонала в инициирование и реализацию организационно-технологических проектов позволяет ему осваивать новые компетенции, необходимые для эффективной реализации своего функционала в будущем, повышать качество и ценность результатов своего труда.

Применение проектного подхода в ООО «СУЭК-Хакасия» обеспечило во втором полугодии 2020 г. успешную реализацию двенадцати организационно-технологических проектов. Полученный социально-экономический эффект позволяет рассматривать указанный подход как эффективное средство совершенствования производственной деятельности и развития персонала.

**Ключевые слова:** организационно-технологический проект, совершенствование производственной деятельности, потенциал сотрудников, компетенции, экономический эффект, угледобывающее предприятие.

**Для цитирования:** Азев В.А., Гартман А.А., Конакова О.В. Проектный подход к совершенствованию производственной деятельности и развитию персонала предприятий ООО «СУЭК-Хакасия» // Уголь. 2021. № 12. С. 21-27. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-21-27.

## ВВЕДЕНИЕ

Угледобывающее предприятие может быть представлено как цепочка создания ценности производимого им продукта. Создаваемая ценность измеряется как величина выручки, приходящаяся на одного сотрудника предприятия за определенный период времени. Для ведущих мировых угледобывающих предприятий этот показатель



### АЗЕВ В.А.

Доктор техн. наук,  
заместитель  
генерального директора –  
технический директор.  
ООО «СУЭК-Хакасия»,  
655162, г. Черногорск, Россия,  
e-mail: AzevVA@suek.ru



### ГАРТМАН А.А.

Заместитель  
генерального директора  
по производству  
ООО «СУЭК-Хакасия»,  
655162, г. Черногорск, Россия,  
e-mail: GartmanAA@suek.ru



### КОНАКОВА О.В.

Старший преподаватель  
кафедры государственного  
и муниципального управления  
Челябинского государственного  
университета,  
экономист НИИОГР,  
454048, г. Челябинск, Россия,  
e-mail: konakova\_ov@mail.ru

составляет не менее 135 евро/чел.-ч, для отечественных – 50-60 евро/чел.-ч [1, 2, 3]. Такое отставание от зарубежных конкурентов по создаваемой ценности в большей степени обусловлено недостаточно высоким уровнем использования внутренних резервов роста безопасности, эффективности и производительности труда на российских угледобывающих предприятиях [4, 5, 6, 7, 8].

Достижение и поддержание угледобывающими предприятиями конкурентоспособных позиций в складывающихся условиях требуют формирования системы совер-



шенствования производственной деятельности, в которой персонал всех уровней будет вовлечен в инициирование и реализацию улучшений для повышения безопасности, эффективности и производительности своего труда. Для решения этой задачи требуется разработка соответствующего методического инструментария на базе проектного подхода к управлению.

**МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Стратегический ход СУЭК на современном этапе развития компании – вовлечение персонала в инновационную деятельность, обеспечивающую развитие компании, региональных объединений, предприятий и собственное развитие работников [9]. Для повышения ценности персонала в ООО «СУЭК-Хакасия» используется методология проектного управления совершенствованием производственных процессов, суть которой заключается в выборе объектов улучшений и фокусировании усилий и способностей персонала на обеспечение требуемого состояния этих объектов [10, 11, 12, 13, 14].

Основным инструментом реализации выбранного подхода является организационно-технологический проект (оргтехпроект), который представляет собой прототип, прообраз [15] будущего состояния выбранного объекта производственной деятельности. Проект содержит взаимосвязанные общей целью организационно-технологические решения, реализация которых позволяет перевести объект улучшений (подразделение, рабочее место, элемент производственного процесса) на новый этап (уровень) развития, в новое (усовершенствованное) состояние для повышения качества трудовой жизни, безопасности, эффективности и производительности труда [15].

Основными направлениями реализации оргтехпроектов могут быть:

- освоение новых производственных функций (создание уникальных продуктов и услуг);
- достижение новых результатов в рамках существующих производственных функций.

В ООО «СУЭК-Хакасия» на данном этапе освоения проектного подхода к совершенствованию производственной деятельности разрабатываемые оргтехпроекты в основном направлены на достижение новых результатов в рамках существующих производственных функций. Критерием результативности проектов является получение более высоких, по сравнению с устойчиво достигнутыми за последний год, результатов выполнения производственных функций.

Таблица 1

**Матрица выбора организационно-технологических улучшений**

Потери ценности продукции/ источник улучшений	Процессы					Складирование и отвалообразование
	Обеспечение готовности оборудования и энергоснабжение	Буровзрывные работы	Экסקавация горной массы	Транспортирование	Складирование	
Перепроизводство продукции / услуги	Высокая техническая готовность оборудования при отсутствии фронта работ	Опережение графика работ	Замещение более дешевой бестранспортной вскрыши более дорогой автотранспортной вскрышей	Перевыполнение планового грузооборота из-за увеличения фактического расстояния транспортирования	Нарушение проекта формирования угольного склада по объемам или срокам хранения, снижение качества	Нарушение проекта формирования угольного склада по объемам или срокам хранения, снижение качества
Простои оборудования и персонала	Отсутствие фронта ремонтных работ	Отставание от графика работ	Нерегламентированные простои экскаватора в течение смены	Нерегламентированные простои автосамосвала в течение смены	Аварийность горнотранспортного оборудования	Аварийность горнотранспортного оборудования
Брак	Аварийность горнотранспортного оборудования по причине некачественного ремонта	Переизмельчение угля / негабариты на вскрыше	Нарушение паспорта погрузки автосамосвала	Выгрузка угля на складе в несоответствующем месте	Складирование угля на несоответствующий штабель	Складирование угля на несоответствующий штабель
Избыточные перемещения оборудования и персонала	Поиск инструментов, материалов из-за отсутствия подготовки	Нерациональные маршруты переезда / перегона бурстанков	Увеличение количества рабочих забоев относительно планового	Нерациональное трассирование	Нерациональное расстояние работ погрузчика	Нерациональное расстояние работ погрузчика
Перерасход / нерациональное использование ресурсов и аварийность оборудования	Неликвиды товарно-материальных ценностей	Перерасход взрывчатого вещества относительно планового	Избыточное количество вспомогательной техники	Повышение расхода дизельного топлива и запасных частей по причине непрофессиональной эксплуатации оборудования	Избыточное количество часов работы автосамосвалов, бульдозеров, погрузчиков	Избыточное количество часов работы автосамосвалов, бульдозеров, погрузчиков
Несчастные случаи и негативные события	Травмы, инциденты, аварии					
Снижение заинтересованности персонала	Работа «с прохладцей», оппортунистическое поведение, увольнение					



### Выбор организационно-технологических проектов

Для выбора приоритетных организационно-технологических проектов, планируемых к реализации, построена матрица, описывающая наиболее существенные потери ценности продукции (в соответствии с предложенной классификацией) в каждом рабочем процессе предприятия открытого способа добычи угля (табл. 1).

Заполнение каждой ячейки матрицы позволяет определить «точки роста» и резервы, для реализации которых необходимы разработка и осуществление организационно-технологических проектов.

Предложенный подход к выбору оргтехпроектов отличается тем, что в качестве потерь ценности продукции рассматривается и снижение заинтересованности персонала, которое приводит к оттоку высокопрофессиональных кадров из компании. Это влечет за собой последующее снижение производительности и эффективности использования всех видов ресурсов и нарастание рисков реализации негативных событий.

### Организационная структура управления организационно-технологическими проектами

Управление организационно-технологическими проектами осуществляется для организации взаимодействия и координации действий проектных групп (временных творческих коллективов). Методом организации управления оргтехпроектами является формирование управляющего комитета и проектных групп.

Основные функции управляющего комитета:

- выбор оргтехпроектов и подбор руководителей проектных групп;
- координация и текущее взаимодействие сторон, участвующих в процессе разработки и реализации оргтехпроектов, для оперативного решения текущих вопросов;
- учет и контроль хода разработки и реализации оргтехпроектов и их результатов.

Функции руководителей проектных групп:

- формирование проектной группы;
- организация разработки оргтехпроекта и его согласование;
- выполнение и контроль реализации согласованного оргтехпроекта;
- учет результатов реализации оргтехпроекта.

### Организация процесса разработки и реализации организационно-технологических проектов

Во втором полугодии 2020 г. для разработки и реализации оргтехпроектов на предприятиях, входящих в зону ответственности ООО «СУЭК-Хакасия», созданы 12 проектных групп. Минимальный состав проектной группы включает ее руководителя (начальника участка, заместителя начальника участка, мастера, механика) и участника улучшаемого процесса (бригадира, старшего рабочего, рабочего).

Для формирования у персонала компетенций по разработке и реализации организационно-технологических проектов проведено несколько циклов аналитико-моделирующих семинаров. Каждый цикл семинаров включает блок разработки и реализации (рис. 1).

По итогам блока разработки каждая из проектных групп представляет управляющему комитету организационно-технологический проект. Перечень оргтехпроектов, разработанных в ООО «СУЭК-Хакасия», представлен в табл. 2.

В качестве основного метода планирования оргтехпроектов используются разработка и согласование сетевого графика реализации с еженедельным периодом детализации решаемых задач и прогнозом ожидаемых результатов. Пример такого графика представлен в табл. 3.

Основным методом мониторинга состояния и результатов реализации проекта является еженедельный визуализированный учет по принципу «светофора», где зеленый цвет обозначает достижение результатов в запланированные по проекту сроки, желтый – выполнение мероприятий проекта без достижения плановых результатов, красный – невыполнение мероприятий и недостижение плановых результатов, черный – бездействие проектной группы. Пример визуализированного учета результатов представлен на рис. 2.

Еженедельные результаты оцениваются как руководителем проектной группы, так и управляющим комитетом. Такой подход позволяет согласовывать представления всех участников о динамике и возможных рисках при реализации проекта.

Обсуждение предварительных результатов и хода реализации разработанных участниками организационно-технологических проектов осуществляется на еженедельных совещаниях. Итоги каждого совещания по рассмотрению проектов и принятые решения фиксируются в протоколе.

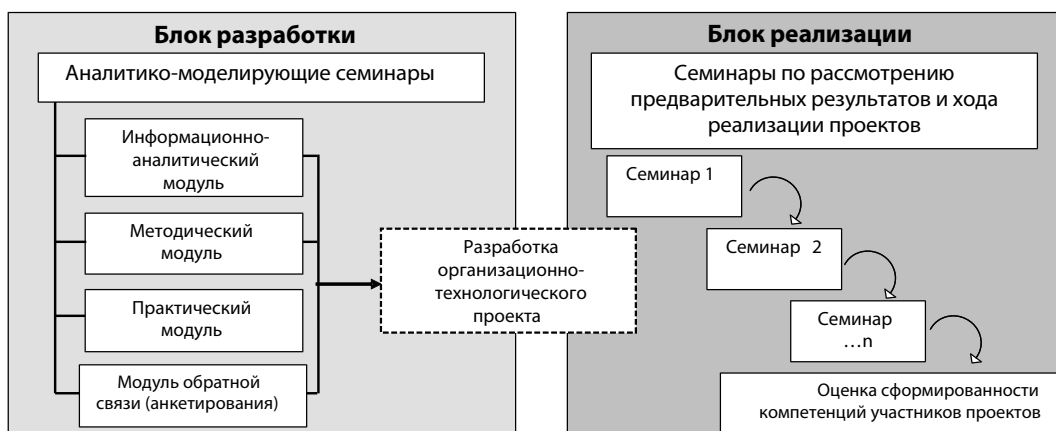


Рис. 1. Схема организации работы на аналитико-моделирующих семинарах

## Сводный перечень разработанных организационно-технологических проектов

Предприятие/ Рабочая группа	Рабочий процесс	Цель проекта
Черногорский разрез	Бульдозерные работы	Повышение среднесменного времени производительной работы тракторно-бульдозерной техники и снижение удельного расхода дизельного топлива
Восточно-Бейский разрез	Транспортирование	Повышение среднесменного времени производительной работы до 8,7 ч
	Бестранспортная вскрыша	Повышение производительности экскаватора ЭШ-10/70 с 275 до 310 тыс. куб. м в месяц
Изыхский разрез	Транспортирование	Повышение среднесменного времени производительной работы на 26%
	Строительство дорог	Сокращение времени аварийных простоев из-за некачественных автодорог
Управление буровзрывных работ	Бурение скважин	Сокращение затрат на ремонт и эксплуатацию бурового оборудования
	Взрывные работы	Сокращение удельных затрат на взрывные работы на разрезе «Абаканский»
Черногорский ремонтно-механический завод	Техническое обслуживание и ремонт экскаваторов	Снижение времени ремонта гидравлических экскаваторов на 50%
	Техническое обслуживание и ремонт автосамосвалов	Снижение времени простоев автосамосвалов после технического обслуживания и ремонта на 10%
Энергоуправление	Управление энергоснабжением	Сокращение времени аварийных простоев горнотранспортного оборудования разреза «Черногорский» до 18 ч в месяц
	Монтаж ЛЭП	Разработка трех технологических карт на проведение электромонтажных работ
	Сборка рециркуляторов воздуха	Сокращение времени сборки очистителя воздуха – рециркулятора типа СХ ОВР-2/15(25)-100 с 15 до 10 ч

Таблица 3

## Пример сетевого графика реализации проекта

Мероприятие / задача	Ответственный за решение	Сроки выполнения																
		Июль	Август				...	Ноябрь				Декабрь						
		Порядковый номер недели месяца																
		4	1	2	3	4		1	2	3	4	1	2	3	4			
Проведение хронометража по сборке очистителя воздуха – рециркулятора типа СХ ОВР-2/15(25)-100 (далее рециркулятора)	..																	
Анализ этапов сборки на предмет сокращения времени на единичные операции	..																	
Внедрение технологии сборки с учетом снижения времени на единичные операции	..			14,5*														
Утверждение новой нормы времени на сборку	..																	
Применение утвержденной нормы при проведении сборки	..					14	...	11,5		11		10,5		10				

\* Прогнозируемая продолжительность сборки очистителя воздуха-рециркулятора

№ п/п	Предприятие	Название проекта	07.08.2020 по мнению руководителя проектной группы	07.08.2020 по мнению управляющего комитета
1	Черногорский разрез	Сокращение холостых пробегов и увеличение производительной работы тракторно-бульдозерного парка на 4,3%		
...	...	...	...	...
12	Энергоуправление	Сокращение времени сборки продукции (очистителя воздуха – рециркулятора типа СХ ОВР-2/15(25)-100) с 15 часов до 10 часов		

- Выполнены планируемые действия, получен планируемый эффект
- Планируемые действия выполнены частично, получена часть результата
- Не выполнены планируемые действия, результат не получен
- Ничего не сделано

Рис. 2. Пример визуализированного учета результатов реализации организационно-технологических проектов ООО «СУЭК-Хакасия»

## Эффекты организационно-технологических проектов

Организационно-технологический проект	Экономический эффект, тыс. руб. в месяц	
	План	Факт
Повышение среднесменного времени производительной работы тракторно-бульдозерной техники и снижение удельного расхода дизельного топлива	412	1189
Повышение среднесменного времени производительной работы автосамосвала	930	310
Повышение производительности экскаватора ЭШ-10/70	2700	143
Повышение среднесменного времени производительной работы автосамосвала	10917	2918
Сокращение времени аварийных простоев на основе повышения качества автодорог	350	171
Сокращение затрат на ремонт и эксплуатацию бурового оборудования	895	1238
Сокращение удельных затрат на взрывные работы	600	-
Снижение продолжительности технического обслуживания и ремонта гидравлических экскаваторов	1049	304
Снижение времени простоев автосамосвалов после проведения технического обслуживания и ремонта	1245	1645
Сокращение времени простоев горнотранспортного оборудования по причине аварийных отказов подстанции	3689	1456
Разработка технологических карт на проведение электромонтажных работ	0,69	0,69
Сокращение времени сборки очистителя воздуха – рециркулятора	208	75
<b>ИТОГО</b>	<b>22996</b>	<b>9448</b>

### СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ОРГТЕХПРОЕКТОВ ВО ВТОРОМ ПОЛУГОДИИ 2020 г.

По итогам реализации проектов среди участников было проведено анкетирование для оценки сформированности компетенций<sup>1</sup> проектного управления. К основным компетенциям, необходимым сотрудникам для разработки и реализации проектов улучшений (оргтехпроектов), следует отнести:

- навык определения и оценки внутрипроизводственных резервов повышения эффективности производства в своей зоне ответственности («оценка резервов роста»);
- способность и навык выявления факторов перерасхода ресурсов («выявление факторов перерасхода»);
- знание и способность адаптировать экономические и инженерно-технологические решения («экономическая и инженерная грамотность»);
- мотивацию к труду и саморазвитию.

Оценка уровня развития указанных выше компетенций представлена на рис. 3. Опрошенные участники (85%) отметили, что могут в будущем самостоятельно разработать организационно-технологические проекты улучшений в своей зоне ответственности, аналогичные тем, которые были реализованы во втором полугодии 2020 г.

Важно, что 100% опрошенных участников отметили рост своей экономической грамотности, 92% – рост инженерной грамотности, 85% обозначили, что в результате разработки и реализации организационно-технологических проектов у них повысилась мотивация к труду и саморазвитию.

Планируемые и фактически полученные эффекты разработанных и реализованных организационно-технологических проектов представлены в табл. 4.

Фактический экономический эффект от реализации разработанных организационно-технологических проектов составил 9448 тыс. рублей в месяц.

Для оценки эффективности проведенной работы рассчитаем производительность труда в рамках проектной деятельности ( $\Pi_{\text{пр}}$ ):

$$\Pi_{\text{пр}} = \frac{\sum \mathcal{E}_{\text{пр}}}{\sum Z_{\text{пр}}},$$

где  $\sum \mathcal{E}_{\text{пр}}$  – суммарный экономический эффект от проектной деятельности, руб.;  $\sum Z_{\text{пр}}$  – суммарные затраты труда на проектную деятельность, чел.-ч.

В проектной деятельности приняли участие 22 человека. Самооценка выявила, что среднестатистический участник проекта затрачивал на его разработку и реализацию в среднем 35 ч ежемесячно в течение полугодия.

Из расчета, с использованием данных табл. 4, следует, что 1 чел.-ч работы над оргтехпроектом позволил получить экономический эффект в сумме 12,3 тыс. руб., или 133 евро (по курсу на ноябрь 2020 г.).

С одной стороны, полученный показатель производительности труда в рамках проектной деятельности сопоставим с показателями зарубежных конкурентов (от 135 евро/чел.-ч) и в 2,2 раза превышает показатели текущей деятельности отечественных угледобывающих предприятий (60 евро/чел.-ч), что свидетельствует о вы-



Рис. 3. Доля участников организационно-технологических проектов, отметивших развитие своих компетенций по направлениям (22 участника, ноябрь 2020 г.)

<sup>1</sup> Мера соответствия результатов профессионального развития персонала задачам, необходимым для участия в проектной деятельности.



Рис. 4. Оценка важности направлений повышения результативности разработки и реализации организационно-технологических проектов в будущем (22 участника проектов, ноябрь 2020 г.)

сокой эффективности организованной проектной деятельности. С другой стороны, полученный эффект составил 41% от потенциального (см. табл. 4), что, безусловно, требует осмысления, дальнейшего анализа и поиска мер по повышению результативности системы управления организационно-технологическими проектами.

По мнению участников проектов (рис. 4), для дальнейшего развития системы организационно-технологических проектов в ООО «СУЭК-Хакасия» целесообразно улучшить механизмы вознаграждения за положительные результаты при реализации улучшений и вовлечения руководителей высшестоящего уровня в процесс разработки и реализации проектов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенной работы выявлено, что применение методологии проектного управления, в основе которой лежат разработка и реализация организационно-технологических проектов, обладает весьма высоким потенциалом для совершенствования производственной деятельности и профессионального развития персонала.

Вовлечение персонала в разработку и последующую реализацию организационно-технологических проектов – это возможность профессионального развития работников на основе формирования компетенций, требуемых для реальных улучшений в зоне их ответственности.

Реализация проектного подхода к улучшениям на предприятиях ООО «СУЭК-Хакасия» позволила получить удельный экономический эффект (производительность труда в рамках проектной деятельности), сопоставимый с аналогичными показателями зарубежных конкурентов и превышающий показатели отечественных угледобывающих предприятий. Это подтверждает эффективность осуществляемой проектной деятельности и открывает перспективы дальнейшего использования полученного опыта в других региональных производственных объединениях и производственных единицах СУЭК.

### Список литературы

1. Агафонов В.В., Ошаров А.В., Захаров С.И. Преобразование организационной структуры угольного разреза как главный фактор повышения его технико-экономической

эффективности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № 6 (Специальный выпуск № 34). 28 с.

2. Hodgson P., Norman F. Australian Coal Industry Competitiveness Assessment / Proceedings of the 18th Coal Operators' Conference, Mining Engineering, University of Wollongong, 8-10 February 2018. P. 8-21.

3. Coal 2020. Analysis and forecast to 2025 // International Energy Agency (IEA). Paris. URL: <https://www.iea.org/reports/coal-2020> (дата обращения: 15.11.2021).

4. Эффективное развитие угледобывающего производственного объединения / А.Б. Килин, В.А. Азев, А.С. Костарев и др. М.: Горная книга, 2019. 280 с.

5. Костарев А.С. Стратегическое планирование инновационного развития угледобывающего производственного объединения. М.: Экономика, 2019. 173 с.

6. Федоров А.В., Великосельский А.В., Лапаева О.А. Обеспечение долговременной жизнеспособности угледобывающего производственного объединения. М.: Горная книга, 2019. 280 с.

7. Галкин В.А., Макаров А.М., Федоров А.В. Организационно-технологические решения – основа роста безопасности и эффективности горного производства // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. 2020. № 1. С. 137-144. DOI: 10.46689/2218-5194-2020-1-1-137-144.

8. Gruenhagen J.H., Parker R. Factors driving or impeding the diffusion and adoption of innovation in mining: A systematic review of the literature // Resources policy. 2020. Vol. 65. Art. 101540. DOI: 10.1016/j.resourpol.2019.101540.

9. Формирование действенного кадрового резерва – стратегический ход СУЭК на современном этапе развития компании / В.Б. Артемьев, С.А. Волков, В.А. Галкин и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 11. (Специальный выпуск № 48). С. 23-29.

10. Frederico G.F. Project Management for Supply Chains 4.0: A conceptual framework proposal based on PMBOK methodology // Operations Management Research. 2021. P. 1-17.

11. Ferrer Romero E.F. Strategic project management: a methodology for sustainable competitive advantage // Revista EAN. 2018. Sp. ed. P. 15-31. DOI: 10.21158/01208160.n0.2018.2016.

12. Project Management Methodologies in the Fourth Technological Revolution / J. Pajares, D. Poza, F. Villafañez



et al. In: Hernández C. (eds) *Advances in Management Engineering. Lecture Notes in Management and Industrial Engineering*. Springer, Cham. 2017. P. 121-144. DOI: 10.1007/978-3-319-55889-9\_7.

13. Jovanovic P., Beric I. Analysis of the available project management methodologies // *Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies*. 2018. Vol. 23(3). P. 1-13. DOI: 10.7595/management.fon.2018.0027.

14. Rasch F.A. *Methodologies In Project Management*. Independently published, 2019. 180 p. DOI: 10.32893/IJBM.2019/AMII.19/11.11.

15. *Новейший философский словарь*. Минск: Интерпрес-сервис. Книжный дом, 2001. 1279 с.

16. Опыт и результаты повышения производительного времени работы подготовительного забоя на шахте «Северная» / А.И. Добровольский, Г.Л. Феофанов, С.Т. Руденко и др. // *Уголь*. 2020. № 8. С. 82-86. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-82-86.

#### Original Paper

UDC 658.51:658.3:331.1 © V.A. Azev, A.A. Gartman, O.V. Konakova, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2021, № 12, pp. 21-27  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-21-27>

#### Title

**PROJECT APPROACH TO ENHANCEMENT OF PRODUCTION ACTIVITY AND STAFF DEVELOPMENT AT SUEK-KHAKASIA LLC**

#### Authors

Azev V.A.<sup>1</sup>, Gartman A.A.<sup>1</sup>, Konakova O.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>“SUEK-Khakassia” LLC, Chernogorsk, 655162, Russian Federation

<sup>2</sup>Chelyabinsk State University, Institute of efficiency and safety of mining production (“NIOGR” LLC), Chelyabinsk, 454048, Russian Federation

#### Authors Information

**Azev V.A.**, Doctor of Engineering Sciences, Deputy General Director – Technical Director, e-mail: [AzevVA@suek.ru](mailto:AzevVA@suek.ru)

**Gartman A.A.**, Deputy General Director for Production, e-mail: [GartmanAA@suek.ru](mailto:GartmanAA@suek.ru)

**Konakova O.V.** Senior teacher of the Department of State and Municipal Administration, Economist, e-mail: [konakova\\_ov@mail.ru](mailto:konakova_ov@mail.ru)

#### Abstract

Tougher competition in the energy market, high price volatility have stipulated the need to find new tools to ensure the competitiveness of the Russian coal mining companies, that are focused on utilizing internal resources, i.e. the potential of the company's staff.

Research carried out at SUEK-Khakasia LLC shows that a considerable amount of opportunities to use employees' potential for enhancement of production activity are related to their mastering of project methods for improvement implementation.

On the one hand, the project approach allows to select the targets for improvement and to focus efforts and abilities of the staff on ensuring the required condition of these targets. On the other hand, involvement of personnel in initiation and implementation of organizational and technological projects helps them to master new competences that are required for their efficient performance in the future and to increase the quality and value of their work results. Application of the project approach at SUEK-Khakasia LLC ensured successful execution of twelve organizational and technological projects in the second half of 2020. The resulting social and economic effects allow us to consider this approach as an effective means of improving production activities and personnel development.

#### Keywords

Organizational and technological project, Enhancement of production activity, Staff potential, Competencies, Economic effect, Coal mining company.

#### References

- Agafonov V.V., Osharov A.V. & Zakharov S.I. Transformation of coal strip mine organizational structure as the main factor to increase its technical and economic efficiency. *Gornyj informacionno-analiticheskij bulletin'*, 2018, (6), (Special Issue No.34), 28 p. (in Russ.).
- Hodgson P. & Norman F. Australian Coal Industry Competitiveness Assessment / Proceedings of the 18th Coal Operators' Conference, Mining Engineering, University of Wollongong, 8-10 February 2018, pp. 8-21.
- Coal 2020. Analysis and forecast to 2025. *International Energy Agency (IEA)*. Paris. URL: <https://www.iea.org/reports/coal-2020> (accessed 15.11.2021).
- Kilin A.B., Azev V.A., Kostarev A.S. et al. Effective development of coal-mining production association. Moscow, Gornaya Kniga Publ., 2019, 280 p. (In Russ.).
- Kostarev A.S. Strategic planning of innovative development of coal-mining production association. Moscow, Ekonomika Publ., 2019, 173 p. (In Russ.).

6. Fedorov A.V., Velikoselsky A.V. & Lapaeva O.A. Ensuring long-term viability of coal mining production association. Moscow, Gornaya Kniga Publ., 2019, 280 p. (In Russ.).

7. Galkin V.A., Makarov A.M. & Fedorov A.V. Organizational and technological solutions as the basis for enhancing the safety and efficiency of mining operations. *Izvestiâ Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta, Nauki o Zemle*, 2020, (1), pp. 137-144. (In Russ.). DOI: 10.46689/2218-5194-2020-1-1-137-144.

8. Gruenhagen J.H. & Parker R. Factors driving or impeding the diffusion and adoption of innovation in mining: A systematic review of the literature. *Resources policy*, 2020, Vol. 65, Art. 101540. DOI: 10.1016/j.resourpol.2019.101540.

9. Artemyev V.B., Volkov S.A., Galkin V.A. et al. Creation of efficient talent pool: strategic step of SUEK at the current stage of the company development. *Gornyj informacionno-analiticheskij bulletin'*, 2018, (11), (Special Issue No. 48), pp. 23-29. (In Russ.). Available at: <http://doi.org/10.25018/0236-1493-2018-11-48-23-29> (accessed: 15.11.2021).

10. Frederico G.F. Project Management for Supply Chains 4.0: A conceptual framework proposal based on PMBOK methodology // *Operations Management Research*. 2021. P. 1-17.

11. Ferrer Romero E.F. Strategic project management: a methodology for sustainable competitive advantage // *Revista EAN*. 2018. Sp. ed. P. 15-31. DOI: 10.21158/01208160.n0.2018.2016.

12. Project Management Methodologies in the Fourth Technological Revolution / J. Pajares, D. Poza, F. Villafañez et al. In: Hernández C. (eds) *Advances in Management Engineering. Lecture Notes in Management and Industrial Engineering*. Springer, Cham. 2017. P. 121-144. DOI: 10.1007/978-3-319-55889-9\_7.

13. Jovanovic P., Beric I. Analysis of the available project management methodologies // *Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies*. 2018. Vol. 23(3). P. 1-13. DOI: 10.7595/management.fon.2018.0027.

14. Rasch F.A. *Methodologies In Project Management*. Independently published, 2019. 180 p. DOI: 10.32893/IJBM.2019/AMII.19/11.11.

15. *The Newest Dictionary of Philosophy*. Minsk, Interpress Service Book House, 2001, 1279 p. (In Russ.).

16. Dobrovolsky A.I., Feofanov G.L., Rudenko S.T. et al. Experience and results of increasing productive time of development face at Severnaya mine. *Ugol*, 2020, (8), pp. 82-86. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2020-8-82-86>

#### For citation

Azev V.A., Gartman A.A. & Konakova O.V. Project approach to enhancement of production activity and staff development at SUEK-Khakasia LLC. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 21-27. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-21-27.

#### Paper info

Received October 12, 2021

Reviewed October 24, 2021

Accepted November 18, 2021

#### PRODUCTION SETUP

# Система поддержки принятия решений в оценке экономической эффективности угледобывающей отрасли с учетом экологических ограничений\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-28-33>

## МЕДВЕДЕВ А.В.

Доктор физ.-мат. наук, профессор  
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: pev.vtit@kuzstu.ru

## ПРОКОПЕНКО Е.В.

Канд. физ.-мат. наук, доцент,  
начальник учебно-методического управления  
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,  
650000, г. Кемерово, Россия

## КИСЛЯКОВ И.М.

Старший преподаватель  
кафедры вычислительной техники  
и информационных технологий  
Кемеровского института (филиала)  
РЭУ им. Г.В. Плеханова,  
650992, г. Кемерово, Россия

В работе рассматриваются вопросы разработки и применения системы поддержки принятия управленческих решений (СППР) в угледобывающей отрасли региона с учетом влияния на ее экономическую эффективность экологических факторов и ограничений. Предложен системный подход к управлению процессами организации взаимодействия регионального управляющего центра и производителей угля, заключающийся в использовании многокритериальной математической модели эколого-экономической привлекательности угледобывающей отрасли региона, алгоритмов ее анализа и автоматизированной информационно-аналитической системы, позволяющей конечному пользователю – региональному инвестиционному и экологическому аналитику – вырабатывать рациональные управленческие решения в данной области. С использованием автоматизированной информационно-аналитической системы заносится входная информация, на основе ее обработки аналитик получает значения оптимальных объемов инвестиций, производства продукции и финансирования отрасли, а также пороговые значения коэффициента экологического платежа, ориентирующие производителя, в течение оговоренного срока, на использование наилучших доступных технологий, минимизирующих вред окружающей природной среде. Представлены полученные на основе автоматизированного анализа модельных данных результаты вычислительных экспериментов по оценке экономической эффективности проектов угледобывающей отрасли, пороговые значения коэффициента экологического платежа и некоторые рекомендации по практическому использованию представленного инструментария, которые позволяют принимать эффективные с точки зрения участников проекта, равновесные по Парето решения эколого-экономического характера, в том числе по определению минимально допустимого (критического) по отрасли уровня рентабельности производства.

**Ключевые слова:** экономический потенциал угледобывающей отрасли, оптимизационная двухкритериальная экономико-математическая модель, система поддержки принятия решений, эколого-экономическая привлекательность региона.

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2021 138/3).

**Для цитирования:** Медведев А.В., Прокопенко Е.В., Кисляков И.М. Система поддержки принятия решений в оценке экономической эффективности угледобывающей отрасли с учетом экологических ограничений // Уголь. 2021. № 12. С. 28-33. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-28-33.

## ВВЕДЕНИЕ

Эколого-экономическое развитие любого (в особенности густонаселенного) региона в современный период определяется эффективным использованием совокупности разноплановых конкурентных преимуществ – наличия природных, трудовых ресурсов, их местоположения, сложившихся условий производства продукции и взаимодействия экономических агентов в регионе – производителя угля и управляющего центра региона – с учетом особого фактора региональной экологической безопасности. Особенно актуальна данная проблема для ресурсных регионов, основой стратегии развития которых является добыча углеводородного сырья, как правило, сопряженная с негативным воздействием на окружающую природную среду. В частности, это касается и Кемеровской области, руководством которой была представлена долгосрочная, приоритетная программа развития угольной промышленности региона с акцентом на охрану природы, экологичность и инновационность [1]. Развитие угледобывающей отрасли региона неизбежно влечет ряд проблем экологического характера, требующих использования новейших технологий, обеспечивающих максимально эффективную добычу и переработку угля с возможной минимизацией выбросов вредных веществ и нарушения территории. В этой связи эколого-экономический анализ и разработка инструментов поддержки принятия решений при управлении ресурсным регионом являются актуальной и сложной системно-аналитической задачей, требующей усилий многих специалистов – теоретиков и практиков – в области математического моделирования, статистики, экономики, экологии, социологии и пр.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящее время опубликовано значительное количество научных трудов [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12] на тему моделирования отраслевых и региональных социо-эколого-экономических систем (СЭЭС), учитывающих влияние экологических аспектов их развития. Для моделирования развития СЭЭС используются различные математические подходы, включая оптимизационный [3, 7, 8], агент-ориентированный [2, 10, 11, 12], на основе аппарата орграфов [5], нечеткой логики [6] и другие, описывающие проблемы функционирования и оценки эколого-экономической эффективности указанных СЭЭС с позиций системного анализа.

В данной работе также предлагается использование системного подхода, основанного на решении двухкритериальной задачи линейной оптимизации, допускающей свой эффективный численный анализ, а также разработку ориентированных на конечного пользователя – эколога, экономиста-аналитика – автоматизированных комплексов обработки эколого-экономической информации регионального уровня. Особенностью данно-

го подхода является попытка его применения к ситуации управления эколого-экономическим взаимодействием (ЭЭ-взаимодействием) экономических агентов (налоговый центр, производитель, социум) в регионе, имеющей гипотетический характер, так как в настоящее время, на практике, такое взаимодействие строится на основе сложившихся правил, в основе которых лежит принятие управленческих решений, опирающихся на отчетные показатели уже действующего производства и порождаемых им загрязнений. По нашему глубокому убеждению, эти правила не способствуют достижению целей сбалансированности ЭЭ-взаимодействия региональных властей и производителя, и их сохранение не позволит решить экологические проблемы территорий по причинам, связанным с особенностями реализации учетной политики предприятий угледобывающей отрасли. В этой связи выдвигается концептуальное положение о том, что правила ЭЭ-взаимодействия в регионе должны учитывать «на берегу» потенциально возможные загрязнения, определяемые (как правило, прямо пропорционально) планируемыми объемами производства, то есть путем предварительного выявления экономического потенциала производителя. Для реализации подхода выбраны способная оценить экономический потенциал угледобывающей отрасли региона оптимизационная математическая модель эколого-инвестиционной привлекательности СЭЭС, представленная в работе [8], алгоритмы эколого-экономического взаимодействия управляющего центра и производителя в регионе [10], а также программный комплекс [13].

Математическая модель [8] представляет собой двухкритериальную линейную задачу оптимизации, описывающую взаимодействие производителя (угледобывающая отрасль с основной функцией добычи и продажи угля) и управляющего центра (с основной функцией сбора налоговых поступлений от предприятий угледобывающей отрасли) региона, косвенно, через эколого-экономические ограничения, учитывающего интересы проживающего и работающего на территории социума. Входная информация содержит характеристики производственных активов, производимой продукции, методов финансирования и налогообложения, а также внешней рыночной среды для угледобывающей отрасли. Для указанной задачи разработаны эффективные численные методы ее анализа (например, симплекс-метод Дж. Данцига), а программный комплекс [13] представляет собой автоматизированную систему многокритериального, многопараметрического анализа рассматриваемой задачи с удобными возможностями внесения, контроля и структурирования входной информации, с графоаналитическими и геовизуальными возможностями представления выходной информации, а также аккумуляции результатов проведенного анализа.

Предположим сначала, что в СЭЭС (угледобывающая отрасль и управляющий центр региона) производится (добывается и продается) единственный вид продукции – уголь с осредненными его качественными характеристиками и используется единственный комплект производственных активов (шахт и/или разрезов) со средневзвешенными значениями стоимости, производительности и срока полезного использования. Для модельной оценки эколого-



экономической эффективности угледобывающей отрасли некоторого ресурсного региона будем параметрически задавать входные данные, приближенно характеризующие отраслевые показатели производственных активов (стоимость, производительность, срок полезного использования), продукции (цена единицы, стоимостная оценка спроса), финансового (ставка дисконтирования потоков, максимальный уровень финансирования в форме инвестиций, кредитов, дотаций) и рыночного (горизонт планирования, ставка инфляции, доля рынка продукции) окружения, экологические ограничения (удельные выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) и их предельно допустимые значения). Далее с использованием комплекса [13] осуществляется многопараметрический инвестиционный, производственный, финансовый анализ эколого-экономического проекта функционирования угледобывающей отрасли, эколого-экономическая эффективность (ЭЭ-эффективность) которого определяется инвестиционно-производственными ограничениями, а также ограничениями экологического (на предельно допустимый объем выбросов) и эколого-экономического (на прибыль, путем наложения экологических штрафов, пропорциональных определяемым в модели оптимальным объемам производства) характера. Многопараметрический анализ дополняется двухкритериальным Парето-анализом путем построения и исследования Парето-множеств задачи. Такой анализ позволяет, с использованием алгоритмов работы [9], определять диапазоны коэффициента экологического платежа (КЭП), ориентированные на решение различных задач управления ЭЭ-взаимодействием участников проекта. В частности, принимающее решения лицо может определять пороговые значения КЭП, «вынуждающие» производителя использовать наилучшие доступные технологии (НДТ) производства продукции, минимизирующие негативное воздействие на окружающую природную среду (НВОПС), а также такие значения КЭП, при которых проект становится невыгодным для производителя, и другие задачи ЭЭ-взаимодействия. Отметим, что изложенная постановка задачи, с использованием описанного аналитического инструментария, может быть обобщена на производство в

регионе  $n$  видов продукции, в частности, добычу угля различными способами (шахта, разрез) с учетом инновационных методов [14], территориальных особенностей управления отраслью с точки зрения производителя и уровня регионального управления (например, в сфере регионального управления отраслью в целом или взаимодействия крупной компании с региональными и муниципальными властями по решению задач социально-экономического развития территории).

Используем описанный подход и соответствующий ему аналитический инструментарий для оценки эколого-экономической эффективности угледобывающей отрасли Кузбасса. В таблице в соответствии с данными работы [14] приведены агрегированные характеристики (производственных активов, продукции, финансового и рыночного окружения проекта развития) угледобывающей отрасли.

Оценку экологических параметров (см. таблицу) – удельных выбросов загрязняющих веществ (единиц ЗВ на тонну добытого угля) и их предельно допустимых значений (единиц ЗВ на человека) – авторы получили из открытых источников [15].

Расчеты, проведенные с помощью комплекса [13], позволили, в частности, получить следующие, экономически непротиворечивые, результаты.

На рис. 1 представлены зависимости NPV проекта по производству угля в угледобывающей отрасли от горизонта планирования  $T_0$ , при варьировании показателя  $V_1$  – производительности комплекта производственных активов.

Анализ рис. 1 позволяет руководителям предприятий (инвесторам, другим ЛПП) получить полезную информацию об исследуемом проекте развития угледобывающей отрасли региона. В частности, выявляются жизненный цикл, оптимальные моменты реинвестиций и горизонт планирования. Визуально также определяется информация об абсолютных значениях NPV проекта, его периоде окупаемости. Варьирование других параметров проекта (цена единицы продукции, оценочный стоимостный спрос на продукцию, коэффициенты трудо- и материальных затрат, ставка дисконтирования и другие) позволяет аналитику отвечать на многочисленные вопро-

**Входные характеристики производственных активов (ПА), продукции и внешней, рыночной среды угледобывающей отрасли Кузбасса**

Показатель	Значение показателя
Количество видов продукции, $n$ , шт	1
Стоимость комплекта ПА $k$ -го вида, $c_k$ , млрд руб. / ед. ПА	100
Срок службы комплекта ПА, $T_k$ , экономический цикл	20
Производительность комплекта ПА, $V_k$ , млн т / ед. ПА	250
Цена единицы продукции, $P_k$ , тыс. руб. / ед. продукции	2,1
Совокупный стоимостной спрос на продукцию, $q_k$ , млрд руб.	700
Коэффициент трудозатрат, $\beta$ , % / 100	0,223
Коэффициент оборотных затрат, $p$ , % / 100	0,24
Ставка дисконтирования, $r$ , % / 100	0,2
Горизонт планирования, $T_0$ , экономический цикл	10
Удельный выброс ЗВ на единицу продукции, тонн ЗВ на тонну продукции	0,0044
Предельно допустимые выбросы (ПДВ), тонн ЗВ на человека	0,5

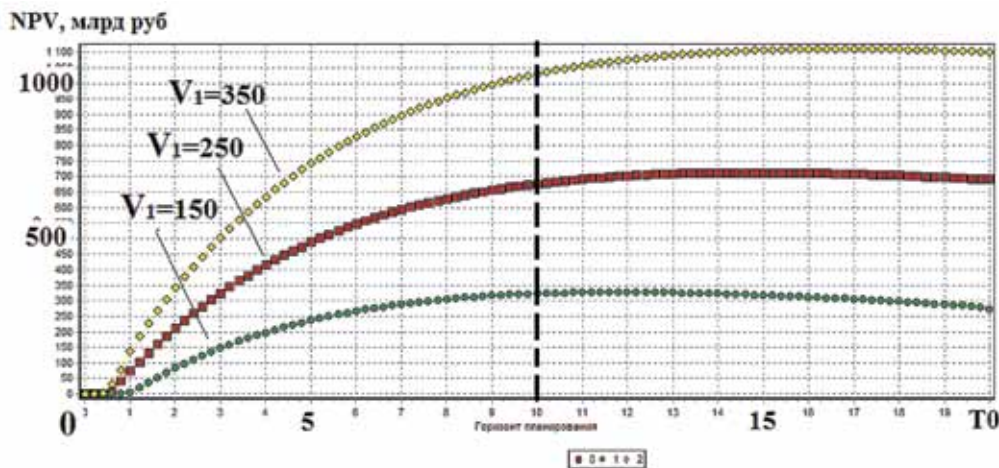


Рис. 1. Зависимости  $NPV(T_0)$ , при варьировании  $V_1 = 150, 250, 350$  млн т

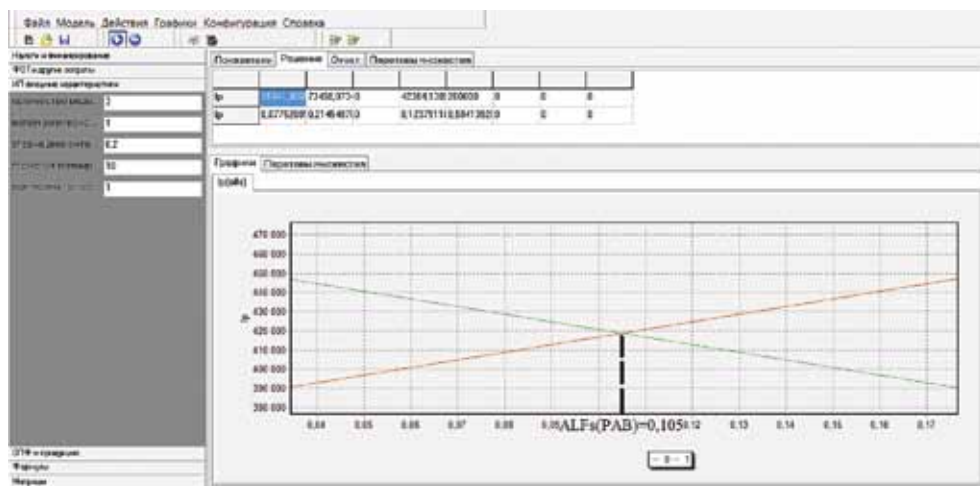


Рис. 2. Пример графического определения  $\alpha_s^{PAB}$  в точке пересечения графиков свертки критериев при  $\mu = 0$  и  $\mu = 1$

сы, связанные с оптимальными объемами инвестирования и производства продукции, финансирования проектов (использования финансового рычага и тому подобного), экологическими характеристиками производства и многие другие вопросы. На рис. 2 представлены зависимости значений выпуклой линейной свертки  $J = \mu J_1 + (1 - \mu) J_2$  критериев  $J_1$  производителя и  $J_2$  регио-

нального центра при варьировании параметра  $\mu \in [0; 1]$ , а также результат автоматизированной процедуры нахождения равновесного значения  $\alpha_s^{PAB}$  КЭП как абсциссы точки пересечения графиков зависимостей добавленной стоимости от  $\alpha_s$ , при  $\mu = 0$  и  $\mu = 1$ .

На рис. 3 изображены критериальные (по критериям  $J_1$  и  $J_2$ ) Парето-множества задачи, построенные в зависи-

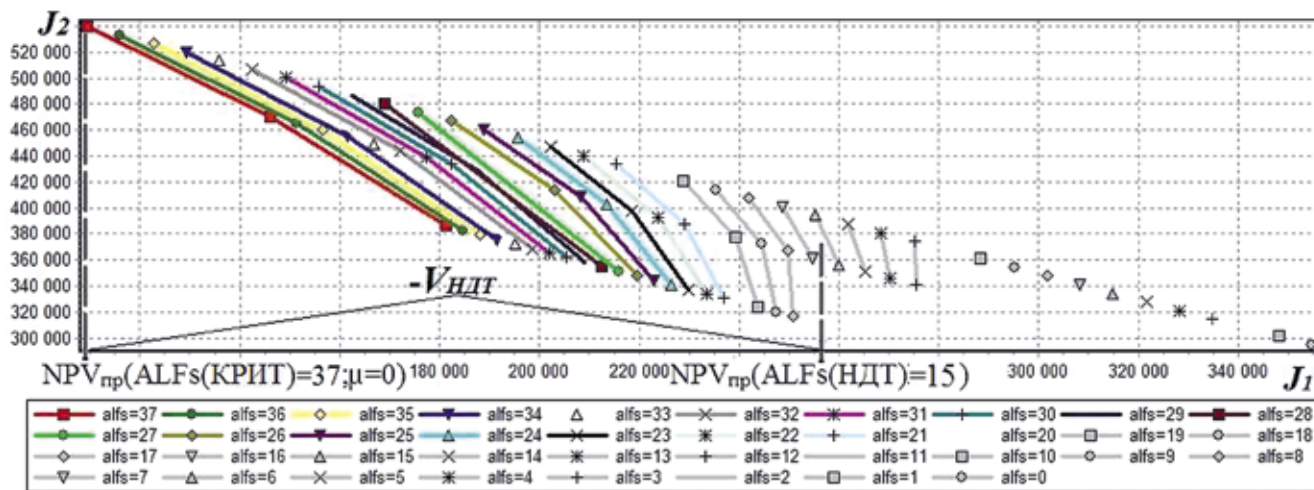


Рис. 3. Пример графического определения  $\alpha_s^{НДТ}$

мости от значений параметра  $\alpha_s$  в некотором, определяемом характеристиками исследуемого проекта, диапазоне  $\alpha_s \in [0; 37]$ , где значение  $\alpha_s \approx 37$  определяется как некоторое критическое значение, при котором производитель полностью теряет экономический интерес к проекту, например, в связи с его нерентабельностью.

Производитель и управляющий центр, в результате предварительных переговоров, могут, с учетом обоюдно приемлемых значений своих критериев, оговорить возможность отсрочки установки НДТ, например с учетом информации о стоимости этой установки ( $V_{\text{НДТ}}$ , см. рис. 3). В этом случае, по рис. 3, определяется соответствующее уменьшенное значение КЭП  $\alpha_s^{\text{НДТ}}$ . Как следует из рис. 3, при ориентировочном значении –  $V_{\text{НДТ}} \approx 257 - 112 = 145$  млн д.е. скидка значения  $\alpha_s^{\text{НДТ}}$  составляет приблизительно 60% от максимально возможного значения (с 37 до 15).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование предложенного аналитического инструментария дает возможность аналитику и принимающему решению лицу осуществлять оперативную оценку экономической эффективности проектов в угледобывающей отрасли региона, определять Парето-оптимальные характеристики этих проектов (показатели эффективности, объемы инвестиций, производства продукции, финансирования), пороговые значения коэффициента экологического платежа, ориентированные на использование производителем наилучших доступных технологий в течение оговоренного срока. Применение программного комплекса [13] позволяет также визуализировать местоположение и плотность источников загрязнений (шахты, разрезы, тепловые электростанции и другое), и дает возможность принятия обоснованных управленческих решений в условиях ситуационных центров их оперативной, экспертной поддержки [16]. Таким образом, рассмотренные вопросы применения аналитического и численного инструментария (моделей, методов и алгоритмов, автоматизированных программных комплексов) для оценки эффективности функционирования угледобывающей отрасли, а также правила взаимодействия экономических агентов региона с учетом влияния экологических ограничений позволяют рассчитывать на эффективность применения предлагаемой системы поддержки принятия управленческих решений.

### Список литературы

1. Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области на период до 2035 года [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/550305101> (дата обращения: 15.11.2021).
2. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. Агент-ориентированная социо-эколого-экономическая модель региона // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. № 3 (288). С. 2-11.
3. Гурман В.И., Матвеев Г.А., Трушкова Е.А. Социо-эколого-экономическая модель региона в параллельных вычислениях // Управление большими системами: сборник трудов. 2011. № 32. С. 109-130.

4. Зуев В.Е. Влияние экологических факторов на социально-экономическое развитие // Фундаментальные исследования. 2013. № 1-3. С. 812-817.

5. Использование ориентированных графов в процессах управления эколого-экономической деятельностью / Т.В. Киселева, В.Г. Михайлов, А.А. Ивушкин и др. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2020. № 36. С. 214-231.

6. Рогачев А.Ф., Шевченко А.А., Кузьмин В.А. Оценка эколого-экономической безопасности промышленных предприятий методами нечеткой логики // Труды СПИИРАН. 2013. № 7. С. 77-87.

7. Опыт построения и использования межотраслевых региональных моделей эколого-экономического развития / А.О. Баранов, В.Н. Павлов, Т.О. Тагаева и др. // Мир экономики и управления. 2020. Т. 20. № 3. С. 27-47. DOI: 10.25205/2542-0429-2020-20-3-27-47.

8. Кисляков И.М., Медведев А.В. Математическая модель эколого-инвестиционной привлекательности региона // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 9. С. 51-55.

9. Кисляков И.М., Медведев А.В. Алгоритмы взаимодействия производителя и управляющего центра при эколого-экономическом развитии региона // Фундаментальные исследования. 2018. № 8. С. 66-72.

10. Agent-Based Simulation Modeling for Regional Ecological-Economic Systems. A case study of the Republic of Armenia / L.A. Beklaryan, A.S. Akopov, A.L. Beklaryan et al. // Machine Learning and Data Analysis. 2016. Vol. 2. Is. 1. P. 104-115.

11. Rogge N., De Jaeger S., Lavigne C. Waste Performance of NUTS 2-regions in the EU: A Conditional Directional Distance Benefit-of-the-Doubt Model // Ecological Economics. 2017. Vol. 139. P. 19-32.

12. Wolf S., Schütze F., Jaeger C.C. Balance or synergies between environment and economy – a note on model structures // Sustainability. 2016. Vol. 8(8). Article 761. DOI:10.3390/su8080761.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014612483, РФ. Автоматизированный программный комплекс определения экологических штрафов предприятия: № 2013660235: заявл. 07.11.2013 / А.В. Медведев, И.М. Кисляков. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016660247, РФ. Оптимизационная информационно-аналитическая система для оценки эффективности эколого-экономических проектов предприятия: № 2016617464: заявл. 13.07.2016: опубл. 09.09.2016 / Д.А. Кацуро, И.М. Кисляков, А.В. Медведев и др. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018617155, РФ. Генерализатор и компоновщик программного обеспечения поддержки принятия решений в ситуационных центрах социально-экономического развития: № 2018615787: заявл. 22.05.2018: опубл. 19.06.2018 / А.В. Медведев, М.Н. Рослов, А.С. Ухов.

14. Медведев А.В., Никитенко С.М., Месяц М.А. Инновационное развитие угледобывающей отрасли региона: моделирование и предварительный анализ // Уголь. 2019. № 11. С. 43-47. DOI:10.18796/0041-5790-2019-11-43-47.



15. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2018 году. Администрация Кемеровской области: департамент природных ресурсов и экологии. URL: <http://gosdoklad.kuzbassesso.ru/> (дата обращения: 15.11.2021).

16. Медведев А.В., Рапп Е.Ю., Шушарин И.А. Система гео-визуализации показателей территорий для поддержки решений в ситуационных центрах социально-экономического анализа // Программные продукты и системы. 2021. Т. 34. № 1. С. 209-214.

Original Paper

ECONOMIC OF MINING

UDC 658.51:658.3:331.1 © A.V. Medvedev, E.V. Prokopenko, I.M. Kislyakov, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 28-33  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-28-33>

**Title**  
**DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE COAL MINING INDUSTRY WITH ACCOUNT OF ENVIRONMENTAL LIMITATIONS**

**Author**

Medvedev A.V.<sup>1</sup>, Prokopenko E.V.<sup>1</sup>, Kislyakov I.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gorbachev's Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

<sup>2</sup>Kemerovo Institute (Branch) of Plekhanov Russian University of Economics, Kemerovo, 650992, Russian Federation

**Authors Information**

Medvedev A.V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, e-mail: [pev.vtit@kuzstu.ru](mailto:pev.vtit@kuzstu.ru)

**Prokopenko E.V.**, PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Head of Educational and Methodical Department  
Kislyakov I.M., Senior Lecturer, Department of Computer Engineering and Information Technologies,

**Abstract**

The paper addresses the development and application of a Decision Support System (DSS) in the coal mining industry of the region with account of the impact from the environmental factors and constraints on its economic efficiency. A system approach is proposed to managing the processes of arranging the interaction between the regional management center and coal producers that consists in applying a multi-criteria mathematical model of environmental and economic attractiveness of the coal mining industry in the region, algorithms of its analysis and automated information and analytical system, allowing the end user, i.e. the regional investment and environmental analyst, to make rational management decisions in this area. The automated information and analytical system is used to enter the input information, which is then processed by an analyst to obtain the optimal amounts of investment, production and financing of the industry, as well as the threshold values of the environmental charge coefficient that will guide the producer to use the best available technologies to minimize the environmental damage within the stipulated period of time. The article presents the results of computational experiments to assess the economic efficiency of coal mining projects, threshold values of the environmental charge coefficient and some recommendations for practical application of the proposed tools, which help to make efficient, from the standpoint of the project participants, Pareto-balanced decisions of environmental and economic nature, including determination of the minimally acceptable (critical) level of production profitability for the industry.

**Keywords**

Economic potential of coal mining industry, Optimization two-criteria economic and mathematical model, Decision support system, Environmental and economic attractiveness of the region.

**References**

1. Strategy for social and economic development of the Kemerovo Region for the period up to 2035 [Electronic resource]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/550305101> (accessed: 15.09.2021).
2. Makarov V.L., Bakhtizin A.R. & Sushko E.D. Regional agent-oriented social and economic model. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'*, 2015, Vol. 11, (288), pp. 2-11. (In Russ.).
3. Gurman V.I., Matveyev G.A. & Trushkova E.A. Regional social environmental and economic model in parallel computing. *Large Systems Management: a collection of works*, 2011, (32), pp. 109-130. (In Russ.).
4. Zuev V.E. Impact of environmental factors on social-and economic development. *Fundamental'nye issledovaniâ*, 2013, (1-3), pp. 812-817. (In Russ.).
5. Kiseleva T.V., Mikhailov V.G., Ivushkin A.A. et al. Application of oriented graphs in environmental and economic management processes. *Vestnik*

*Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Èlektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravleniâ*, 2020, (36), pp. 214-231. (In Russ.).

6. Rogachev A.F., Shevchenko A.A. & Kuzmin V.A. Estimation of environmental and economic safety of industrial enterprises using fuzzy logic methods. *Trudy SPIIRAN*, 2013, (7), pp. 77-87. (In Russ.).

7. Baranov A.O., Pavlov V.N., Tagaeva T.O. et al. Experience of designing and application of inter-branch regional models of environmental and economic development. *Mir èkonomiki i upravleniâ*, 2020, Vol. 20, (3), pp. 27-47. (In Russ.). DOI: 10.25205/2542-0429-2020-20-3-27-47.

8. Kislyakov I.M. & Medvedev A.V. Mathematical model of environmental and investment attractiveness of a region. *Sovremennye naukoëmkie tehnologii*, 2018, (9), pp. 51-55. (In Russ.).

9. Kislyakov I.M. & Medvedev A.V. Algorithms of producer and managing center interaction in the ecological and economic development of a region. *Fundamental'nye issledovaniâ*, 2018, (8), pp. 66-72. (In Russ.).

10. L.A. Beklaryan, A.S. Akopov, A.L. Beklaryan et al. Agent-Based Simulation Modeling for Regional Ecological-Economic Systems. A case study of the Republic of Armenia. *Machine Learning and Data Analysis*, 2016, Vol. 2, Is. 1, pp. 104-115.

11. Rogge N., De Jaeger S. & Lavigne C. Waste. Performance of NUTS 2-regions in the EU: A Conditional Directional Distance Benefit-of-the-Doubt Model. *Ecological Economics*, 2017, Vol. 139, pp. 19-32.

12. Wolf S., Schütze F. & Jaeger C.C. Balance or synergies between environment and economy – a note on model structures. *Sustainability*, 2016, Vol. 8, Article 761. DOI:10.3390/su8080761.

13. State Registration Certificate for Computer Programs: No.2014612483, No.2016660247, No.2018617155.

14. Medvedev A.V., Nikitenko S.M. & Mesyats M.A. Innovative development of regional coal mining industry: modeling and preliminary analysis. *Ugol'*, 2019, (11), pp. 43-47. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-11-43-47.

15. Report on the condition and protection of the environment in the Kemerovo region in 2018.

16. Medvedev A.V., Rapp E.Yu. & Shusharin I.A. Geo-visualization system of territorial indicators for decision support in situational centers of social and economic analysis. *Programmnye produkty i sistemy*, 2021, Vol. 34, (1), pp. 209-214. (In Russ.).

**Acknowledgements**

The research was supported by the Russian Science Foundation Grant (Project No.075-03-2021 138/3).

**For citation**

Medvedev A.V., Prokopenko E.V. & Kislyakov I.M. Decision support system for assessing the economic efficiency of the coal mining industry with account of environmental limitations. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 28-33. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-28-33.

**Paper info**

Received October 11, 2021

Reviewed October 25, 2021

Accepted November 18, 2021



# Исследование динамики и показателей деятельности угольных карьеров и тепловых станций Канады по данным дистанционного зондирования\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-34-37>

## **ЗЕНЬКОВ И.В.**

Доктор техн. наук, профессор  
Сибирского государственного университета  
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,  
инженер ФИЦ ИВТ,  
660049, 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

## **АГАЛАКОВА А.В.**

Канд. экон. наук, доцент  
Сибирского государственного университета  
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,  
660037, г. Красноярск, Россия

## **ФЕДОРОВ В.А.**

Канд. техн. наук, доцент  
Сибирского государственного университета  
науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва,  
660037, г. Красноярск, Россия

## **КОНДРАШОВ П.М.**

Канд. техн. наук, профессор  
Сибирского федерального университета,  
660041, г. Красноярск, Россия

## **ПАВЛОВА П.Л.**

Канд. техн. наук, доцент  
Сибирского федерального университета,  
660041, г. Красноярск, Россия

## **ЛУНЕВ А.С.**

Старший преподаватель  
Сибирского федерального университета,  
660041, г. Красноярск, Россия

## **КОНОВ В.Н.**

Канд. техн. наук, доцент  
Сибирского федерального университета,  
660041, г. Красноярск, Россия

## **СКОРНЯКОВА С.Н.**

Старший преподаватель  
Сибирского федерального университета,  
660041, г. Красноярск, Россия

В статье представлены результаты исследования деятельности угольных разрезов и тепловых станций в Канаде. В ходе дистанционного мониторинга и аналитических расчетов выявлено количество горных и транспортных машин, работающих в угольных карьерах, а также определен годовой объем экскавации вскрышных пород и угля. По результатам спутниковой съемки выявлен тренд в сокращении доли угольной генерации электрической энергии.

**Ключевые слова:** топливно-энергетический комплекс Канады, угольные месторождения, открытые горные работы, угольные карьеры, дистанционное зондирование Земли, годовой объем добычи угля, горные и транспортные машины, тепловые станции.

**Для цитирования:** Исследование динамики и показателей деятельности угольных карьеров и тепловых станций Канады по данным дистанционного зондирования / И.В. Зеньков, Чинь Ле Хунг, А.В. Агалакова и др. // Уголь. 2021. № 12. С. 34-37. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-34-37.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В структуре энергетической отрасли Канады угольная генерация, по разным информационным источникам, занимает одно из последних мест. По некоторым интернет-источникам, в стране в последние годы наметилось устойчивое движение к сокращению количества тепловых угольных станций. По данным спутниковой съемки основной объем добычи угля открытым способом сконцентрирован в южных частях двух провинций – Альберта и Саскачеван. Изучение экономической географии любого государства связано с исследованием размещения производительных сил и выделением основных объектов топливно-энергетического комплекса. Изучать это направление можно по информации, предоставляемой в научной литературе, в интернет-источниках. С появлением технологий дистанционного зондирования Земли из космоса спектр исследований значительно расширился, о чем свидетельствуют работы российских и зарубежных исследователей [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. По нашему мнению, эта тематика не потеряет своей актуальности в ближайшие десятилетия.

\* Исследование проведено в рамках международного сотрудничества в области расширения сферы использования технологий дистанционного зондирования Земли.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (УГОЛЬНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ) НА ТЕРРИТОРИИ КАНАДЫ

По данным дистанционного зондирования добыча угля открытым способом осуществляется в двух провинциях – Альберта и Саскачеван [10]. Открытые горные работы на угольных месторождениях масштабно производились с конца 1960-х – начала 1970-х гг. В настоящее время в этих провинциях угольная генерация электрической энергии на восьми тепловых станциях осуществляется за счет деятельности 12 угольных разрезов.

На территории провинции Альберта, в 60 км на запад, в 47 и 50 км на юго-запад от г. Эдмонта, работают три тепловые станции с установленной суммарной мощностью энергоблоков 3200 МВт. Общая протяженность фронта горных работ на четырех угольных разрезах составляет 9,5 км. В строении месторождений угольные пласты мощностью до 12 м имеют горизонтальное залегание. Мощность покрывающих угольные пласты вскрышных горных пород находится в диапазоне 60-90 м. Отметим, что горно-геологическое строение разрабатываемых открытым способом угольных месторождений предполагает использование технологий разработки с установкой на вскрышных работах драглайнов с длиной стрелы 100 м и вместимостью ковша 100 куб. м. Эти машины отработывают вскрышные уступы мощностью до 50 м с укладкой в выработанное пространство карьера. Ширина вскрышных заходок – 65-70 м, небольшая мощность угольных пластов, конструктивные параметры драглайнов позволяют размещать вскрышные породы во внутренних отвалах без переэкскавации. Весь объем угля и вскрышных пород, находящихся выше уступа, разрабатываемого драглайном, отработывают мехлопатами с вместимостью ковша 40 куб. м и гидравлическими экскаваторами с вместимостью ковша 12 куб. м. На транспортировке угля используют углевозы с донной разгрузкой грузоподъемностью 180 т, а на транспортировке вскрышных пород – автосамосвалы грузоподъемностью 240-360 т.

На юго-востоке от г. Эдмонта, в 136 км, работают одна тепловая станция и два угольных разреза и в 248 км еще одна станция, уголь для которой добывают на трех угольных разрезах. Общая мощность двух тепловых станций – 1800 МВт. Общая протяженность добычных уступов в карьерах составляет 10,5 км [10].

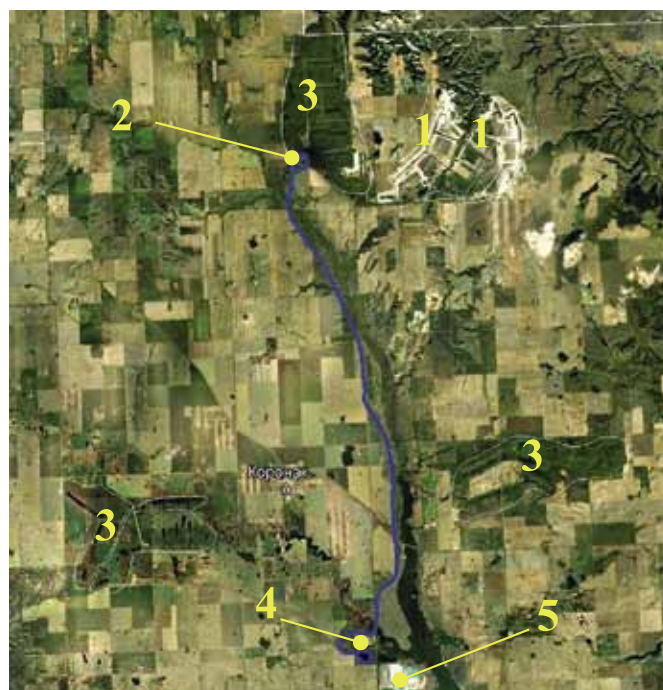
В провинции Саскачеван, в его южной части, практически на границе с США, работают три угольные тепловые электростанции. Два угольных разреза находятся на северо-востоке, в 11 км от поселка энергетиков Коронак, а тепловая станция мощностью 800 МВт – на юго-востоке, в 6 км [10]. Взаиморасположение объектов ТЭК на исследуемой местности представлено на *рисунке*.

Вскрышные работы производят драглайнами. На отработке угольных пластов установлены мехлопаты с вместимостью ковша 20 куб. м. На транспортировке угля из забоев используют углевозы грузоподъемностью 180 т. В этом звене (угольные разрезы – тепловая станция) весь добытый уголь доставляют на поверхностный склад, расположенный на западе от карьеров. К этому складу подведена однопутная железная дорога. Уголь со склада отгружают в

железнодорожный состав из одного магистрального тепловоза и 24 вагонов. Общая масса транспортируемого угля в составе – 2400 т. Контур железной дороги протяженностью 20 км представлен на *рисунке* линией синего цвета. Вдоль прикарьерного угольного склада и склада угля на тепловой станции движение поезда организовано по петлевой схеме без смены направления движения. Перепад высотных отметок между конечными пунктами составляет 40 м.

В южной части этой же провинции, в 185 км на восток от пос. Куранак и на западе, в 415 км от г. Виннипега находится г. Эстеван, вблизи которого более 60 лет работают две тепловые станции суммарной мощностью 1700 МВт и три угольных разреза. Общая протяженность добычных работ равна 8,7 км. На одном из разрезов уголь добывают для внутреннего потребления в других провинциях Канады. Вскрышные работы производят с использованием драглайнов, а угольный пласт отработывают фронтальными погрузчиками на автомобильном шасси и гидравлическими экскаваторами. Транспортировку угля производят в углевозах и автосамосвалах грузоподъемностью 160-180 т.

Всего, по данным спутниковой съемки, на исследуемой территории Канады на вскрышных и добычных работах в угольных карьерах установлены 16 драглайнов с длиной стрелы 100 м и вместимостью ковша 100 куб. м, четыре мехлопаты с вместимостью ковша 20-40 куб. м, девять гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша 12 куб. м и шесть фронтальных погрузчиков на автомобильном шасси с вместимостью ковша 16 куб. м. На транспортировке вскрышных пород и угля задействованы 32 углевоза с донной разгрузкой грузоподъемностью 180 т и 38 карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 180-360 т. В одном звене ТЭК поверхностную логистику угля обслуживает один тепловоз



Фрагмент космоснимка с расположением объектов ТЭК вблизи п. Куранак на юге провинции Саскачеван в Канаде: 1 – карьерные поля действующих угольных разрезов; 2 – поверхностный угольный склад для отгрузки угля в железнодорожные составы; 3 – отработанные карьерные поля; 4 – тепловая станция; 5 – золошлаковый накопитель

(аналог российского ТЭМ-7) и 24 железнодорожных вагона грузоподъемностью 100 т каждый. Это горнотранспортное оборудование, по нашим расчетам, обеспечивает годовой объем вскрышных работ на уровне 490 млн т и объем добычи угля не менее 40 млн т.

Отметим, что на территории Канады, по данным дистанционного мониторинга в 2007, 2016 и 2018 гг. установлен вывод из эксплуатации трех тепловых станций на участках, прилегающих к озерам Онтарио, Уобамун, Эри, с координатами соответственно 43° 34' 32" с. и 79° 33' 27" з., 53° 33' 30" с. и 114° 29' 17" з., 42° 47' 53" с. и 80° 03' 06" з.

По данным спутниковой съемки, линии электропередачи, идущие от тепловых станций, включенных в план наших исследований, охватывают территорию центральной части Канады – крупные и мелкие населенные пункты. Тепловые станции расположены таким образом, что протяженность ЛЭП не превышает 500 км до самого отдаленного населенного пункта.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам спутниковой съемки определены состав горнотранспортного оборудования, работающего в угольных карьерах в двух провинциях Канады (Альберта и Саскачеван), технологический объем вскрышных работ и объем добычи угля, который необходим для работы восьми тепловых станций. По нашей оценке, добыча угля в карьерах на территории этих провинций характеризуется большими коэффициентами вскрыши, на уровне 12 т/т. Исходя из спроса со стороны тепловых станций на энергетический уголь, применяемых технологий производства горных работ и производительности горной техники, объем перерабатываемой горной массы (вскрышные породы и уголь) находится на уровне 530 млн т. В целом, по данным дистанционного мониторинга, в последние два десятилетия на территории Канады наблюдается понижающийся тренд в объемах угольной генерации электрической энергии.

### Список литературы

1. Титкова Т.Б., Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В. Спектральный портрет равнинных ландшафтов России // Современ-

ные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 3. С. 117-126.

2. Терехин Э.А. Пространственный анализ особенностей формирования древесной растительности на залежах лесостепи Центрального Черноземья с использованием их спектральных признаков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 5. С. 142-156.

3. Ложкин Д.М., Цхай Ж.Р., Шевченко Г.В. Особенности температурных условий и распределения концентрации хлорофилла в Охотском море в период нереста минтая по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 230-240.

4. Терехин Э.А. Оценка пространственно-временных изменений в зеленой фитомассе аграрной растительности с использованием спектрально-отражательных признаков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 1. С. 138-148.

5. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks / Z.J. Ruff, D.B. Lesmeister, L.S. Duchac et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Is. 1. P. 79-92.

6. Including 38 kHz in the standardization protocol for hydroacoustic fish surveys in temperate lakes / A. Mouget, C. Goulon, T. Axenrot et al. // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2019. Vol. 5. Is. 4. P. 332-345.

7. Peter T. Fretwell, Philip N. Trathan. Discovery of new colonies by Sentinel2 reveals good and bad news for emperor penguins // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2021. Vol. 7. Is. 2. P. 139-153.

8. 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.

9. Lawrence Ball, Joseph Tzanopoulos. Interplay between topography, fog and vegetation in the central South Arabian mountains revealed using a novel Landsat fog detection technique // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. Vol. 6. Is. 4. P. 498-513.

10. Самый подробный глобус. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.google.com/earth/> (дата обращения: 15.11.2021).

Original Paper

UDC 622.271(73):550.814 © I.V. Zenkov, Trinh Le Hung, A.V. Agalakova, V.A. Fedorov, P.M. Kondrashov, P.L. Pavlova, A.S. Lynev, V.N. Konov, S.N. Skorniyakova, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 34-37  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-34-37>

### Title

**A STUDY OF DYNAMICS AND PERFORMANCE INDICATORS OF COAL MINES AND THERMAL POWER PLANTS IN CANADA BASED ON REMOTE SENSING DATA**

### Author

Zenkov I.V.<sup>1,2</sup>, Trinh Le Hung<sup>3</sup>, Agalakova A.V.<sup>1</sup>, Fedorov V.A.<sup>1</sup>, Kondrashov P.M.<sup>4</sup>, Pavlova P.L.<sup>4</sup>, Lynev A.S.<sup>4</sup>, Konov V.N.<sup>4</sup>, Skorniyakova S.N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation

<sup>2</sup> Krasnoyarsk Branch of Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

<sup>3</sup> Le Quy Don Technical University (LQDTU), Hanoi, 11355, Vietnam

<sup>4</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation

### Authors Information

**Zenkov I.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Engineer, e-mail: zenkoviv@mail.ru

**Trinh Le Hung**, Phd (Engineering), Associate Professor

**Agalakova A.V.**, Phd (Engineering), Associate Professor

**Fedorov V.A.**, Phd (Engineering), Associate Professor

**Kondrashov P.M.**, Phd (Engineering), Professor

**Pavlova P.L.**, Phd (Engineering), Associate Professor

**Lynev A.S.**, Senior Lecturer

**Konov V.N.**, Phd (Engineering), Associate Professor

**Skorniyakova S.N.**, Senior Lecturer



**Abstract**

The paper presents the results of studying the operation of coal mines and thermal plants in Canada. 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 overburden and coal excavation. The results of satellite observations helped to reveal a trend to reduce the share of coal-fired electric power generation.

**Keywords**

Canada's fuel and energy complex, Coal deposits, Surface mining, Coal pits, Remote sensing of the Earth, Annual coal production, Mining and haulage vehicles, Thermal power plants.

**References**

1. Titkova T.B., Zolotokrylin A.N. & Vinogradova V.V. Spectral profiles of Russian plain landscapes. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, (3), pp. 117-126. (In Russ.).
2. Terekhin E.A. Spatial analysis of specific features in formation of the forest cover over deposits in the forest-steppe zones in the Central Black Earth Belt using their spectral signatures. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2020, Vol. 17, (5), pp. 142-156. (In Russ.).
3. Lozhkin D.M., Tskhai Zh.R. & Shevchenko G.V. Specific features of temperature conditions and distribution of chlorophyll concentrations in the Okhotsk Sea during pollack breeding season based on satellite data. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (2), pp. 230-240. (In Russ.).
4. Terekhin E.A. Assessment of spatial and temporal changes in green phytomass of agricultural vegetation using spectral reflex signatures. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 2021, Vol. 18, (1), pp. 138-148. (In Russ.).
5. Z.J. Ruff, D.B. Lesmeister, L.S. Duchac et al. Automated identification of avian vocalizations with deep convolutional neural networks. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6., Is. 1, pp. 79-92.

6. A. Mouget, C. Goulon, T. 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, Is. 4, pp. 332-345.
7. Peter T. Fretwell & Philip N. Trathan. Discovery of new colonies by Sentinel2 reveals good and bad news for emperor penguins. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2021, Vol. 7, Is. 2, pp. 139-153.
8. 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, Is. 2, pp. 150-159.
9. Lawrence Ball & Joseph Tzanopoulos. Interplay between topography, fog and vegetation in the central South Arabian mountains revealed using a novel Landsat fog detection technique. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2020, Vol. 6, Is. 4, pp. 498-513.
10. Google Earth. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.com/earth/> (accessed 15.11.2021).

**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, Agalakova A.V., Fedorov V.A., Kondrashov P.M., Pavlova P.L., Lynev A.S., Konov V.N. & Skorniyakova S.N. A study of dynamics and performance indicators of coal mines and thermal power plants in Canada based on remote sensing data. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 34-37. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-34-37.

**Paper info**

Received October 10, 2021

Reviewed October 18, 2021

Accepted November 18, 2021

**КНИЖНАЯ НОВИНКА**

## Разработка стартапа цифровой платформы горнодобывающей промышленности России с использованием информационных ресурсов дистанционного зондирования Земли из космоса: монография

/ И.В. Зеньков (руководитель проекта), Ю.П. Юронен, А.А. Лукьянова, Ю.А. Анищенко, М.В. Сафронов, Е.М. Сычева, В.Н. Вокин, Е.В. Кирышина.

Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2021. 816 с.

(Серия: «Горнодобывающая промышленность России из космоса»).

ISBN 978-5-7638-4530-3 (отд. кн.); ISBN 978-5-7638-4366-8

© Сибирский государственный университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнёва, Сибирский федеральный университет, 2021

**В монографии представлены** результаты исследования совокупного производственного потенциала горнодобывающих предприятий, работающих на месторождениях твердых полезных ископаемых на территории РФ. Впервые для горнодобывающей промышленности определены объемы потребления основных расходных материалов и ремонтных услуг, потребности в кадровом обеспечении, а также составлен прогнозный сценарий замещения горнотранспортного оборудования с определением количественных показателей. Наглядно продемонстрирована возможность формирования информационной рыночной среды в виде цифровой платформы горнодобывающей промышленности с преимущественным использованием информационных ресурсов спутниковой съемки. Информация, изложенная в монографии, может быть применена в разработке стратегической программы развития горнодобывающей отрасли российской экономики.

**Монография предназначена** для специалистов, работающих в рамках научно-практического направления «Цифровая экономика», собственников и менеджмента горнодобывающих предприятий и машиностроительных корпораций, поставщиков товарно-материальных ценностей и кадров для горнодобывающей отрасли России, преподавателей и учащихся вузов по направлениям подготовки «Горное дело», «Экономика и управление народным хозяйством», «Мировая экономика», «Экономическая география».

**Заказать книгу можно в Библиотечно-издательском комплексе Сибирского федерального университета по тел.: +7 (391) 206-26-16**



**Серия:**  
«Горнодобывающая промышленность России из космоса»  
Основана в 2017 г.  
**Научный руководитель и руководитель проекта:**  
Зеньков Игорь Владимирович, Заслуженный эколог РФ, Почетный работник науки и техники РФ, горный инженер, доктор техн. наук, профессор по научной специальности «Экономика и управление народным хозяйством».



# Интегральная оценка схем подготовки шахтных и выемочных полей

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-38-40>

## АГАФОНОВ В.В.

Доктор техн. наук, профессор  
кафедры «Геотехнологии освоения недр»  
Горного института НИТУ «МИСиС»,  
119049, г. Москва, Россия,  
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

## ЯХЕЕВ В.В.

Канд. техн. наук, доцент  
кафедры горноспасательного дела и взрывобезопасности  
Санкт-Петербургского университета Государственной  
противопожарной службы МЧС РФ,  
190000, г. Санкт-Петербург, Россия,  
e-mail: yakvaleri@yandex.ru

## ВАРЫГИН С.О.

Аспирант кафедры «Геотехнологии освоения недр»  
Горного института НИТУ «МИСиС»,  
119049, г. Москва, Россия,  
e-mail: msmu-prpm@yandex.ru

Предложена процедура оценки качества проектных решений в области подготовки запасов к выемке на базе интегрального квалиметрического подхода. Основные логически-структурные оценочные показатели схем подготовки шахтных и выемочных полей с численными вариантными значениями с позиций математической статистики приводятся к сопоставимому безразмерному виду и затем с помощью функции свертки синтезируются в единый интегральный функционал оценки. Таким образом задача оценки упрощается и трансформируется в ранжирование оцениваемых объектов.

**Ключевые слова:** угольная шахта, схема подготовки, функция свертки, оценочные характеристики и параметры, интегральная оценка, квалиметрия.

**Для цитирования:** Агафонов В.В., Яхеев В.В., Варыгин С.О. Интегральная оценка схем подготовки шахтных и выемочных полей // Уголь. 2021. № 12. С. 38-40. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-38-40.

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение технико-экономической эффективности угледобывающих предприятий на современном этапе недропользования неразрывно связано с процедурами оценки качества проектных решений технологической системы и, в частности, основных пространственно-планировочных решений в области вскрытия и подготовки шахтных и выемочных полей, которые должны привлекаться к оценке в первую очередь [1]. Основной целью оценочной процедуры и анализа заявляется оценка фактических результатов эксплуатации схем вскрытия и подготовки, насколько рационально используются материальные, энергетические и людские ресурсы, заявленные в сфере их использования. В конечном итоге, результаты оценки служат первоосновой для принятия решений в области форм и стратегий развития с установлением причинно-следственных цепочек, связанных с тенденциями и закономерностями ухудшения технико-экономических показателей и неэффективного использования основных фондов.

Важно отметить, что существующие в настоящее время оценочные процедуры качества схем подготовки априори не могут быть эффективно задействованы в заявленной области, так как в заявленных критериях сравнительной оценки не находят должного отражения аспекты гибкости, универсальности, надежности, способности к воспроизводству вскрытых и подготовленных запасов и др., не обеспечивая должный уровень робастности с одновременным повышением уровня энтропии. Таким образом, все это приводит к искаженным результатам оценки и, в конечном итоге, к значительным экономическим издержкам, снизить которые возможно путем системного и комплексного учета всех сторон технологической системы и многомерной сущности оцениваемых вариантов на базе использования оценочных процедур и методологии квалиметрического интегрального подхода [2].

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СХЕМ ПОДГОТОВКИ ШАХТНЫХ И ВЫЕМОЧНЫХ ПОЛЕЙ

Формализация квалиметрической интегральной оценки качества схем подготовки шахтных и выемочных полей подразумевает наличие следующих итерационных составляющих [3, 4, 5, 6]. Для оценки привлекаются логически-структурные оценочные показатели качества:

$$\{J\} = \{J_1, J_2, \dots, J, \dots, J_m\}. \tag{1}$$

В оценку вовлекаются  $n$  проектов с формированием оценочной матрицы (см. таблицу):

$$A = \{J_{ij}\} = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} & J_{1j} & J_{1n} \\ J_{21} & J_{22} & J_{2j} & J_{2n} \\ J_{i2} & J_{i21} & J_{ij} & J_{in} \\ J_{m1} & J_{m2} & J_{mi} & J_{mn} \end{bmatrix}. \tag{2}$$

Оценочные показатели	Символическое обозначение
Продуктивность схемы подготовки по запасам, т/м <sup>3</sup>	$J_1^n$
Продуктивность схемы подготовки по годовой добыче, т/м <sup>3</sup>	$J_2^n$
Годовая продуктивность транспортных магистралей, 1000 т/км	$J_3^n$
Годовая продуктивность вентиляционных магистралей, 1000 т/км	$J_4^n$
Показатель общей приемной способности схемы подготовки, т/т	$J_5^n$
Трудность проветривания, кВт/м <sup>3</sup> /с	$J_6^n$
Нагрузка на пласт, млн т/год	$J_7^n$
Нагрузка на горизонт, млн т/год	$J_8^n$
Нагрузка на очистной забой, т/сут.	$J_9^n$
Производственная мощность шахты, млн т/год	$J_{10}^n$
Годовая продуктивность использования зданий и сооружений, т/м <sup>3</sup>	$J_{11}^n$
Показатель резерва схемы подготовки по транспорту-подъему	$J_{12}^n$
Показатель резерва схемы подготовки по вентиляции	$J_{13}^n$
Показатель потерь угля, связанных со схемой подготовки, %	$J_{14}^n$

В основе заявленного авторами подхода лежит «метод нормы вектора» [7, 8, 9, 10, 11, 12].

Единая безразмерная форма сопоставимости оценочных показателей реализуется с помощью формулы относительных отклонений:

$$\delta_{ij} = \left| \frac{J_{ij}^{\text{Эт}} - J_{ij}^{\Phi}}{J_i^{\text{max}} - J_i^{\text{min}}} \right|, \tag{3}$$

где  $J_{ij}^{\text{Эт}}$  и  $J_{ij}^{\Phi}$ ,  $J_i^{\text{max}}$  и  $J_i^{\text{min}}$  – эталонные, фактические, максимальные и минимальные значения показателей схем подготовки шахтных и выемочных полей.

Таким образом, оценочная матрица трансформируется в матричную модель относительных отклонений:

$$\{\delta_{ij}\} = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{1j} & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{2j} & \delta_{2n} \\ \delta_{i2} & \delta_{i21} & \delta_{ij} & \delta_{in} \\ \delta_{m1} & \delta_{m2} & \delta_{mi} & \delta_{mn} \end{bmatrix}. \tag{4}$$

В качестве функции свертки используется квадратичная среднеарифметическая функция мультипликативно-го вида:

$$K_{\text{интj}} = f\{\delta_{ij}\} = \sqrt{\sum (\delta_{ij})^2} \rightarrow \min, \tag{5}$$

$i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n,$

которая, с вводом весовых составляющих [5], преобразуется в окончательный вид:

$$K_{\text{интj}} = \frac{m}{\sum_{i=1}^m \varphi_i} \sqrt{\sum_{i=1}^m (\delta_{ij} \times \varphi_i)^2}, \tag{6}$$

где  $\varphi_i$  – весовая функция  $i$ -го аналитического критерия оценки.

Так как все проектные решения сравниваются с эталонной оценкой, то целевая функция интегрального функционала должна стремиться к минимуму.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные методические положения квалиметрической интегральной оценки качества схем подготовки шахтных и выемочных полей заявлены в виде первоосновы при поиске, выборе, обосновании и практическом воплощении наиболее прогрессивных, своевременных и экономичных мер по развитию технологических систем подготовки шахтных и выемочных полей.

### Список литературы

- Новоселов С.В., Мельник В.В., Агафонов В.В. Оценка инновационных проектов разработки технологий комплексного извлечения и переработки угля // Научно-технические проблемы разработки и использования минеральных ресурсов. 2017. № 3. С. 96-102.
- Трифонов Ю.В., Ширяева Ю.С., Громницкий В.С. Анализ и интегральная оценка состояния и стратегий развития экономических систем // Креативная экономика. 2019. Т. 13. № 6. С. 1063-1074.
- Яшин С.Н., Амбарцумян А.Э., Лапшина Е.Н. Интегральная оценка инновационного развития предприятия как основа принятия управленческих решений // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 2. С. 167-176.
- Tapscott D. The Digital Economy Anniversary Edition: Rethinking Promise and Peril In the Age of Networked Intelligence. McGraw-Hill, 2014. 448 p.
- Wheelwright S.C., Clark K.B. Revolutionizing product development: Quantum leaps in speed, efficiency, and quality. New York: Free press, Cop. 2012. XIV. 364 с.
- Lessig L. Free Culture. How Big Media Uses The Technology and Law to Lock Down Culture and Control Creativity. The Penguin Press, 2014. 345 p.
- Агафонов В.В., Воробаева Е.В., Арефьев В.А. Использование минимаксных критериев для обоснования оптимальных параметров шахт // Современная наука. Актуальные проблемы и пути их решения. 2017. № 2(33). С. 19-22.
- Снетков В.И. Обоснование методов квалиметрической оценки запасов месторождений твердых полезных ископаемых: автореф. дис. ... докт. техн. наук. М.: 2006. 40 с.
- Azgalov Garry G., Kostin Alexander V. Applied Qualimetry: Its origins< errors and misconceptions // Benchmarking: An International Journal. 2011. Vol. 18. No 3. P. 428-444.
- Azgalov Garry G., Kostin Alexander V., Padilla Omiste Alvaro E. The ABC of Qualimetry. Toolkit for measuring the immeasurable. Ridero, 2015. 167 p.
- Digital Government Strategies for Transforming Public Services in the Welfare Areas. Paris: OECD Publishing.
- Government at a Glance 2017 Paris: OECD Publishing.

Original Paper

UDC 622.013.3 © V.V. Agafonov, V.V. Yakheev, S.O. Varygin, 2021  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 38-40  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-38-40>

## Title

## INTEGRATED ASSESSMENT OF MINE AND EXCAVATION FIELD PREPARATION SCHEMES

## Authors

Agafonov V.V.<sup>1</sup>, Yakheev V.V.<sup>2</sup>, Varygin S.O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National University of Science and Technology "MISIS" (NUST "MISIS"), Moscow, 119049, Russian Federation

<sup>2</sup> Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations, St. Petersburg, 190000, Russian Federation

## Authors Information

**Agafonov V.V.** Doctor of Engineering Sciences, Professor of "Geotechnologies of mineral development" department of the Mining Institute, e-mail: [msmu-prpm@yandex.ru](mailto:msmu-prpm@yandex.ru)

**Yakheev V.V.** PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Mine Rescue and Explosion Safety, e-mail: [yakvaleri@yandex.ru](mailto:yakvaleri@yandex.ru)

**Varygin S.O.** Postgraduate student of "Geotechnologies of mineral development" department of the Mining Institute, e-mail: [msmu-prpm@yandex.ru](mailto:msmu-prpm@yandex.ru)

## Abstract

A procedure for assessing the quality of design solutions in the field of preparing reserves for excavation based on an integral qualimetric approach is proposed. The main logical and structural evaluation indicators of the preparation schemes of mine and excavation fields with numerical variant values from the standpoint of mathematical statistics are reduced to a comparable dimensionless form and then using the convolution function are synthesized into a single integral evaluation functional. Thus, the evaluation task is simplified and transformed into a ranking of the evaluated objects.

## Keywords

Coal mine, Preparation scheme, Convolution function, Evaluation characteristics and parameters, integral evaluation, Qualimetry.

## References

- Novoselov S.V., Melnik V.V. & Agafonov V.V. Evaluation of innovative projects for the development of technologies for complex extraction and processing of coal. *High-tech technologies for the development and use of mineral resources*, 2017, (3), pp. 96-102. (In Russ.).
- Trifonov Yu.V., Shiryaeva Yu.S. & Gromnitsky V.S. Analysis and integral assessment of the state and development strategies of economic systems. *Creative Economics*, 2019, Vol.13, No. 6, pp. 1063-1074. (In Russ.).

3. Yashin S.N., Ambartsumyan A.E. & Lapshina E.N. Integral assessment of innovative development of an enterprise as a basis for managerial decision-making. *Creative Economics*, 2018, Vol. 12, No. 2, pp. 167-176. (In Russ.).

4. Tapscott D. *The Digital Economy Anniversary Edition: Rethinking Promise and Peril In the Age of Networked Intelligence*. McGraw-Hill, 2014, 448 p.

5. Wheelwright S.C. & Clark K.B. *Revolutionizing product development: Quantum leaps in speed, efficiency, a. quality*. New York, Free press, Cop. 2012, XIV, 364 p.

6. Lessig L. *Free Culture. How Big Media Uses The Technology and Law to Lock Down Culture and Control Creativity*. The Penguin Press, 2014, 345 p.

7. Agafonov V.V., Voropaeva E.V. & Arefyev V.A. The use of minimax criteria for substantiating optimal parameters of mines. *Modern Science. Current problems and ways to solve them*, 2017, No 2(33), pp. 19-22.

8. Snetkov V.I. Substantiation of methods of qualimetric assessment of reserves of deposits of solid minerals: abstract. dis. on the job. learned. step. doct. technical sciences. Moscow, 2006, 40 p. (In Russ.).

9. Garry G. Azgaldov & Alexander V. Kostin. Applied Qualimetry: Its origins errors and misconceptions. *Benchmarking: An International Journal*, 2011, Vol.18, No 3, pp. 428-444.

10. Azgaldov Garry G., Kostin Alexander V., Padilla Omiste Alvaro E. *The ABC of Qualimetry. Toolkit for measuring the immeasurable*. Ridero, 2015, 167 p.

11. *Digital Government Strategies for Transforming Public Services in the Welfare Areas*. Paris: OECD Publishing.

12. *Government at a Glance 2017* Paris: OECD Publishing.

## For citation

Agafonov V.V., Yakheev V.V. & Varygin S.O. Integrated assessment of mine and excavation field preparation schemes. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 38-40. (In Russ.).

DOI: [10.18796/0041-5790-2021-12-38-40](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-38-40).

## Paper info

Received October 12, 2021

Reviewed October 24, 2021

Accepted November 15, 2021

## Бородинское ПТУ первым в СУЭК тестирует промышленные экзоскелеты

**Бородинское погрузочно-транспортное управление (ПТУ), сервисное железнодорожное предприятие Сибирской угольной энергетической компании Андрея Мельниченко в Красноярском крае, первым в СУЭК приступило к тестированию промышленных пассивных экзоскелетов для персонала, работающего в условиях повышенных физических нагрузок.**

«Современную экипировку уже примерили на себя специалисты ремонтных бригад локомотивного депо. Пассивный промышленный экзоскелет позволяет снизить воздействие физнагрузок на опорно-двигательный аппарат и сократить риск заболеваний костно-мышечной системы. СУЭК всегда тщательно следит за здоровьем своих сотрудников и не жалеет средств на улучшение условий их труда, шагая при этом в ногу со временем», – комментирует управляющий Бородинским ПТУ **Андрей Карпов**.



Жесткий корсет, фиксация коленных суставов – новая экипировка, простая в использовании, легкая, эргономичная, не сковывает движения. Размер регулируется специальными ремнями, спину поддерживает прочная пластина – экзоскелет предохраняет грудной и поясничный отделы позвоночника и колени от травм и повышенных нагрузок, увеличивает выносливость при активных наклонах, в том числе с грузом, снижает утомляемость. Кроме того, система оказывает «дисциплинирующее» действие, формируя правильную осанку при работе.

Тестировать экзоскелет бородинские железнодорожники будут в течение месяца. И если нововведение зарекомендует себя с положительной стороны, СУЭК приобретет для предприятия порядка 50 таких «помощников»: индивидуальные комплекты для сотрудников службы пути и дежурные для локомотивного депо.

# Исследование минеральных компонентов биоуглей из опила, полученных низкотемпературными методами\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-41-43>

## КРЫСАНОВА К.О.

Научный сотрудник  
Института нефтехимического синтеза  
им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН),  
119991, г. Москва, Россия,  
e-mail: kristinakrysanova@gmail.com

## КРЫЛОВА А.Ю.

Доктор хим. наук, старший научный сотрудник  
Института нефтехимического синтеза  
им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН),  
119991, г. Москва, Россия

## ПУДОВА Я.Д.

Младший научный сотрудник  
Объединенного института  
высоких температур РАН (ОИВТ РАН),  
125412, г. Москва, Россия

## БОРИСОВ А.В.

Студент  
Российского химико-технологического университета  
имени Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И. Менделеева),  
125047, г. Москва, Россия

В работе было изучено влияние гидротермальной карбонизации и торрефикации на теплофизические характеристики биоуглей, полученных из опила. Установлено, что для обоих процессов увеличение температуры протекания процесса способствует снижению выхода продуктов и содержанию кислорода в продуктах. Последнее в свою очередь увеличивает теплотворную способность материалов. Также в процессе обработки биомассы гидротермальной карбонизацией, при низкой температуре наблюдалось выщелачивание минеральных компонентов в воду, что не происходило при торрефикации. Было выявлено, что мигрируют в жидкую фазу в основном щелочные и щелочноземельные металлы.

**Ключевые слова:** возобновляемая энергия, биомасса, торрефикация, гидротермальная карбонизация, биоуголь.

**Для цитирования:** Исследование минеральных компонентов биоуглей из опила, полученных низкотемпературными методами / К.О. Крысанова, А.Ю. Крылова, Я.Д. Пудова и др. // Уголь. 2021. № 12. С. 41-43. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-41-43.

## ВВЕДЕНИЕ

Современными низкотемпературными способами переработки биомассы в топливо, пригодное для энергетических целей, являются гидротермальная карбонизация (ГТК) и торрефикация. Особенностью этих процессов являются мягкие условия их осуществления в сравнении с хорошо изученным пиролизом, что позволяет существенно улучшить общую экономику термической обработки. Торрефикация протекает при 200-300°C, для реализации процесса требуется предварительно высушивать сырье до 10-15%-ной влажности [1]. Последнее зачастую представляет определенную трудность, учитывая высокую изначальную влажность биомассы. ГТК в отличие от торрефикации протекает при более низких температурах и обязательно в присутствии значительного количества жидкой воды (то есть воды, находящейся в субкритических условиях), что делает возможным переработку биомасс высокой влажности без предварительной подготовки [2].

Целью данной работы является исследование влияния вида низкотемпературной термической обработки в присутствии воды (ГТК) или без (торрефикация) на теплофизические характеристики полученных биоуглей из опила.

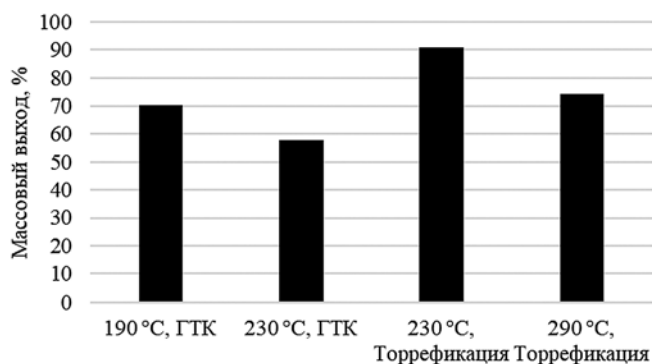
## ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве сырья для получения биоугля был использован опил деревьев хвойных пород (Красноярский край). Перед проведением экспериментов образцы были предварительно высушены в сушильном шкафу при температуре 105°C до влажности 5±0,5%.

На рисунке представлены массовые выходы для торрефиката и карбонизата из опила.

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-08-00862А.





Массовые выходы биоугля

Выход биоугля, полученного гидротермальной карбонизацией был значительно ниже (60-70%), чем при торрефикации (75-90%). Для обоих процессов увеличение температуры способствовало большей степени декомпозиции структурных компонентов, результатом чего выступало снижение выходов. Потери материала происходили за счет разрушения целлюлозы и гемицеллюлоз как менее термостабильных компонентов в сравнении с лигнином [3]. При температуре 230°C выход карбонизата был на 30% меньше, чем у торрефиката при той же температуре, что может быть объяснено присутствием воды в процессе. Первым шагом реакции ГТК является гидролиз: вода вступает в реакцию с гемицеллюлозами или целлюлозой и разрывает связи простых и сложных эфиров. Известно [4], что «чистая» гемицеллюлоза начинает гидролизоваться при температуре выше 180°C, а гидролиз «чистой» целлюлозы протекает при температуре выше 230°C. В случае торрефикации процессы деполимеризации гемицеллюлоз протекают при температурах от 200 до 340°C [5], а целлюлозы – от 300-400°C [6]. Можно предположить, что при торрефикации при 230°C целлюлоза разрушалась в меньшей степени, чем при ГТК, поэтому для торрефиката выход продукта был выше.

Элементный состав биоуглей (табл. 1) указывает на высокую степень карбонизации и деоксигенации в сравнении с исходным сырьем.

Биоуголь, полученный методом ГТК при наиболее «жестких условиях» – температуре 230°C, обладал наименьшим содержанием кислорода (23,05%). Торрефикат, полученный при той же температуре, характеризовался большим содержанием кислорода (38,24%). Основными механизмами, способствующими деоксигенации материала в процессе ГТК, являются дегидратация и декарбоксилирование гидролизованных продуктов, которые высвобождают H<sub>2</sub>O, а также CO<sub>2</sub> [7]. В процессе торрефикации снижение кислорода также идет за счет реакций дегидратации, а также путем декарбонилирования и декарбоксилирования структурных компонентов биомассы – целлюлозы и гемицеллюлозы, способствующих выделению CO и CO<sub>2</sub> [8, 9]. Повышение температуры проведения процессов, и в ГТК, и в торрефикации, способствовало интенсификации протекающих реакций и приводило к более глубокому удалению кислорода из материалов. Элементный состав влияет на теплотворные способности материалов и увеличение углерода в составе продукта и приводит к росту энергетического потенциала полученного биоугля.

Зольность образцов, полученных торрефикацией, увеличивается с возрастанием температуры (с 0,58% при 230°C до 0,83% при 290°C). Эффект связан с деструкцией структурных компонентов биомасс, приводящих к потере органической массы сырья. Поскольку минеральные компоненты не могут мигрировать с током газа, то наблюдается рост концентрации неорганической части.

В случае ГТК при низких температурах обработки (190°C) наблюдается выщелачивание минеральной части сырья в жидкость. Согласно табл. 2, уменьшение концентрации неорганической части происходит благодаря миграции в жидкость щелочных (K, Na) и щелочноземельных металлов (Mg, Ca).

Таблица 1

**Теплофизические характеристики исходного сырья**

Метод обработки	T, °C	Элементный анализ, мас. %					Технический анализ, мас. %			Теплотворная способность, МДж/кг	
		C	H	N	S	O	VM	FC	Ash	Q <sub>выш</sub>	Q <sub>низ</sub>
Опил	-	48,78	5,85	0,11	0,25	44,47	83,75	15,71	0,54	19,06	17,74
ГТК	190	57,36	5,67	0,09	0,23	36,38	76,70	23,03	0,27	22,63	21,34
	230	69,73	5,54	0,12	0,24	23,05	66,27	32,41	0,92	28,11	26,85
Торрефикация	230	54,26	6,72	0,15	0,04	38,24	76,87	22,55	0,58	22,67	21,15
	290	59,25	6,46	0,12	0,03	33,41	72,78	26,39	0,83	24,57	23,10

Таблица 2

**Элементный состав биоуглей, полученных низкотемпературной обработкой опила при разных температурах**

Метод обработки	T, °C	Содержание элемента (г/г биомассы), %							
		Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
Опил	-	0,001	0,083	0,001	0,013	0,015	0,020	0,004	0,002
ГТК	190	0,003	0,063	0,008	0,003	0,004	0,011	≤ ПО	0,002
	230	0,019	0,124	0,049	0,006	0,030	0,018	0,003	0,005
Торрефикация	230	0,012	0,093	0,009	0,014	0,017	0,022	0,005	0,003
	290	0,016	0,137	0,021	0,022	0,013	0,028	0,009	0,002

При этом Na не определяется в образце, полученном при ГТК 190°C, концентрации K и Mg снижаются (около 70%), Ca – 25%, Mn – 45%. Концентрация элементов Fe, Al и Zn возрастает в процессе ГТК и увеличивается с ростом температуры протекания процесса. Похожая зависимость наблюдается и в других исследованиях [10, 11]. Высокая степень выщелачивания Na и K может быть объяснена нахождением данных элементов в биомассе в форме ионных солей, которые легко диссоциируются в воде [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гидротермальная карбонизация и торрефикация – перспективные способы переработки биомасс в биоугли топливного назначения. Сравнение процессов позволяет сделать вывод, что процесс ГТК более глубоко воздействует на сырье, о чем свидетельствует большая деоксигинация образцов. Также в сравнении с торрефикацией при проведении ГТК при низких температурах наблюдается эффект выщелачивания минеральных компонентов в воду, что при масштабировании процесса будет повышать энергетический потенциал биоуглей.

**Список литературы – см. References.**

Original Paper

UDC 66.092:662.63:662.76 © K.O. Krysanova, A.Yu. Krylova, Ya.D. Pudova, A.V. Borisov, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 41-43  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-41-43>

### Title

**INVESTIGATION OF MINERAL COMPONENTS OF BIO-COAL FROM SAWDUST OBTAINED BY LOW-TEMPERATURE METHODS**

### Authors

Krysanova K.O.<sup>1</sup>, Krylova A.Yu.<sup>1</sup>, Pudova Ya.D.<sup>2</sup>, Borisov A.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis of the Russian Academy of Sciences (INHS RAS), Moscow, 119991, Russian Federation

<sup>2</sup> Joint Institute of High Temperatures of the Russian Academy of Sciences (OIVT RAS), Moscow, 125412, Russian Federation

<sup>3</sup> Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, 125047, Russian Federation

### Authors Information

**Krysanova K.O.**, Research Associate,  
e-mail: [kristinakrysanova@gmail.com](mailto:kristinakrysanova@gmail.com)

**Krylova A.Yu.**, Doctor of Chemical Sciences, Senior Researcher

**Pudova Ya.D.**, Junior Researcher

**Borisov A.V.**, Student

### Abstract

The effect of hydrothermal carbonation and torrefaction on the thermophysical characteristics of bio-carbons obtained from sawdust was studied. It was found that for both processes, an increase in the process temperature contributes to a decrease in product yields and oxygen content in the products, the latter in turn increases the calorific value of materials. Also, during the treatment with hydrothermal carbonation of biomass at low temperature, leaching of mineral components into water was observed, which did not occur during torrefaction. It was found that mainly alkaline and alkaline earth metals migrate to the liquid phase.

### Keywords

Renewable energy, Biomass, Torrefaction, Hydrothermal carbonation, Bio coal.

### References

- Matali S., Rahman N., Idris S., Yaacob N. & Alias A. Lignocellulosic biomass solid fuel properties enhancement via torrefaction. *Procedia Engineering*, 2016, Vol. 148, pp. 671-678. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.06.550.
- Funke A. & Ziegler F. Hydrothermal carbonization of biomass: A summary and discussion of chemical mechanisms for process engineering. *Biofuels Bioproducts and Biorefining*, 2010, Vol. 4, pp. 160-177. DOI: 10.1002/bbb.198.
- Wang T., Zhai Y., Zhu Y., Li C. & Zeng G. A review of the hydrothermal carbonization of biomass waste for hydrochar formation: process conditions, fundamentals, and physicochemical properties. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 2018, Vol. 90, pp. 223-247. DOI: 10.1016/j.rser.2018.03.071.
- Reza M.T., Yan W., Uddin M.H., Lynam J., Hoekman S.K., Coronella C.J. & Vásquez V.R. Reaction kinetics of hydrothermal carbonization of loblolly pine. *Bioresource Technology*, 2013, Vol. 139, pp. 161-169. DOI: 10.1016/j.biortech.2013.04.028.
- Collard F.X. & Blin J. A review on pyrolysis of biomass constituents: Mechanisms and composition of the products obtained from the conversion of cellulose, hemicelluloses and lignin. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, Vol. 38, pp. 594-608. DOI: 10.1016/j.rser.2014.06.013.

- Stefanidis S.D., Kalogiannis K.G., Iliopoulou E.F., Michailof C.M., Pilavachi P.A. & Lappas A.A. A study of lignocellulosic biomass pyrolysis via the pyrolysis of cellulose, hemicellulose and lignin. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2014, Vol. 105, pp. 143-150. DOI: 10.1016/j.jaap.2013.10.013.
- Sevilla M. & Fuertes A. The production of carbon materials by hydrothermal carbonization of cellulose. *Carbon*, 2009, Vol. 47, pp. 2281-2289. DOI: 10.1016/j.carbon.2009.04.026.
- Ma Z.Q., Wang J.H., Yang Y.Y., Zhang Y., Zhao C., Yu Y.M. & Wang S.R. Comparison of the thermal degradation behaviors and kinetics of palm oil waste under nitrogen and air atmosphere in TGA-FTIR with a complementary use of model-free and model-fitting approaches. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2018, Vol. 134, pp. 12-24. DOI: 10.1016/j.jaap.2018.04.002.
- Phanphanich M. & Mani S. Impact of torrefaction on the grindability and fuel characteristics of forest biomass. *Bioresource Technology*, 2011, Vol. 102, pp. 1246-1253. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.08.028.
- Reza M.T., Lynam J.G., Uddin M.H. & Coronella C.J. Hydrothermal carbonization: Fate of inorganics. *Biomass and Bioenergy*, 2013, Vol. 49, pp. 86-94. DOI: 10.1016/j.biombioe.2012.12.004.
- He Q., Raheem A., Ding L., Xu J., Cheng C. & Yu G. Combining wet torrefaction and pyrolysis for woody biochar upgradation and structural modification. *Energy Conversion and Management*, 2021, Vol. 243, Article 114383. DOI: 10.1016/j.enconman.2021.114383.
- Smith A.M., Singh S. & Ross A.B. Fate of inorganic material during hydrothermal carbonisation of biomass: Influence of feedstock on combustion behaviour of hydrochar. *Fuel*, 2016, Vol. 169, pp. 135-145. DOI: 10.1016/j.fuel.2015.12.006.

### Acknowledgements

The research was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No.20-08-00862A.

### For citation

Krysanova K.O., Krylova A.Yu., Pudova Ya.D. & Borisov A.V. Investigation of mineral components of bio-coal from sawdust obtained by low-temperature methods. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 41-43. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-41-43.

### Paper info

Received October 1, 2021

Reviewed November 10, 2021

Accepted November 15, 2021

MINERALS RESOURCES

# Гарантия успешного партнерства

*2021 г. стал периодом восстановления угольной отрасли: вместе с ростом мирового спроса и уровня цен растут и объемы добываемого в стране топлива. Чтобы обеспечить увеличенные объемы производства, угольщики расширяют инвестпрограммы и закупают более производительное оборудование, предпочитая сотрудничать с зарекомендовавшими себя брендами.*

С 2004 г. в Кемеровской области работает ООО «Сумитек Интернейшнл», поставляя промышленное оборудование и осуществляя его сервисное обслуживание. Компания является официальным дистрибьютором Komatsu – известного во всем мире производителя техники для открытых горных работ и строительства. В Кузбассе уже много лет работают экскаваторы и самосвалы, погрузчики и бульдозеры, автогрейдеры и другое оборудование Komatsu. Оно изготавливается в Японии, Китае, Италии и в других странах, и, конечно, на заводе в российском Ярославле.

«Сумитек Интернейшнл» стремится удовлетворить возросший спрос, учитывая ресурсы и возможности машиностроительных предприятий. Инвестиционные программы заказчиков, как правило, не ограничиваются одним календарным годом, и сегодня практически полностью запланированы объемы поставок техники на 2022-й, а также частично на 2023-2024 годы. Это дает возможность не только решать тактические задачи, но и реализовывать долгосрочную стратегию развития предприятий.

## НЕТ ПРЕДЕЛОВ СОВЕРШЕНСТВУ

Устойчивым спросом в Кузбассе пользуется такая техника Komatsu, как экскаватор PC1250SP-8, самосвал HD785-7, бульдозер D375A-6 и другие модели, которые заслужили признание заказчиков благодаря высокой производи-

**Sumitec**  
International

A company of Sumitomo Corporation group

тельности, надежности и безопасности. Но в Японии принято не останавливаться на достигнутом, а постоянно двигаться к совершенству, внося множество небольших изменений. Эта японская практика известна под названием Kaizen (кайдзен).

В ближайшее время на российский рынок начнутся поставки обновленного PC1250SP-11. К двум существовавшим ранее режимам работы – «турбо» и энергосберегающему – этого не нуждающегося в представлении экскаватора добавлен «Power Plus», который позволяет использовать увеличенную мощность двигателя. В этом режиме PC1250-11 по-прежнему обеспечивает мощное усилие копания ковшом, а напорное усилие на рукояти возрастает до 479 кН (48,8 т). По оценкам производителей, эффективность обновленной модели возрастает на 8% по сравнению с предшественником.

Одно из удобных нововведений – функция автоматического выключения на холостом ходу. Если машина какое-то время простаивает – от 5 до 60 мин, что можно установить самостоятельно – двигатель автоматически выключается. Это позволит снизить эксплуатационные расходы, уменьшить расход топлива и выбросы выхлопных газов. Кстати, снижение расхода топлива у обновленной модели – до 7% по сравнению с предшественником.

На смену зарекомендовавшему себя бульдозеру D475A-5 готовится к выходу на российский рынок D475A-8R с увеличенной до 934 лошадиных сил мощностью двигателя. Эта большая машина заслужила признание угольщиков благодаря прочности и устойчивости конструкции, повышенной защите от внешних воздействий при работе в экстремальных условиях, а также ходовой части, дополненной К-образными каретками для надежности сцепления гусениц с поверхностью. Вместимость сферического отвала этого бульдозера – впечатляющие 34,4 куб. м, а его форма рассчитана на работу с большим объемом грунта с минимумом просыпания.

В следующем году в Кузбасс начнут поступать автосамосвалы новой для региона модели HD1500-8. Его параметры впечатляют: двигатель мощностью порядка полутора тысяч лошадиных сил, грузоподъемность – 141 т, объем кузова «с шапкой» – 94 куб. м. Сверхдлинная колесная база, широкая колея и исключительно низкое положение центра тяжести позволяют самосвалу HD1500-8 передвигаться с грузом на повышенной скорости. Эта модель станет достойной альтернативой легендарному HD785-7.

## НЕ КОМАТСУ ЕДИНЫМ

Как официальный дилер техники Sennebogen «Сумитек Интернейшнл» предлагает угольщикам погрузо-разгрузочное оборудование для работы на обогатительных фабриках и угольных складах. Гусеничные, колесные и балансирные перегружатели этого производителя также





зарекондовали себя при работе с металлломом. В Кузбассе эта техника успешно используется уже не первый год.

В этом году «Сумитек Интернейшнл» получил статус официального дистрибьютора компании Bauer Maschinen по продаже оборудования для горнодобывающей промышленности, разработки карьеров и геотермального применения. Оборудование Bauer Maschinen решает вопросы бурения обсадных и необсадных скважин, позволяет применять различные технологии бурения (с прямой промывкой, с обратной промывкой и продувкой воздухом, бурение с использованием молота, с извлечением керна). Таким образом, установки могут использоваться для геологоразведки и дегазации угольных пластов. Также «Сумитек Интернейшнл» поставляет оборудование для приготовления бурового раствора и сепарационного оборудования Bauer Mat.

### ЗА КАЧЕСТВО ОТВЕЧАЕМ

«Сумитек Интернейшнл» несет ответственность не только за качество поставленного оборудования, но и за его дальнейшую успешную работу.

*«Мы благодарны компаниям, которые позволили нам представлять их бренды в Кузбассе, и нашим заказчикам, которые сделали ставку на оборудование Komatsu, Sennebogen и Bauer. – Говорит директор Кузбасского филиала ООО «Сумитек Интернейшнл» **Николай Акимов**. – Мы как поставщики и обслуживающая организация отвечаем за то, чтобы эта техника бесперебойно работала, делаем все от нас зависящее, чтобы ее качество, надежность и производительность снова и снова подтверждались на практике. И я уверен, что мы справимся с этой ответственностью».*

Обслуживание техники в период гарантии и после него производят сервисные подразделения «Сумитек Интернейшнл». На складах компании поддерживается запас оригинальных смазочных материалов и запасных частей, необходимых для стабильной и производительной работы оборудования. Экскаваторы и бульдозеры, самосвалы и погрузчики, перегружатели и другие машины: наши специалисты готовы к профессиональному сервисному обслуживанию и ремонту спецтехники любого типа.

Эффективное взаимодействие с заказчиками не представишь без использования парка сервисных автомобилей и сертифицированного оборудования для оказания технической поддержки. Чтобы провести диагностику и



### ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ! ОТ ВСЕГО СЕРДЦА ПОЗДРАВЛЯЕМ ВСЕХ ВАС С НАСТУПАЮЩИМ НОВЫМ ГОДОМ!

В канун самого семейного праздника мы подводим итоги года, вспоминаем его яркие моменты и радуемся общению с родными и близкими. Провожая старый год, каждый из нас вспоминает свои успехи и достижения, строит планы на год грядущий, настраивается на лучшее.

От всего сердца желаем, чтобы 2022-й оправдал ваши надежды, стал годом интересных идей, знаковых событий и добрых перемен! Пусть все невзгоды останутся позади, успех будет результатом всех ваших начинаний, а удача – вашим верным спутником! Здоровья и благополучия вам и вашим близким!

С уважением,  
коллектив Кузбасского Филиала  
ООО «Сумитек Интернейшнл»

ремонт и максимально сократить время простоя техники, специалисты «Сумитек Интернейшнл» выезжают на производственные объекты: горные, строительные и монтажные участки.

Но не все ремонты можно выполнить «в полевых условиях». Полный комплекс услуг по ремонту узлов и агрегатов техники предоставляет сервисно-технический центр «Сумитек Интернейшнл» в поселке Тальжино на юге Кузбасса. Ремонтная база – это цеха металлообработки и агрегатного ремонта, а также моторный участок. Спектр оказываемых здесь услуг широк: капитальные ремонты двигателей внутреннего сгорания, силовых передач, механизмов отбора мощности, восстановление гидравлических насосов и цилиндров, гидромоторов, а также всех компонентов ходовой части. Качественное обслуживание техники продлевает рабочий ресурс узлов и агрегатов, отремонтированные компоненты продолжают функционировать и позволяют экономить по сравнению с покупкой новых.

*«Мы позиционируем себя больше, чем просто поставщиком техники. – Резюмирует **Николай Акимов**. – «Сумитек Интернейшнл» – это надежный, ответственный партнер, который своей деятельностью поддерживает эффективное функционирование бизнеса заказчиков. Многолетнее взаимовыгодное партнерство – наша основная ценность. При появлении любых вопросов относительно техники или ее эксплуатации специалисты компании всегда готовы помочь. Собственные подразделения ремонтно-сервисного обслуживания «Сумитек Интернейшнл», а также тесное сотрудничество с производителями техники позволяют нам оказывать всестороннюю техническую поддержку заказчику всегда, когда она необходима».*

Кузбасский филиал  
ООО «Сумитек Интернейшнл»  
Кемерово, ул. Терешковой, 49  
Тел.: +7(3842) 34-58-50





## Новый сервис ЛУКОЙЛ для промышленных партнеров

**ЛУКОЙЛ продолжает расширять спектр сервисов в промышленном сегменте. Компания начала предоставлять клиентам лабораторное оборудование для анализа используемых масел, что позволяет улучшить стандартные интервалы замены смазочных материалов. Пилотный проект уже реализован на предприятии «СУЭК-Хакасия» (разрез «Черногорский»).**

Угольная компания получила в аренду анализатор масел, автоматический аппарат для определения температуры вспышки в открытом тигле, аналитический счетчик частиц и титратор Фишера. Анализатор масел предназначен для проведения элементного анализа (металлы-маркеры износа и состояние присадок), определения химического состава (по степени деградации и загрязнения обработанного материала) и установления вязкости масла. Аналитический счетчик частиц – это прибор для расчета класса чистоты гидравлических жидкостей. Аппарат для определения температуры вспышки анализирует изменение уровня воспламеняемости масла, косвенно оценивая степень содержания топлива, попавшего в масло. Автоматический титратор Фишера выявляет степень содержания воды в масле.

Применение комплекса этих приборов помогает точно определить фактическое состояние масла, скор-



ректировав ожидаемый интервал его замены. Благодаря обстоятельному анализу состояния смазочного материала механики могут забла-

говременно предупредить возникновение неисправностей в двигателе и других узлах техники. В частности, такие возможности дают оценка уровня металлов-маркеров износа и выявление посторонних примесей в масле (антифризы, топливо, кремний и т.п.) при нарушении герметичности системы. В то же время при положительных результатах анализов масла предприятие получает возможность увеличить стандартные межсервисные интервалы, предусмотренные «по умолчанию» в технической документации производителей техники.

«Для углехимических лабораторий основная деятельность связана с анализом качества угля и экологическим мониторингом окружающей среды. Поэтому для персонала лаборатории «СУЭК-Хакасия» наш отдел сопровождения сервисных решений провел серию тренингов по обслуживанию нового оборудования. Кроме того, сотрудники ЛЛК-Интернешнл обучили лаборантов и непосредственно механиков на производстве, как точно интерпретировать данные отчетов, которые формирует специальное ПО на основании работы приборов. Мы уверены, что правильное применение сервисного инструмента способно принести весомую экономическую выгоду партнерам», – прокомментировал внедрение нового сервиса заместитель генерального директора по продажам компании «ЛЛК-Интернешнл» (100% дочернего предприятия ПАО «ЛУКОЙЛ», ответственного за развитие глобального бизнеса смазочных материалов) **Расим Амиралиев.**

### СЕРВИСЫ ОТ ЛУКОЙЛа



Современные стационарные системы раздачи смазочных материалов на ремонтных местах



Мобильные маслозаправочные комплексы, мобильные фильтрационные установки



Онлайн-мониторинг и диагностика резервуарного парка масел и СОЖ; установка автоматических систем подогрева масла в резервуарах



Аренда лабораторных комплексов для анализа состояния рабочих жидкостей

# ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



РЕКЛАМА

LUKOIL  
AVANTGARDE  
ULTRA M3/  
CLD

Двигатель

ЛУКОЙЛ  
ТЕРМОФЛЕКС  
EP 2-180

Подшипники ступиц  
передних колес

ЛУКОЙЛ  
СТИЛО SYNTH  
680

Редуктор  
мотор-колеса

ЛУКОЙЛ  
КАРБОФЛЕКС  
OG HD

Открытые зубчатые  
передачи /  
поворотный круг

ЛУКОЙЛ  
СИНТОФЛЕКС  
АРКТИК  
1-100 HD

Централизованная  
система смазки

ЛУКОЙЛ  
ГЕЙЗЕР  
ЛТ ЦФ/ХЛТ

Гидравлическая  
система

ООО «ЛЛК-Интернешнл»  
Москва, ул. Малая Якиманка, 6  
masla-sales@lukoil.com  
+7 (495) 780-19-87

 **ЛУКОЙЛ**  
СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



# Инновации в обогащении

**ЛОХОВ Д.С.**

Генеральный директор TAPP Group,  
308024, г. Белгород, Россия,  
e-mail: info@tapp-group.ru



**Ключевые слова:** TAPP Group, Сепаратор, сепаратор TCS, интеллектуальный сепаратор

На сегодняшний день перед предприятиями остро стоит вопрос обогащения мелких классов и обеспечения постоянной высокой производительности и эффективности. Для достижения необходимых показателей качества выпускаемого продукта, фабрики постоянно находятся в поиске лучших решений, но применяемые технологии не всегда способны закрыть в полной мере все их потребности и, зачастую, получается решить одну проблему и при этом приобрести несколько новых. Например, для обогащения мелких классов предприятие приобретает флотационную машину и тем самым решает одну задачу, но за счет дорогостоящего содержания этого аппарата и сложного процесса его обслуживания, фабрика приобретает минимум две новые проблемы, это высокая себестоимость обогащения и увеличение часов простоев на ППР. Или применение спиральных сепараторов. Они дают очень низкую зольность отходов. Бывает так, что с разреза везут уголь с зольностью 47, а отходы потом выкидываются с зольностью 45 ввиду того, что эти аппараты несовершенны и на сегодняшний день устарели. К тому же для их регулировки необходим человеческий ресурс, а людям свойственно ошибаться. Такие эксперименты обходятся предприятиям очень дорого не только в денежном плане, но и во временном.

Изучив проблемы предприятий и их потребности, мы разработали технологию «Зеленого обогащения», она позволяет увеличивать выход концентрата мелких классов на 2% и более, а зольность отходов повышать более чем на 9%. Это проверенная технология, которая

включает в себя использование высокоэффективного и инновационного оборудования.

Одним из составляющих этой технологии является интеллектуальный сепаратор TCS. Для наглядности сравним его принцип работы с гидросайзером TBS.



Гидросайзер или сепаратор TBS устроен следующим образом. Через область загрузки, расположенную в верхней части, в него поступает шлам, а чистая вода подается через форсунки, расположенные в днище оборудования. Таким образом, за счет восходящего потока вода выталкивает легкие частицы вверх, и концентрат вытекает через верхнюю область сепаратора, а отходы уходят в нижнюю часть. Для того чтобы поддерживать необходимую плотность в сепараторе, предусмотрен сброс. Он происходит с помощью разгрузочного клапана, который приводится в действие пневматическим цилиндром. В тот момент, когда плотность превышает установлен-

ные показатели, срабатывает датчик и происходит открытие клапана. На первый взгляд все работает отлично, но есть одно но. В тот момент, когда клапан открывается и отходы сбрасываются, происходит смешение угля с породой. В этот момент частички угля тонут и уходят в отходы, а порода всплывает. Соответственно, выход концентрата меньше, чем мог бы быть, а зольность выше. Помимо этого, в момент открытия клапана в отверстие может попасть частица большего размера и застрять. Это приводит к тому, что клапан закрывается не герметично. То же происходит с вязким материалом.

Инженеры компании AURY разработали интеллектуальный сепаратор TCS. На данном оборудовании были убраны клапана. На их место установили трубу, через которую происходит разгрузка отходов. Данный процесс приводится в действие с помощью насоса, что обеспечивает постоянную плотность и предотвращает смешивание угля с породой. Это осуществляется при помощи регулировки скорости вращения насоса. В сепараторе TCS установлен импеллер, он вращается и тем самым создает дополнительную силу восходящего потока.

За счет создания дополнительной восходящей силы мы сокращаем потребление очищенной воды в два раза. Таким образом, его потребление





сводится к 1 куб. м воды на 1 т, в то время как TBS потребляет 2 куб. м на 1 т. Это очень важный показатель ввиду того, что обезводить после TCS гораздо проще, а это снижает затраты.

В 2015 г. было изготовлено 18 сепараторов TCS, которые установили на фабриках Китая, отличных друг от друга марками угля и степенью его обогащения. Испытания проводились вплоть до 2020 г. и дали просто невероятный результат. На всех фабриках было зафиксировано увеличение выхода концентрата от 2% – до 4%. Предположим, что 2%, это 2 т в час. Умножим это значение на 7300 ч в год и умножим на 95, получается 1 387 000 дол. США.

Помимо очевидных экономических преимуществ есть еще одно – не менее важное. Эти 2-4% концентрата возникнут не из воздуха, они выбрасываются в отвал, где смешиваются с воздухом и через время возгораются, выделяя не только CO<sub>2</sub>, но и половину таблицы Менделеева в придачу.

Применение инновационных технологий и эффективного оборудования просто необходимо для любого современного предприятия, стремящегося к росту и заинтересованного в достижении лидирующих позиций на рынке.

Мы на пороге уникальных по сложности и масштабу преобразований, связанных с всесторонней модерни-

зацией и технологическим обновлением всей углеобогатительной отрасли. Все мы можем внести весомый вклад в дальнейшее развитие не только каждой отдельной страны, но и всего мира.

**ООО «Открытые технологии»**

308024, Россия, г. Белгород

тел.: +7 (4722) 23-28-39,

+7 (800) 301-27-73

E-mail: [info@tapp-group.ru](mailto:info@tapp-group.ru)

web: [www.tapp-group.ru](http://www.tapp-group.ru)

**YouTube-канал:**

<https://www.youtube.com/channel/UC6MNTJnLTLO2m-wU3rPReVA>



# С Новым Годом!

Новый год – это всегда вера в лучшее будущее. Пусть наступающий год обязательно реализует все ваши мечты и пожелания, создаст возможности для дальнейших успехов и процветания. Желаем здоровья, тепла, заботы, успехов в делах, достижения новых вершин! Пусть работа приносит удовольствие, а жизнь будет наполнена только радостными моментами. Желаем, чтобы новый год оставил в сердце хорошие воспоминания и радовал чудесным настроением. Пусть ваш путь будет легким, а достигаемые вершины – не тяжелыми. А всё задуманное обязательно исполнится в новом году!

*Счастья и здоровья! С Новым 2022 годом!*

**TAPP GROUP**  
TECHNOLOGICAL ADVANCE FOR PLANT PRODUCTIVITY

# Формирование системы управления эколого-экономической безопасностью угледобывающего региона

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-50-56>

## МИХАЙЛОВ В.Г.

Канд. техн. наук, доцент,  
доцент кафедры производственного менеджмента КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: mvg.eohp@kuzstu.ru

## КИСЕЛЕВА Т.В.

Доктор техн. наук, профессор,  
профессор кафедры прикладных информационных технологий и программирования СибГИУ,  
654007, г. Новокузнецк, Россия

## МИХАЙЛОВА Я.С.

Ассистент кафедры производственного менеджмента КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,  
650000, г. Кемерово, Россия

## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение ЭЭБ региона и его локальных составляющих зависит от особенностей экономического развития, где ключевую роль играют базовые отрасли промышленности, к которым в Кемеровской области – Кузбассе относятся угледобыча и углепереработка [1]. В частности, в 2019 г. выбросы загрязняющих веществ угледобывающей отрасли от стационарных источников составили 81,5% от всего количества поступивших в атмосферу веществ по Кузбассу. Такая ситуация определила высокую углеродоемкость валового регионального продукта Кемеровской области, который в среднем на 7-11% выше общероссийского уровня [2, 3]. В современных условиях ЭЭБ региона или субъекта Федерации можно определить как совокупность текущего состояния, условий и факторов, характеризующих устойчивость развития экономики территории, стабильность, эффективность использования природных ресурсов и производственно-экономического потенциала региона или субъекта в целях подъема уровня жизни населения [4, 5]. Эффективность управления ЭЭБ на всех уровнях зависит от множества факторов, среди которых наибольшее значение имеют специфика объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, территориальное размещение предприятий с учетом природной и урбоэкологической составляющей, весь спектр законов, распоряжений, нормативов и требований, направленных на улучшение экологической ситуации, и наличие тесного и рационального взаимодействия между всеми природоохранными структурами управления, предприятиями реального сектора экономики, другими системообразующими участниками. Решения, принимаемые мировым сообществом, отдельными государствами и территориальными объединениями, показывают, что ЭЭБ на современном этапе развития общества становится не только важнейшим условием хозяйственной деятельности, но и определяющим принципом хозяйственного механизма реализации интересов всех регионов [4].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – региональная ЭЭБ применительно к территории с повышенной техногенной нагрузкой. Предмет исследования – структурные особенности

В статье выполнен анализ известных подходов к определению и особенностям оценивания эколого-экономической безопасности (ЭЭБ) угледобывающего региона. Рассмотрена структура управления ЭЭБ промышленного предприятия, функционирующего в условиях региона со сверхразвитой угледобывающей промышленностью, и предложен способ достижения требуемого уровня ЭЭБ. Выполненная работа имеет практическое значение для природоохранных структур различного уровня и крупных промышленных угледобывающих предприятий с целью прогнозирования требуемого уровня ЭЭБ.

**Ключевые слова:** эколого-экономическая безопасность, угледобывающий регион, угледобывающие предприятия, техногенная нагрузка, **бэб-принцип**, стратегии повышения уровня ЭЭБ.

**Для цитирования:** Михайлов В.Г., Киселева Т.В., Михайлова Я.С. Формирование системы управления эколого-экономической безопасностью угледобывающего региона // Уголь. 2021. № 12. С. 50-56. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-50-56.

обеспечения региональной ЭЭБ и способы достижения ее требуемого уровня в условиях угледобывающего региона. Исследование основано на анализе отечественных литературных источников по проблемам обеспечения ЭЭБ. Особое внимание уделено способу достижения заданного уровня ЭЭБ на основе построения ориентированных графов. В работе использованы элементы системного анализа и результаты, полученные специалистами в области управления ЭЭБ.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Исследованию проблемы обеспечения ЭЭБ посвящено множество публикаций отечественных и зарубежных ученых. В работе [6] отмечается, какое место занимает ЭЭБ в общей системе глобальной, региональной и локальной экономической безопасности. Н.Е. Булетова определяет ЭЭБ как совокупность состояний, процессов и действий, способных обеспечить баланс интересов национальной (региональной, местной) экономики и окружающей среды, не приводящих к нарушениям (или угрозам таких нарушений) для природной среды и общества за пределами установленных законодательством норм. Здесь же разработана структура мониторинга ЭЭБ регионов РФ, включающая мониторинг качества жизни, экологического состояния, экономического состояния и государственных финансов [7]. Другое определение ЭЭБ представлено в монографии [8]: состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, окружающей природной среды региона от угроз, вызванных воздействием жизнедеятельности людей и отраслей экономики на природную среду и, в свою очередь, природной среды на людей и субъекты хозяйствования. Н.Н. Скитер сформулировала следующие уровни ЭЭБ: семьи и личности; микроэкономический; региональный; макроэкономический; мегаэкономический. В этом же исследовании представлены индикаторы ЭЭБ – количественные значения состояния социоэкосистемы, определяющие степень ее защищенности от внешних и внутренних угроз, и пороговые величины – предельные значения индикаторов и критериев безопасности, превышение или снижение которых ведет к образованию и распространению негативных, деструктивных процессов в социоэкосистеме [4]. В рассмотренной работе [6] сделан важный вывод о том, что на ЭЭБ предприятий влияют расходы на природоохранную деятельность, а трудности прогнозирования и предотвращения объективных угроз ЭЭБ усугубляются синергетическим эффектом различных факторов при огромном количестве их комбинаторных вариаций. Один из вариантов оценивания ЭЭБ и рисков предприятий представлен на основе использования математического аппарата [9, 10] нечеткой логики. Кроме того, проведено зонирование угроз ЭЭБ и раз-

работан метод оценивания эффективности рекомендаций по комплексу необходимых мероприятий для предотвращения ущербов и минимизации потерь [11].

Существует множество и других исследований, посвященных данной проблеме [12, 13, 14, 15, 16].

Организационная структура управления ЭЭБ крупного промышленного предприятия, к которым и относится инфраструктура угледобычи, представленная на рис. 1, включает три уровня (от верхнего к нижнему):

- территориальный орган управления;
- low-уровень управления угледобывающим предприятием;
- top- и middle-уровень управления угледобывающим предприятием.

Территориальный орган управления (верхний уровень) определяет требования к системе управления эколого-экономической безопасностью на предприятиях ( $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ ) и контроль их выполнения. В качестве таких требований выступает обеспеченность предприятий всей необходимой разрешительной экологической документацией (проекты НДВ, НДС, лимитов на размещение отходов, санитарно-защитных зон, перехода на принципы НДТ и другие) и прочие элементы.

Low-уровень управления угледобывающим предприятием ( $Y_{1,1}; Y_{2,1}; \dots, Y_{n,1}$ ) реализует требования экологической безопасности в конкретных производственных цехах, участках и производствах, применительно к действующим технологическим процессам и оборудованию.

Middle-уровень (отделы охраны окружающей среды, производственно-технического контроля и систем менеджмента качества) – ( $Y_{1,2}; Y_{2,2}; \dots, Y_{n,2}$ ) адаптируют требования по обеспечению экологической безопасности к их реализации в производственных подразделениях предприятия (участки, цехи, производства).

Top-уровень управления угледобывающим предприятием (совет директоров, генеральный директор, технический директор или главный инженер) – ( $Y_{1,3}; Y_{2,3};$



Рис. 1. Организационная структура управления ЭЭБ угледобывающего предприятия



...,  $Y_{n,3}$ ) формируют стратегические или тактические (годовые) планы управления природоохранной деятельностью в зависимости от вышестоящих ведомственных требований.

Уровень ЭББ интерпретируется как комплексный или интегральный показатель, характеризующий систему управления ЭЭБ, функционирующую на предприятии. Уровень ЭББ определяется на основе вероятности работы угледобывающих предприятий без генерирования экологических аварий (залповые выбросы и сбросы загрязняющих веществ, значительные превышения лимитов образования отходов производства и потребления и другие). Другой вариант – ожидаемый экономический ущерб от экологических аварий на предприятиях, использующих принципы наилучших доступных технологий (НДТ) и являющихся лучшими по критерию ЭЭБ, отнесенный к ожидаемому экономическому ущербу на данном угледобывающем предприятии.

Нормирование уровня ЭЭБ осуществляется различными методами в зависимости от особенностей предприятия:

- отраслевая принадлежность;
- характеристика негативного воздействия на окружающую среду;
- использование принципов НДТ;
- сертификация по стандартам ISO 14001-2015;
- категория опасности по степени опасности производства;
- существующий уровень поддержания ЭЭБ;
- другие.

В связи с тем, что предприятие, особенно функционирующее в угледобывающей отрасли, не может осуществить быстрый переход от низких значений уровня ЭЭБ к соответствующим мировым стандартам, например НДТ, требуется установление промежуточных значений уровня ЭЭБ в течение определенного периода времени, которые задаются центром управления.

Центр управления обеспечивает постепенный переход угледобывающих предприятий к заданному уровню ЭЭБ, определяя на каждый период значения требуемых показателей (например, нарастающим итогом).

Выбор стратегии повышения уровня ЭЭБ целесообразно рассматривать в виде реализации двух последовательных этапов. Первый этап включает формирование стратегии повышения уровня эколого-экономической безопасности угледобывающего региона (УЭЭБУР), для определения которого можно использовать два подхода. В соответствии с первым подходом УЭЭБУР оценивается по формуле (1):

$$RES = \sum_{i=1}^n Z_i, \quad (1)$$

где  $RES$  – значение уровня ЭЭБ угледобывающего региона;  $Z_i$  – нормативный уровень ЭЭБ  $i$ -го угледобывающего предприятия;  $i = 1, n$ .

Второй подход предполагает оценивание УЭЭБУР с помощью среднего уровня ЭЭБ.

На втором этапе выбора стратегии повышения УЭЭБУР определяется нормативный уровень ЭЭБ каждого угледобывающего предприятия, исходя из условий (2):

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n Z_i = RES \\ \sum_{i=1}^n EC_{RESi} \rightarrow \min, \end{cases} \quad (2)$$

где  $EC_{RESi}$  – затраты  $i$ -го угледобывающего предприятия на достижение УЭЭБУР.

Условие, когда сумма нормативных уровней ЭЭБ каждого угледобывающего предприятия равняется сумме УЭЭБУР, частично реализовано в зарубежной практике в форме принципа «пузыря» или бабл-принципа. При таком подходе выбросы предприятий, расположенных на определенной площадке, рассматриваются как один источник загрязнения. Предприятия имеют возможность реализовывать «излишки» – разницу между нормативом загрязнения, установленным региональным центром управления природоохранной деятельностью, и фактическим объемом загрязнения тем природопользователям, которые не «укладываются» в установленные для них нормативы загрязнения. В результате предприятия мотивированы к использованию наиболее эффективного очистного оборудования, в том числе из справочников НДТ, которое дополнительно позволяет получать прибыль за счет реализации «излишков» норматива загрязнения другим предприятиям. Выгода стороны, приобретающей такие «излишки», заключается в выгоде по сравнению с дополнительными штрафами за превышение нормативов загрязнения. Аналогичная идея была частично реализована в межгосударственных взаимодействиях по ограничению выбросов парниковых газов («Киотский протокол», «Парижские соглашения»).

Информация о затратах на достижение значений уровня ЭЭБ должна предоставляться угледобывающими предприятиями как элемент отчетности о состоянии УЭЭБУР на предприятии. В качестве отчетности может использоваться комплексный экологический отчет угледобывающего предприятия, который включает результаты реализации экологической политики, целей и задач в соответствии с системой экологического менеджмента, традиционные формы экологической отчетности (2-ТП (воздух), 2-ТП (водхоз), 2-ТП (отходы), 4-ОС и другие) и другие отчеты о реализации природоохранной деятельности предприятия.

Важной проблемой обеспечения контроля за УЭЭБУР является достоверность отчетных данных предприятий-природопользователей. В данной работе предлагается система штрафования за предоставление недостоверной информации о негативном воздействии на окружающую среду на основании данных, полученных от угледобывающих предприятий и официально уполномоченных природоохранных структур (центр управления), с учетом класса опасности загрязняющих веществ или отходов производства и потребления.

Обеспечение такой достоверности должно быть реализовано на основе механизма контроля УЭЭБУР на предприятии, который по многим характеристикам соответствует действующему организационно-экономическому механизму управления природоохранной деятельностью, включающему следующие элементы:

- штрафы;
- предписания;

- закрытие предприятий;
- увеличение налоговых отчислений;
- плата за негативное воздействие и другие элементы.

В результате можно сформулировать основные задачи, решение которых позволит повысить УЭЭБУР:

- определение стратегии (вектора развития) повышения УЭЭБУР;
- определение нормативных уровней ЭЭБ для предприятий-природопользователей, расположенных в угледобывающем регионе;
- определение системы санкций, мотивирующих предприятия к предоставлению достоверной информации о состоянии УЭЭБУР.

Задача определения стратегии повышения УЭЭБУР заключается в ее оценке, соответствующей цели создания УЭЭБУР региона в сложившихся социо-эколого-экономических условиях. При этом существующий уровень ЭЭБ можно принять равным  $RES_0 = 0$ , а требуемый (конечный)  $RES_{\text{треб}} = 1$ . Промежуточные УЭБ ( $RES_1 = 0,25$ ;  $RES_2 = 0,5$ ;  $RES_3 = 0,75$ ;  $RES_4 = 1,0$ ) задаются с условием того, что каждому из них соответствуют конкретные требования к системе управления ЭЭБ предприятий, например количественные показатели снижения негативного воздействия на окружающую среду. Если регион ставит задачу обеспечения выхода на требуемый УЭЭБУР ( $RES_Q = 1,0$ ) за  $Q$  периодов времени (лет), где  $Q$  принимаем равным четырем, то региональной стратегией обеспечения требуемого уровня ЭЭБ является вектор  $RES = \{RES_1, RES_2, RES_3, RES_4\}$ , где  $RES_j$  определяет УЭЭБУР, который планируется реализовать к концу  $j$ -го периода. Примем условие, что УЭЭБУР, достигнутый на каждом заявленном временном интервале, не уменьшается, то есть:  $0 \leq RES_1 \leq RES_2 \leq RES_3 \leq RES_4 = 1$ . Затраты на достижение и поддержание в период  $Q$  уровня  $RES_j$ , если в предыдущем периоде был достигнут уровень  $RES_{j-1}$ , можно обозначить как  $RES_{j-1,j}^Q$ . Данная величина определяется на основе отчетов предприятий, экспертных оценок и

другой информации. Требуется решить задачу определения стратегии  $RES$ , обеспечивающей к концу расчетного периода  $Q = 4$  уровень безопасности  $RES_Q = RES_4 = 1,0$  с минимальными затратами.

С целью решения данной задачи требуется построение графа возможных стратегий (рис. 2) [17, 18].

Начальная вершина графа соответствует началу первого периода (года). Слой I показывает возможные варианты стратегии к концу первого периода:

- оставление прежнего уровня ЭЭБ ( $RES_0 = 0$ );
- увеличение уровня ЭЭБ до значения, соответственно,  $RES_1 = 0,25$ ;  $RES_1 = 0,5$  или  $RES_0 = 0,75$ ;
- увеличение уровня ЭЭБ до конечного значения  $RES_1 = 1,0$ .

Слои II и III также показывают аналогичные стратегии, соответственно, к концу второго и третьего периода, а слой IV, отдельно не обозначенный на рис. 2, содержит только конечную вершину со значением  $RES_4 = 1,0$  и показывает, что к концу четвертого периода требуется обеспечить заданный уровень ЭЭБ, который был принят равным 1.

Путь в графе, соединяющий начальную вершину с конечной, соответствует определенной стратегии повышения уровня ЭЭБ, например, переход на принципы НДТ в соответствии с законодательно установленными сроками. Для выделения пути графа целесообразно обозначение  $j$ -й вершины  $i$ -го слоя через  $(ij)$ . В этом случае одним из возможных вариантов реализации стратегии повышения уровня ЭЭБ является «пропорциональное» достижение итогового показателя на каждом временном интервале, когда в первом периоде значение уровня ЭЭБ составляет 0,25; во втором периоде – 0,5; в третьем периоде – 0,75; достигая заданного уровня в конечной точке  $RES_4 = 1,0$ . На практике это означает наличие у угледобывающего предприятия ресурсов, необходимых для «поступательного» достижения итогового показателя. На рис. 3 представлен фрагмент графа, отражающий путь реали-

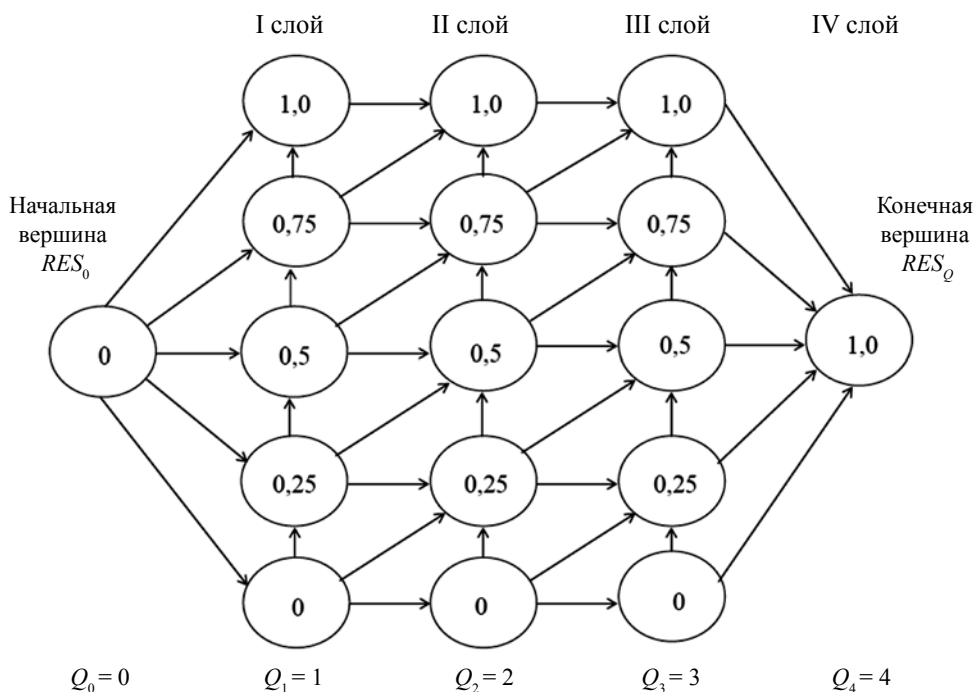


Рис. 2. Граф возможных стратегий повышения уровня ЭЭБ

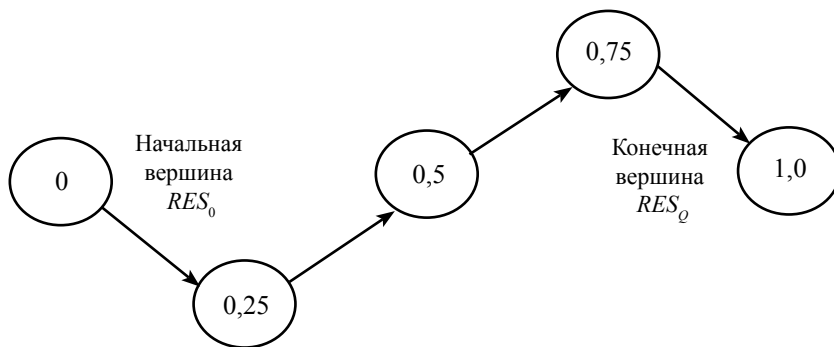


Рис. 3. Фрагмент графа одной из возможных стратегий повышения уровня ЭЭБ, основанной на «пропорциональном» достижении итогового показателя на каждом временном интервале

зации такой стратегии. Фрагмент графа, представленный на рис. 3, обозначается как  $[RES_0; (1; 1); (2; 2); (3; 3); RES_Q]$ .

Из рис. 2 и 3 следует, что с помощью графа потенциальных стратегий возможно решение задачи выбора оптимальной стратегии по различным критериям. В частности, одним из критериев могут быть затраты на создание и поддержание уровня ЭЭБ в подразделениях угледобывающего предприятия, обеспечивающих требуемый уровень ЭЭБ  $RES_Q$  (отделы охраны окружающей среды, систем менеджмента качества и другие). В этом случае в качестве длины дуги  $[(Q, j - 1); (Q + 1, j)]$  принимаются затраты  $RES_{j-1,j}^Q$  на создание и поддержание в периоде  $Q$  УЭЭБУР, обеспечивающие уровень ЭЭБ, равный  $RES_j$  при условии, что в начале периода  $Q$  этот уровень был равен  $RES_{j-1}$ . Исходя из этого, длина любого пути, соединяющего начальную вершину с конечной, будет равна затратам на создание и поддержание уровня ЭЭБ при стратегии, соответствующей этому пути. В результате, задача сводится к определению пути минимальной длины в графе возможных стратегий. На рис. 4 показан пример решения задачи.

Стратегия, представленная на рис. 4  $[RES_0; (1; 1); (2; 2); (3; 3); RES_Q]$ , выделена жирными линиями. Суммарные затраты на ее реализацию составляют 38 условных единиц. Числа в круглых скобках у дуг равны длинам дуг, а числа в квадратных скобках у вершин равны длине минимального (кратчайшего) пути из начальной вершины в данную вершину.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что при решении задачи минимизации затрат на создание системы управления ЭЭБ за  $Q = 4$  года, что обусловлено периодом реализации реформ в национальном экологическом

законодательстве, одновременно получено решение задачи для всех  $T \leq Q$ . В связи с тем, что числа, стоящие у вершин  $(T, 4)$ , где  $T = 1, 2, 3, 4$ , определяют минимальные затраты на создание требуемого уровня ЭЭБ  $RES_Q$  за  $T$  периодов. На основании результатов расчета, представленных на рис. 4, можно сделать вывод, что достижение уровня ЭЭБ за три периода требует 40 условных единиц, за два периода – 45 условных единиц, за один период – 75 условных единиц.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

- выполнен анализ известных подходов к определению, структуре и особенностям оценивания ЭЭБ для объектов разного уровня;
- построена трехуровневая организационная структура управления ЭЭБ угледобывающего предприятия;
- рассмотрены различные подходы к оцениванию УЭЭБУР;

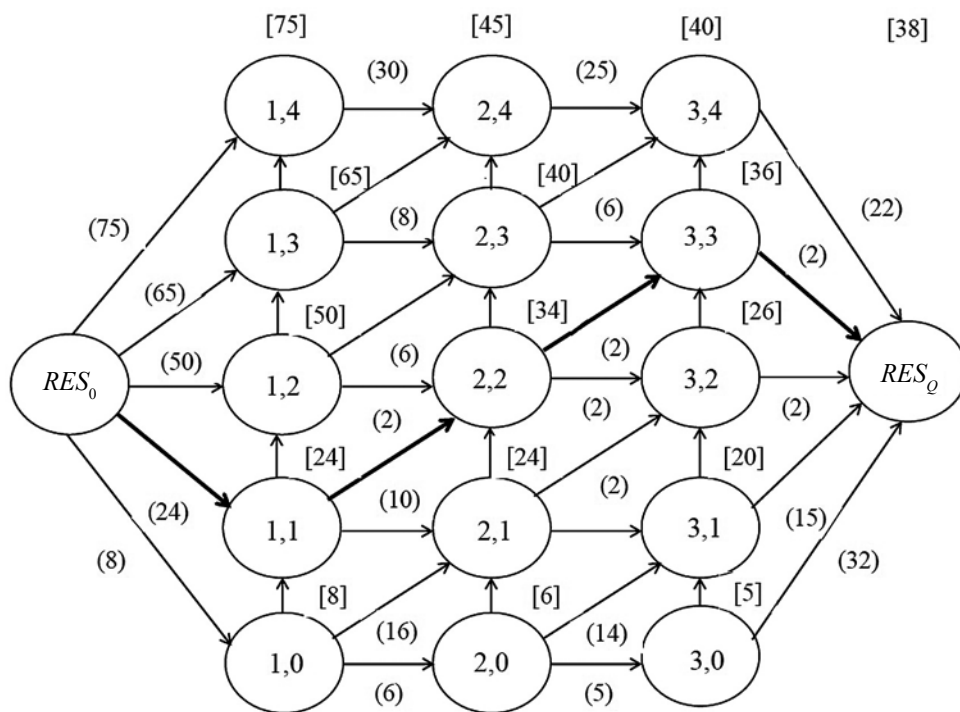


Рис. 4. Пример расчета возможных стратегий на основе графа



- построены оргграф возможных стратегий повышения уровня ЭЭБ, а также его фрагмент, характеризующий стратегию повышения уровня ЭЭБ, основанную на «пропорциональном» достижении итогового показателя на каждом временном интервале;
- приведен пример расчета возможных стратегий на основе оргграфа с определением затрат, требуемых для достижения заданного уровня ЭЭБ;
- данная работа имеет практическое значение при планировании эффективной природоохранной деятельности угледобывающего региона, включая отдельные промышленные предприятия.

### Список литературы

1. Baranov V., Makhutov N. Structural analysis of processor of sustainable development of systems of social environment / *Twelfth Inter. Conference «Management of large-scale system development»*. 2019. Article 8911073.
2. Шутько Л.Г., Самородова Л.Л. Влияние угледобывающей промышленности Кузбасса на здоровье населения региона // *Уголь*. 2021. № 9. С. 46-50. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-46-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-46-50>.
3. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2021 года // *Уголь*. 2021. № 9. С. 25-36. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-25-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-25-36>.
4. Skiter N.N., Rogachev A.F., Mazaeva T.I. Modeling ecological security of a state // *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015. Vol. 6. No. 3. S. 6. P. 185-192.
5. Environmental management: the ideology of natural resource rational use / V.M. Zolotukhin, V.A. Gogolin, M.Yu. Yazevich et al. / *IOP Conference Series: Earth and Env. Sci.* 2017. Vol. 50. Article 012027.
6. Development of manufacturing enterprises in the context of the new technological revolution / A.V. Veretyokhin, V.M. Yachmeneva, O.V. Sevastyanova et al. // *International Journal on Emerging Technologies*. 2020. Vol. 11. No. 2. P. 192-197.
7. New interaction paradigm of ecological, social and economic structures of human activity / N.Ye. Buletova, I.V. Gorelova, A.V. Golomanchuk et al. // *Economy of Region*. 2015. Vol. 42. No. 2. P. 59-71.
8. Утков М.А., Утков П.Ю. Эколого-экономическая безопасность в системе регионального управления. С-Пб.: Издательство Санкт-Петербургского университета управления и экономики, 2014. 116 с.
9. Avdeev V.P., Burkov V.N., Kiseleva T.V. Multi-variant active systems // *Automation and Remote Control*. 2001. Vol. 62. No. 10. P. 1645-1650.
10. Структурный анализ временных рядов данных / И.А. Агеев, В.Н. Бурков, В.И. Зинченко и др. // *Автоматика и телемеханика*. 2005. № 6. С. 161-169.
11. Tools for sustainability management of socio-ecological systems in the globalizing world / A.F. Rogachev, V.N. Ostrovskaya, A.S. Natsubidze et al. // *Advances in intelligent systems and computing*. 2018. Vol. 622. P. 241-247.
12. Barkalov S.A., Polovinkina A.I. Economic mechanisms of increasing the level of fire safety / 15-th Int. Conference on Systems Science (Wroclaw: Wroclaw University of Technology). 2004. P. 426-429.
13. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т. Эколого-экономические модели и прогнозы в системе регионального управления // *Проблемы прогнозирования*. 2012. № 1 (130). С. 88-98.
14. Social-economic processes of fuel and raw materials region: diversification, mathematical modeling and regularities / A.V. Novichikhin, V.N. Fryanov, T.V. Petrova et al. / *IOP Conference Series: Earth and Env. Sci.* 2017. Vol. 84. Article 012036.
15. Research of environmental and economic interactions of coke and by-product process / V. Mikhailov, T. Kiseleva, S. Bugrova et al. / *E3S Web of Conference*. 2017. Vol. 21. Article 02004.
16. Kiseleva T.V., Mikhailov V.G., Mikhailov G.S. Contemporary trends in improvement of organizational-economic mechanism of environmental management / *IOP Conference Ser.: Earth Environ. Sci.* 2017. Vol. 84. Article 012044.
17. Бурков В.Н., Щепкин А.В. Экологическая безопасность. М.: ИПУ РАН, 2003. 92 с.
18. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. М.: ИПУ РАН, 2008. 244 с.

### Original Paper

UDC 622.85:504.6 © V.G. Mikhaylov, T.V. Kiseleva, Ya.S. Mikhaylova, 2021  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 50-56  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-50-56>

### Title

**DEVELOPMENT OF A SYSTEM TO MANAGE THE ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SECURITY OF A COAL MINING REGION**

### Author

Mikhaylov V.G.<sup>1</sup>, Kiseleva T.V.<sup>2</sup>, Mikhaylova Ya.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gorbachev's Kuzbass State Technical University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

<sup>2</sup>Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, 654007, Russian Federation

### Authors Information

**Mikhaylov V.G.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Industrial Management, e-mail: [mvg.eohp@kuzstu.ru](mailto:mvg.eohp@kuzstu.ru)

**Kiseleva T.V.**, Doctor of Engineering, Professor at the Department of Applied Information Technology and Programming

**Mikhaylova Ya.S.**, Assistant Lecturer, Department of Industrial Management

### Abstract

The article analyzes the known approaches to the definition and specific features of assessing the environmental and economic security (EES) of a coal-mining region. The structure of the EES management for an industrial company that operates in a region with a superdeveloped coal-mining industry is considered, and a way to achieve the required level of the EES is proposed. The performed research is of practical value for the nature protection authorities of various levels and for large-scale industrial coal-mining companies in forecasting the required EES level

**Keywords**

Environmental and economic security, Coal-mining region, Coal-mining companies, Technogenic load, Bubble principle, Strategies to improve the EES level.

**References**

1. Baranov V. & Makhutov N. Structural analysis of processor of sustainable development of systems of social environment / *Twelfth Inter. Conference «Management of large-scale system development»*, 2019, Article 8911073.
2. Shutko L.G. & Samorodova L.L. The impact of the coal mining industry of Kuzbass on the health of the population in the region. *Ugol*, 2021, (9), pp. 46-50. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-46-50.
3. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Performance of the Russian coal industry in January-June 2021. *Ugol*, 2021, (9), pp. 25-36. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-25-36.
4. Skiter N.N., Rogachev A.F. & Mazaeva T.I. Modeling ecological security of a state. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 2015, Vol. 6, (3), S. 6, pp. 185-192.
5. Zolotukhin V.M., Gogolin V.A., Yazevich M.Yu. et al. Environmental management: the ideology of natural resource rational use / *IOP Conference Series: Earth and Env. Sci.* 2017, Vol. 50, Article 012027.
6. Veretyokhin A.V., Yachmeneva V.M., Sevastyanova O.V. et al. Development of manufacturing enterprises in the context of the new technological revolution. *International Journal on Emerging Technologies*, 2020, Vol. 11, (20), pp. 192-197.
7. N.Ye. Buletova, I.V. Gorelova, A.V. Golomanchuk et al. New interaction paradigm of ecological, social and economic structures of human activity. *Economy of Region*, 2015, Vol. 42, (2), pp. 59-71.
8. Utkov M.A. & Utkov P.Yu. Environmental and economic security in regional management system. St. Petersburg, Publishing house of St. Petersburg University of Management and Economics, 2014, 116 p. (In Russ.).
9. Avdeev V.P., Burkov V.N. & Kiseleva T.V. Multi-variant active systems. *Automation and Remote Control*, 2001, Vol. 62, (10), pp. 1645-1650.
10. Ageev I.A., Burkov V.N., Zinchenko V.I. et al. Structural analysis of time-series data. *Avtomatika i telemekhanika*, 2005, (6), pp. 161-169. (In Russ.).

11. Rogachev A.F., Ostrovskaya V.N., Natsubidze A.S. et al. Tools for sustainability management of socio-ecological systems in the globalizing world. *Advances in intelligent systems and computing*, 2018, Vol. 622. pp. 241-247.
12. Barkalov S.A. & Polovinkina A.I. Economic mechanisms of increasing the level of fire safety / 15-th Int. *Conference on Systems Science* (Wroclaw: Wroclaw University of Technology), 2004, pp. 426-429.
13. Druzhinin P.V. & Shkiperova G.T. Environmental and economic models and forecasts in regional management systems. *Problemy prognozirovaniya*, 2012, (130), pp. 88-98. (In Russ.).
14. Novichikhin A.V., Fryanov V.N., Petrova T.V. et al. Social-economic processes of fuel and raw materials region: diversification, mathematical modeling and regularities / *IOP Conference Series: Earth and Env. Sci.*, 2017, Vol. 84, Article 012036.
15. Mikhailov V., Kiseleva T., Bugrova S. et al. Research of environmental and economic interactions of coke and by-product process / *E3S Web of Conference*, 2017, Vol. 21, Article 02004.
16. Kiseleva T.V., Mikhailov V.G. & Mikhailov G.S. Contemporary trends in improvement of organizational-economic mechanism of environmental management / *IOP Conference Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2017, Vol. 84, Article 012044.
17. Burkov V.N. & Shchepkin A.V. *Environmental Safety*. Moscow, Institute if Control Sciences of RAS, 2003, 92 p. (In Russ.).
18. Burkov V.N., Novikov D.A. & Schepkin A.V. Mechanisms to control environmental and economic systems. Moscow, Institute if Control Sciences of RAS, 2008, 244 p. (In Russ.).

**For citation**

Mikhaylov V.G., Kiseleva T.V. & Mikhaylova Ya.S. Development of a system to manage the environmental and economic security of a coal mining region. *Ugol*, 2021, (12), pp. 50-56. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-50-56.

**Paper info**

Received October 17, 2021  
 Reviewed October 27, 2021  
 Accepted November 18, 2021

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

ПРОИЗВОДСТВО ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОГО  
 АККУМУЛЯТОРНОГО ИНСТРУМЕНТА



РЕКЛАМА

**ТАВР**  
 тагъ аккумуляторная  
 взрывозащитная радиоуправляемая

**СПК**  
 СТЫК

ПРОИЗВОДСТВО МЕХАНИЧЕСКИХ  
 СОЕДИНЕНИЙ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ

**Вулкан**  
 стыковая соединения

**СПК · ШС**  
 штыковая соединения

Признанное качество

тел. (3843) 99-14-26

www.spk-styk.ru

# Исследование устойчивости хвостохранилища угольной обогатительной фабрики «Восточная» (Центральный Казахстан) для оценки его безопасной консервации и ликвидации

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-57-62>

Целью исследования является изучение инженерно-геологических условий грунтов основания и тела дамбы хвостохранилища с дальнейшим расчетом параметров устойчивости дамбы для выбора мероприятий, направленных на оценку возможности эксплуатации хвостохранилища с последующей его консервацией (ликвидацией) при достижении расчетных значений.

Разработаны рекомендации и мероприятия по выводу из эксплуатации и переводу хвостохранилища на консервацию с последующей его ликвидацией при обеспечении промышленной и экологической безопасности для окружающей среды. С учетом физико-механических свойств грунтов и пород основания, погодных-климатических условий, результатов моделирования обоснована методика расчета для проведения инженерно-строительных работ, направленных на обеспечение устойчивости внешних откосов дамбы.

**Ключевые слова:** устойчивость дамбы, шлам, откосы, грунты, консервация, ликвидация, хвостохранилище, методика расчета, моделирование.

**Для цитирования:** Исследование устойчивости хвостохранилища угольной обогатительной фабрики «Восточная» (Центральный Казахстан) для оценки его безопасной консервации и ликвидации / С.О. Рыжков, В.С. Портнов, Н.Х. Хуанган и др. // Уголь. 2021. № 12. С. 57-62. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-12-57-62.

## ВВЕДЕНИЕ

В Казахстане насчитывается большое число обогатительных фабрик и горно-обогатительных комплексов, занимающихся переработкой и обогащением руд, однако фабрик по обогащению углей – единицы, и одной из них является крупная Центральная обогатительная фабрика (далее – ЦОФ) «Восточная», которая расположена в восточной части Шерубай-Нурунского угленосного района Карагандинского угольного бассейна. Основным ее назначением является глубокое обогащение мокрым про-

## РЫЖКОВ С.О.

Докторант *phD* кафедры «Геология и разведка МПИ» Карагандинского технического университета, 100000, г. Караганда, Казахстан, e-mail: ice2@inbox.ru

## ПОРТНОВ В.С.

Доктор техн. наук, профессор кафедры «Геология и разведка МПИ» Карагандинского технического университета, 100000, г. Караганда, Казахстан,

## ХУАНГАН Н.Х.

Доктор *phD*, проректор по научной работе Карагандинского технического университета, 100000, г. Караганда, Казахстан,

## РАХИМОВ М.А.

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительные материалы и технологии» Карагандинского технического университета, 100000, г. Караганда, Казахстан,

## ХМЫРОВА Е.Н.

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Карагандинского технического университета, 100000, г. Караганда, Казахстан,



цессом труднообогатимых, высокозольных, низкосернистых и хорошо спекающихся коксующихся углей Карагандинского угольного бассейна.

В связи с заполнением хвостохранилища до проектного уровня сброс хвостов в него остановлен. И в этой связи возникла необходимость оценки устойчивости ограждающей дамбы хвостохранилища на предмет его безопасного для окружающей среды содержания с оценкой возможности продления срока эксплуатации при проведении необходимых работ по укреплению бортов дамбы с разработкой системы наблюдений за ее устойчивостью с перспективой ее консервации и ликвидации при условии проведения комплекса мероприятий по рекультивации территории хвостохранилища [1, 2, 3, 4].

Таким образом, объектом исследования является ныне неэксплуатируемое хвостохранилище ЦОФ «Восточная».

**ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ**

По способу заполнения хвостохранилище – наливного типа. Флотохвосты к хвостохранилищу подавались с главного корпуса ЦОФ по двум трубопроводам длиной ~5,0 км.

Конструкция дамбы была выполнена без организации дренажа в связи с водонепроницаемым основанием и отсутствием выхода кривой депрессии на поверхность низового откоса. Она проходит ниже границы промерзания грунта, равного 1,7 м.

В 2017 г. по проекту была создана дополнительная емкость хвостохранилища путем наращивания части существующей дамбы и перемычек в сторону верхового откоса на +1,5 м. Тело наращиваемой дамбы выполнено из намытого шлама, крепление гребня и откосов выполнено наброской несортированного скального грунта толщиной 0,2 м по слою обратного фильтра из гравийного грунта толщиной 0,2 м. В теле дамбы предусмотрен глиняный экран толщиной 0,5 м, примыкающий к основанию существующей дамбы при помощи глиняного зуба шириной 1,1 м. Дополнительная к существующей емкость наращиваемой части хвостохранилища обеспечила возможность эксплуатации хвостохранилища в течение еще трех лет.

В настоящее время все карты хвостохранилища заполнены «хвостами» и находятся на просушке. Вопрос о дальнейшей эксплуатации путем наращивания дамб хвостохранилища или безопасной консервации и ликвидации должен решаться при проведении комплекса исследований, включающих моделирование, при условии, что натурными наблюдениями и проведенными изысканиями установлена фильтрация воды с восточной части хвостохранилища через дамбу, отчего происходила ее осадка, так называемое «сползание» дамбы (секция № 3). План-схема хвостохранилища на фактическое положение и расположение расчетных сечений и разрезов приведены на рис. 1.

при проведении комплекса исследований, включающих моделирование, при условии, что натурными наблюдениями и проведенными изысканиями установлена фильтрация воды с восточной части хвостохранилища через дамбу, отчего происходила ее осадка, так называемое «сползание» дамбы (секция № 3). План-схема хвостохранилища на фактическое положение и расположение расчетных сечений и разрезов приведены на рис. 1.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

По данным изысканий, площадка хвостохранилища сложена четвертичными аллювиальными отложениями р. Сокур, которые литологически представлены двумя горизонтами: верхним – глинистым и нижним – песчано-гравийным. Верхний горизонт представлен в основном суглинками, реже – песками мелкими, содержащими линзы супесей, нижний – песчано-гравийный горизонт – песками средней крупности, крупными и гравелистыми.

В стратиграфическом отношении основание дамбы представлено породами карагандинской свиты, незначительной по мощности частью разреза надкарагандинской свиты, третичными и четвертичными отложениями.

Четвертичные отложения до глубины 2,5-3,0 м представлены чередова-

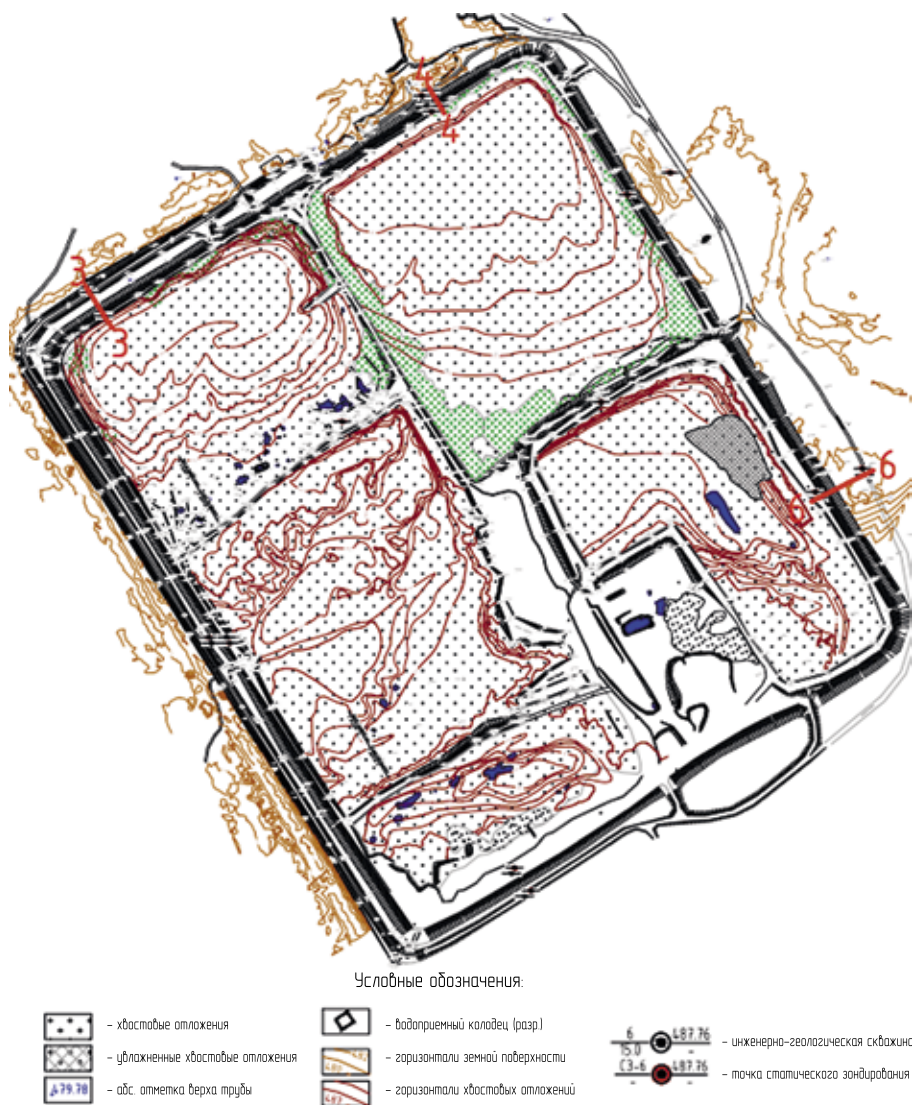


Рис. 1. План-схема хвостохранилища на фактическое положение и расположение расчетных сечений и разрезов

нием мелкозернистых грунтов: суглинков, супесей, глинистых и пылеватых песков, редко глин.

Ниже залегают аллювиальные отложения р. Шерубай-Нуры: водоносные пески с большим содержанием гравия и гальки. Мощность четвертичных отложений, в зависимости от уклона поверхности третичных глин, постепенно уменьшается с запада на восток от 13 до 2-4 м.

В геологическом строении фундамента принимают участие отложения карбонового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов.

Карбоновые отложения представлены полным разрезом продуктивной карагандинской и частью надкарагандинской свит, которые представлены переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов. На размытой поверхности карбона залегают палеогеновые пески мощностью до 7 м в пониженных частях древнего карбона, неогеновые глины и четвертичные пески и суглинки.

Неогеновые глины, мощность которых изменяется от 25 до 60 м, распространены по всей площади и служат водопором для вышележащих водоносных четвертичных аллювиальных отложений, возможных фильтраций основания дамбы.

Инженерно-геологические разрезы по линиям 3-3, 4-4 и 6-6 в северной и восточной частях сооружения, характеризующиеся как наиболее «опасные» части хвостохранилища с точки зрения возможности нарушения устойчивости, представлены на *рис. 2 (а, б, в)*.

### РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ СООРУЖЕНИЯ

В соответствии с классификацией, приведенной в СП РК 3.04-101-2013 «Гидротехнические сооружения», грунты основания относятся к двум категориям – Б и В.

Согласно СП РК 3.04-105-2014 «Плотины из грунтовых материалов» и СП РК 3.04-101-2013 «Гидротехнические сооружения», хвостохранилище ЦОФ «Восточная» относится к основным гидротехническим сооружениям III класса, так как фактическая высота ограждающей дамбы хвостохранилища не превышает 17 м.
















На основании вышеизложенного расчеты устойчивости рассматриваемого сооружения производились для проектного состояния хвостохранилища с учетом данных эксплуатационных наблюдений с соответствующим классом и нормативным коэффициентом устойчивости. В качестве расчетных были выбраны инженерно-геологические разрезы 3-3, 4-4 и 6-6. Схема их расположения представлена на *рис. 1*.

Физико-механические свойства грунтов основания, отложений хвостов и грунтов первичной дамбы хвостохранилища принимались на основании анализа данных, полученных в ходе изысканий (*табл. 1*). Цветовые обозначения грунтов, задействованных в расчете, показаны в предпоследнем и последнем столбцах.

Оптимальные параметры гидротехнических сооружений, обеспечивающие его безопасную эксплуатацию, определяются расчетом устойчивости внешних откосов ограждающего сооружения при условии обеспечения коэффициента запаса устойчивости.

Таблица 1

Принятые физико-механические характеристики грунтов дамбы и основания хвостохранилища

Наименование	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Угол внутреннего трения, град		Сцепление, кН/м <sup>2</sup>		Цветовое обозначение	Условное обозначение
	Ест.	Нас.	Ест.	Нас.	Ест.	Нас.		
ИГЭ-1. Техногенные намывные грунты пульпы супесчано-суглинистого состава (шлам)	1,46	1,51	22,4	22,4	23,7	23,7		
ИГЭ-2. Техногенный грунт тела первичной дамбы и дамбы наращивания супесчано-суглинистого состава	1,88	1,92	20,5	20,5	30,6	20,5		
ИГЭ-3. Техногенные грунты глины противofiltrационного экрана наращенной части дамбы (глиняный экран)	1,70	1,75	15	15	30	15		
ИГЭ-4. Супесь	1,85	2,09	24	24	25,9	25,9		
ИГЭ-5. Песок гравелистый	1,8	1,99	28,8	28,8	32,4	0		
ИГЭ-6. Гравийный грунт	1,9	2,06	38	38	0	0		
ИГЭ-7. Суглинок	1,98	2,1	18,5	18,5	21	20		
ИГЭ-8. Глина	1,9	2,03	18	18	33,3	6,9		

Критерием устойчивости откоса является соблюдение (для наиболее опасной поверхности сдвига) неравенства:

$$\gamma_{jc} \cdot F(\gamma_f) \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot R \left( \frac{1}{\gamma_k} \right) \quad (1)$$

где  $F(\gamma_f)$  – значение обобщенного силового воздействия, определяемое с учетом коэффициента надежности по нагрузке (в зависимости от метода расчета устойчивости откосов  $F$  – равнодействующая сил или моментов этих сил

относительно оси поверхности сдвига);  $R \left( \frac{1}{\gamma_k} \right)$  – значение

обобщенной несущей способности системы «сооружение – основание», определяемое с учетом коэффициента безопасности по грунту  $\gamma_g$ , то есть обобщенное расчетное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности;  $\gamma_{jc}, \gamma_f, \gamma_n$  – коэффициенты надежности по нагрузке, ответственности сооружения, сочетания нагрузок;  $\gamma_g$  – коэффициент надежности по грунту;  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы.

В расчетах устойчивости откосов грунтовых сооружений коэффициент устойчивости  $k_p$ , определяется по формуле:

$$k_s = \frac{R}{F} \quad (2)$$

При поиске наиболее опасной поверхности сдвига для разнообразных положений поверхностей сдвигов вычисляются значения  $k_s$  и определяется его минимальное значение, которое сравнивается с нормативным:

$$k_s \geq \frac{\gamma_n \gamma_{jc}}{\gamma_c} \quad (3)$$

Для хвостохранилища ЦОФ «Восточная» приняты следующие значения коэффициентов в вышеприведенных формулах:

- $\gamma_g = 1,0$ ;
- $\gamma_n = 1,15$  для сооружений III класса;
- $\gamma_{jc} = 1,00$  (основное сочетание нагрузок);
- $\gamma_{jc} = 0,90$  (при особой нагрузке, кроме сейсмической, годовой вероятностью 0,001 и менее);
- $\gamma_c = 0,95$  коэффициент условий работы.

Коэффициент  $\gamma_g$  учитывается при определении расчетных показателей свойств грунтов ( $\gamma_g = 1,0$ ).

Полученные расчетом коэффициенты устойчивости откосов для сооружения II класса должны быть не менее:

$$\frac{\gamma_n \gamma_{jc}}{\gamma_c} = \frac{1,15 \cdot 1,0}{1,0} = 1,25 \text{ – при основном сочетании нагрузок для периода эксплуатации;}$$

$$\frac{\gamma_n \gamma_{jc}}{\gamma_c} = \frac{1,15 \cdot 0,9}{1,0} = 1,04 \text{ – при особом сочетании нагрузок для периода эксплуатации.}$$

Согласно СП РК 3.04-105-2014 «Плотины из грунтовых материалов», расчеты устойчивости откосов грунтовых плотин всех классов следует выполнять для круглоцилиндрических поверхностей сдвига. В рамках проекта расчет произведен для круглоцилиндрических поверхностей сдвига методом Бишопа (Bishop simplified), который достаточно точен и дает возможность получать результаты, использующие все три условия статики массива. Оценка устойчивости выполнена в программном комплексе Slide 7.0, который позволяет выполнять расчеты согласно вышеприведенным методикам.

Выполнена оценка фактического состояния сооружения для принятия решений о перспективах его эксплуатации. По сечениям 3-3, 4-4, 6-6 положение депрессионной кривой было определено по данным инженерно-геологических изысканий. Результаты расчета при основном сочетании нагрузок приведены в табл. 2 и на рис. 2 (а'; б'; в').

Расчетный коэффициент устойчивости во всех разрезах превышает минимальное нормативное значение, следовательно, при соблюдении особых требований и рекомендаций ограждающие дамбы хвостохранилища будут находиться в устойчивом состоянии.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Заполнение хвостохранилища в данный момент достигло своей проектной отметки, и проектировать наращивание дамбы является нецелесообразным, так как близкое к минимальному нормативному значению устойчивости имеет сечение 6-6 (см. рис. 2), расположенное в восточной части хвостохранилища, где, согласно натурным наблюдениям, дамба «сползает». Следовательно, при дополнительном наращивании может случиться гидротехническая авария, которая может повлечь глобальную для региона экологическую катастрофу.

Исходя из вышесказанного, а также учитывая близость наличия водоохранной зоны и, следовательно, неустойчивых аллювиальных грунтов (ИГЭ-4 супесь, ИГЭ-5 песок гравелистый, ИГЭ-6 гравийный грунт), предлагается проводить мероприятия по консервации с последующей ликвидацией хвостохранилища.

В этой связи разработаны мероприятия по консервации хвостохранилища, предусматривающие:

- перекрытие откосов секций № 3 и № 6 глинистым грунтом – для предотвращения негативного влияния на компоненты окружающей среды – пыление и эндогенные пожары;

Таблица 2

#### Результаты оценки устойчивости проектного профиля ограждающей дамбы

Расчетное сечение	Высота ограждающей дамбы, м	Расчетный коэффициент устойчивости	Нормативный коэффициент устойчивости	Сочетание нагрузок
3-3	7,8	2,64	1,15	Основное
4-4	8,4	2,48	1,15	Основное
6-6	16,1	1,17	1,15	Основное



– срезка разделительной дамбы между секциями № 3 и № 2 – для организации пологого рельефа в емкости хвостохранилища;

– планировочные работы – для организации пологого рельефа в емкости хвостохранилища путем проведения планировки поверхности уложенных хвостов в секциях № 4, № 5, № 6, № 7 и № 1;

– перекрытие пылящих поверхностей хвостохранилищ глинистым слоем толщиной не менее 0,3 м после всех вышеупомянутых работ;

– установка не менее четырех наблюдательных скважин за температурным фоном заскладированного угольного шлама (хвостов) – для предупреждения возможного возникновения эндогенного пожара в массиве хвостов;

– посев трав (житняк, люцерна) на перекрытых секциях хвостохранилища – для предотвращения водной и ветровой эрозии, а также обеспечения перехвата и испарения атмосферных осадков в емкостях хвостохранилищ;

– установка предупреждающих знаков и информационных щитов по периметру всего объекта с указанием названия консервируемого объекта и даты консервации, а также возможных рисков, связанных с нахождением людей внутри огороженной территории.

После проведения работ по консервации и вывода из эксплуатации необходимо проводить периодические натурные и инструментальные наблюдения за состоянием объекта и прилегающих территорий вплоть до выемки шламов из хвостохранилища и окончательной ликвидации объекта:

– контроль состояния гребня и откосов дамб обвалования на предмет выхода фильтрационных вод, суффозии, трещинообразования, просадки, смещения гребня дамбы, появления промоин в дамбе, разрушения крепления;

– контроль температуры хвостовых отложений с помощью погружного термометра в наблюдательные скважины.

Консервационные работы можно провести за два года и дополнительно два года необходимы на рекультивационные мероприятия.

Как показывает многолетняя практика, наиболее эффективной мерой снижения отрицательного влияния хвостохранилищ на окружающую среду является их ликвидация, предусматривающая своевременную рекультивацию нарушенных земель для создания оптимальных ландшафтов с соответствующей организацией территории, флорой и фауной, и охраной воздушного бассейна и водных ресурсов. При этом техническая рекультивация рассматривается как неотъемлемая часть процесса горного производства и консервации, а качество и организация рекультивационных работ – как один из показателей культуры производства.

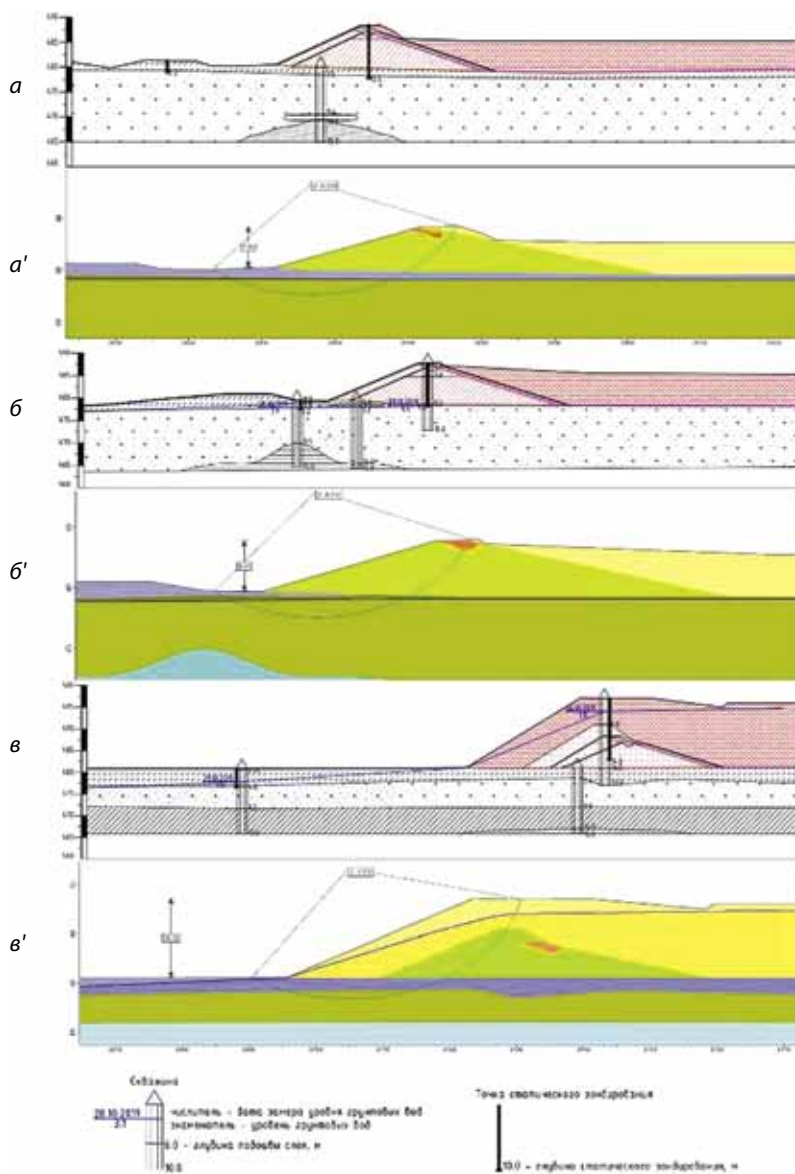


Рис. 2. Инженерно-геологические разрезы по линиям: 3-3 (а), 4-4 (б), 6-6 (в) и расчетные сечения устойчивости по линиям: 3-3 (а'), 4-4 (б'), 6-6 (в')

При проведении рекультивации нарушенных хвостохранилищем ЦОФ «Восточная» земель предусмотрено два последовательных этапа: технический и биологический.

В составе ликвидационных работ, помимо рекультивации, для предотвращения самовозгорания отходов углеобогащения, необходимо выполнить сушку секций, выемку шлама, просушку дна секций после выемки шлама.

В состав технического этапа рекультивации включены следующие виды работ: нарезка съездов на дно ликвидируемых секций, изоляция дна ликвидируемых секций путем нанесения слоя глинистых пород, засыпка ликвидируемых секций потенциально плодородной породой, грубая и чистовая планировка отсыпанных площадей.

На ликвидационные работы будет затрачено время: сушка каждой из пяти секций – два года, выемка шлама – четыре года, всего 30 лет.

При проведении биологического этапа рекультивации создается корнеобитаемый слой, предотвращающий пыление и эрозию почв, снос мелкозема с восстановленной поверхности.

## ВЫВОДЫ

На основании результатов изучения физико-механических свойств насыпных грунтов, пород основания и отложений хвостов обогащения обосновано их использование в инженерно-строительных работах по укреплению профиля ограждающей дамбы хвостохранилища для безопасной ее консервации.

Обоснована методика расчета устойчивости откоса дамбы хвостохранилища ЦОФ «Восточная», определен нормативный коэффициент устойчивости внешних откосов дамбы на основе натурных наблюдений в соответствии с нормативными требованиями и климатическими условиями консервации хвостохранилища в Центральном Казахстане, физико-механическими характеристиками грунтов дамбы и пород основания.

Выполнена оценка фактического состояния сооружения, получена модель депрессионной кривой в ситуации выпадения осадков, обосновано принятие решения о нецелесообразности наращивания дамбы для дальнейшей эксплуатации хвостохранилища, которое может привести к «сползанию» (потере устойчивости) дамбы с возможной экологической катастрофой.

Установлен перечень комплексных мероприятий, включающий наблюдения за состоянием сооружения, по консервации хвостохранилища с последующей его ликвидацией и рекультивацией.

## Список литературы

1. Кириченко Ю.В., Зайцев М.П., Кравченко А.Н. Инженерно-геологические особенности формирования хвостохранилищ // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2006. № 7. С. 116-126.
2. Мониторинг состояния дамбы хвостохранилища намывного типа / О.Г. Бисембаева, Е.Н. Хмырова, А.В. Логинов и др. // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. № 1. Т. 1.
3. Калашник А.И., Калашник Н.А. Исследования ограждающего насыпного гидротехнического сооружения как прототипа дамбы хвостохранилища горно-обогатительного предприятия // Вестник Кольского научного центра Российской академии наук. 2013. № 1. С. 27-30.
4. Geotechnical modeling and numerical analysis of the tailing dam stability in the permafrost region / A.B. Lolaev, M.N. Sumin, E.Kh. Oganessian et al. / Proceedings of the 2-nd International Conference «Geotechnics for Sustainable Development». Hanoi, VIETNAM, 2013.

Original Paper

UDC 624.131.3:626-3 © S.O. Ryzhkov, V.S. Portnov, N.Kh. Huangan, M.A. Rakhimov, E.N. Khmyrova, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 12, pp. 57-62  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-57-62>

Title

**RESEARCH INTO STABILITY OF TAILINGS STORAGE AT VOSTOCHNAYA COAL PROCESSING PLANT (CENTRAL KAZAKHSTAN) TO ASSESS ITS SAFE CONSERVATION AND ABANDONMENT**

Author

Ryzhkov S.O.<sup>1</sup>, Portnov V.S.<sup>1</sup>, Huangan N.Kh.<sup>1</sup>, Rakhimov M.A.<sup>1</sup>, Khmyrova E.N.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Karaganda Technical University, Karaganda, 100000, Republic of Kazakhstan

## Authors Information

**Ryzhkov S.O.**, Ph.D. Student, Department of Geology and Exploration of Mineral Resources, e-mail: [ice2@inbox.ru](mailto:ice2@inbox.ru)

**Portnov V.S.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Department of Geology and Exploration of Mineral Resources

**Huangan N.Kh.**, Ph.D., Vice Rector for Research

**Rakhimov M.A.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Construction Materials and Technologies

**Khmyrova E.N.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Mine Surveying and Geodesy

## Abstract

The investigation aimed at studying engineering and geological conditions of soils in the foundation and the body of a tailings dam with further calculation of the dam stability parameters to select measures aimed at assessing the possibility of operation of the tailings dam with its subsequent conservation (abandonment) when the calculated values are reached. Recommendations and measures have been developed for decommissioning and conservation of the tailings storage with its subsequent abandonment while ensuring industrial and environmental safety. A calculation methodology for engineering and construction works aimed at ensuring stability of the exterior slopes of the dam has been justified with account of physical and mechanical properties of foundation soils and rocks, weather and climatic conditions, and the modeling results.

## Keywords

Dam stability, Tailings, Slopes, Soils, Conservation, Abandonment, Tailings Dam, Calculation methodology, Modeling.

GEOLOGY

## References

1. Kirichenko Yu.V., Zaitsev M.P. & Kravchenko A.N. Specific engineering and geological features of tailing dumps formation. *Gornyj informacionno-analiticheskiy bülleten'*, 2006, (7), pp. 116-126. (In Russ.).
2. Bisembaeva O.G., Khmyrova E.N., Loginov A.V. et al. Condition monitoring of a hydraulically filled tailings dam. *Interèkspo GEO-Sibir'*, 2017, (1), Vol. 1,
3. Kalashnik A.I. & Kalashnik N.A. Investigations of the enclosing hydraulic engineering embankment as a prototype of a tailings dam for a mining and processing facility. *Vestnik Kol'skogo naučnogo centra RAN*, 2013, (1), pp. 27-30. (In Russ.).
4. Lolaev A.B., Sumin M.N., Oganessian E.Kh. et al. Geotechnical modeling and numerical analysis of the tailing dam stability in the permafrost region / Proceedings of the 2-nd International Conference «Geotechnics for Sustainable Development». Hanoi, VIETNAM, 2013.

## For citation

Ryzhkov S.O., Portnov V.S., Huangan N.Kh., Rakhimov M.A. & Khmyrova E.N. Research into stability of tailings storage at Vostochnaya coal processing plant (Central Kazakhstan) to assess its safe conservation and abandonment. *Ugol'*, 2021, (12), pp. 57-62. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2021-12-57-62](http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-12-57-62).

## Paper info

Received October 10, 2021

Reviewed October 18, 2021

Accepted November 18, 2021

## Уважаемые партнеры! Дорогие друзья!

От имени выставочной компании «Кузбасская ярмарка»,  
Российского союза выставок и ярмарок и себя лично искренне поздравляю вас



*с наступающим  
Новым 2022 годом и Рождеством!*

С особым трепетом мы ждем этот чудесный праздник, полный ярких красок и незабываемых впечатлений, тепла и улыбок, стремимся окружить близких вниманием и заботой, повторить, как они нам бесконечно дороги.

2022 год для «Кузбасской ярмарки» станет особенным – мы отмечаем **30-летие** со дня основания компании. В следующем году мы перевернем еще одну важную страницу в истории нашей компании - Международной специализированной выставке технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» также исполнится **30 лет!**

Сердечно желаю всем мира и благополучия! Пусть Новый год, как желанный гость, торжественно войдет в ваш дом, улыбнется вам удачей, принесет радость и хорошее настроение!

Приглашаем в Новокузнецк  
на **Тридцатый Юбилейный** крупнейший в России  
Международный угольный форум «**Уголь России и Майнинг**»  
(7-10 июня 2022г.)!

С уважением,  
генеральный директор  
ВК «Кузбасская ярмарка»,  
вице-президент Российского Союза  
выставок и ярмарок  
В.В. Табачников



ПОЛНЫЙ ЦИКЛ  
ПРОИЗВОДСТВА  
СРЕДСТВ  
ИНИЦИИРОВАНИЯ

nmz-iskra.ru

Дорогие партнеры!

От всей души поздравляем Вас с наступающим Новым Годом и благодарим за Ваше доверие и сотрудничество!

Наше партнерство - залог совместного  
успеха и развития.

Пусть наступающий год принесет уверенность  
в завтрашнем дне, благополучие  
и процветание Вам и Вашей компании.

Желаем Вам, чтобы год был полон радостными  
событиями, приятными впечатлениями,  
интересными плодотворными идеями и  
возможностями для их воплощения!

Коллектив АО «НМЗ «Искра»

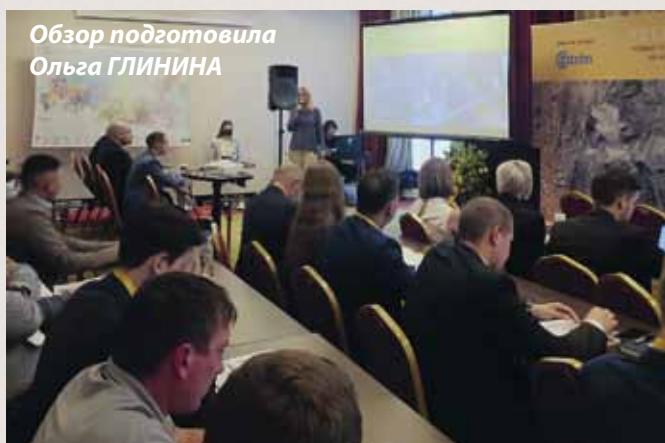
2022



# TECH MINING RUSSIA

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА

**С 9 по 10 сентября 2021 г. в Москве в отеле Marriott Courtyard Павелецкая  
прошли III Международная конференция и выставка «TECH MINING RUSSIA 2020.  
Новые технологии добычи полезных ископаемых».**



Обзор подготовила  
Ольга ГЛИНИНА



Площадка данного мероприятия объединяет представителей горнодобывающей отрасли, научного сообщества, бизнеса и органов государственной власти, программа сфокусирована на практическое применение современных технологий и внедрение инноваций на предприятиях горнодобывающей отрасли. В этом году участники и гости конференции подтвердили, что встречи лицом к лицу и личное общение сохраняют свое значение и ценность.

TECH MINING RUSSIA – это два дня насыщенного делового общения и большое количество докладов о технологическом оснащении одной из важнейших отраслей промышленности Российской Федерации. В отличие от обычных выставок, формат конференции и выставки располагает к личному и неформальному общению, формированию новых связей и развитию горнодобывающего сообщества, а также обсуждению новейших технологий и тенденций отрасли.

Деловая программа конференции была посвящена новым технологиям в различных областях горнодобывающей индустрии, а именно в разведке и добыче полезных

ископаемых, их обработке, обогащении и транспортировке, а также в цифровизации и введении IT-технологий на производстве, в строительстве новых комплексов, безопасности и экологичности работы.

Компании, представленные на выставке технологий демо-стендами, знакомили посетителей со своим оборудованием и услугами, а также опытом работы с горными предприятиями и кейсами, которые они решали для них, проходили консультации специалистов и экспертов отрасли.

Главным спонсором мероприятия выступила компания **NAWINIA Smart. Digital. Service** – компания с более чем 20-летним опытом работы в транспортной логистике. Офисы компании открыты в России, Китае, Германии и Азербайджане. Также NAWINIA имеет разветвленную сеть складов по всему миру. В организации перевозок NAWINIA задействует все виды транспорта: морской, железнодорожный, авиа, автомобильный. Компания перевозит такие грузы, как FMCG, одежда, живые грузы, а также дорожно-строительная техника, комплектующие для заводов.



**ZITRON Power by the wind** – мировой производитель осевых вентиляторов марки ZITRON наращивает свое присутствие на рынках, внедряя современные инженерные решения и инновационные технологии в производственные процессы. В аэродинамической лаборатории компании зарождаются высокоэффективные осевые вентиляторы нового поколения, совершенствуются их аэродинамические характеристики. Квалифицированный персонал обеспечит эффективную и надежную работу наших установок в подземных выработках.



**РАЗВИТИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ.  
СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ**

**Ведущий специалист отдела металлов Управления запасов ТПИ ФБУ «ГКЗ» А.Б. Буданов** в своем докладе «Электронная государственная экспертиза запасов. От бумаги к мегабайтам» акцентировал внимание на преимуществе виртуальной экспертизы, повышении ее достоверности, сокращении трудозатрат в процессе проведения государственной экспертизы и исключении технических ошибок. ФБУ «ГКЗ» осуществляет проведение государственной экспертизы запасов полезных ископаемых, геологической, экономической и экологической информации о предоставляемых в пользование участках недр.

В настоящее время активно совершенствуются и внедряются новые прогрессивные методы оценки и разведки месторождений. Разрабатываются и используются новые методики подсчета запасов ТПИ для минимизации ошибок количественных и качественных параметров. Меняется формат экспертизы – создание цифровой экспертизы запасов полезных ископаемых. Переход из бумажного формата в электронный. Данные нововведения требуют корректировки и разработки нормативно-методических документов ФБУ «ГКЗ».

С 2020 г. все рабочие и пленарные заседания проводятся в режиме онлайн. Виртуально организован удаленный доступ к материалам штатным сотрудникам ГКЗ (руководителям и секретарям экспертных комиссий) и внештатным экспертам, все заседания (рабочие и пленарные) проходят в формате «видео-конференц-связи» (ВКС) с помощью различных программно-аппаратных средств.

На 31.12.2020 все эксперты, привлекаемые к Госэкспертизе, обладают электронной подписью и могут проводить экспертизу, находясь в любой точке России. До 2020 г. привлечение экспертов было преимущественно в непосредственной близости к филиалам ФБУ «ГКЗ», а после 2020 г. – нет ограничений по текущей локации привлечения экспертов.

В связи с возможностью принимать участие в заседаниях комиссий в удаленном режиме в 2020 г. значительно выросло количество участников заседаний, что повышает прозрачность и достоверность экспертизы. Введена система электронного голосования ЦКР по УВС и ЭТС. Что это дает: повышение качества экспертизы прозрачность принимаемых решений в дальнейшем; повышение качества представляемых на экспертизу документов

Формирование сводного экспертного заключения осуществляется с использованием «модуля сбора», предполагается автоматический электронный

обмен данными с Госбалансом, таким образом, создается основа для формирования постоянно обновляемого электронного государственного баланса.

**Генеральный директор ООО «ДЭТРА» А.В. Попов** в презентации «Технологии во времена перемен» рассказал о высокотехнологичных, крупномасштабных и логистически сложных буровых проектах. Компания «ДЭТРА» совместно с **Master Drilling**, одной из ведущих мировых компаний по бурению восстающих скважин, сформировала альянс для реализации проектов в России и на территории СНГ с учетом необходимости знания региональной специфики и соответствия требованиям заказчиков. В этот альянс вошла компания **ООО «Восточная Буровая компания»** (ВБК), которая с 2010 г. является российским подразделением FORACO International – третьей крупнейшей буровой компанией в мире по бурению на твердые полезные ископаемые и воду.

Значительный объем бурения, выполняемого компаниями, составляют RC-бурение и направленное бурение, в том числе многоствольное. RC – это метод бурения с обратной продувкой, широко используемый во всем мире. Этот метод незаменим в районах, где воды нет или она слишком дорогая, например в Австралии, Африке, Северной Канаде или на севере России (рис. 1).

Бурение с обратной циркуляцией (RC) завоевывает все большую популярность среди горнорудных компаний России для эксплуатационной и детальной разведки. Привлекательность метода обусловлена высокой скоростью и низкой стоимостью 1 п.м. бурения. Методические разработки по заверке метода и его применению для защиты и списания запасов также способствуют развитию рынка RC-бурения. Для пневмоударного RC-бурения ВБК применяет буровые станки Schramm 450, FORACO HV2000 и другие. Диаметры бурения – от 121 мм до 600 мм. Глубина бурения – от нескольких метров до 200 – 250 м. Бурение осуществляется круглогодично, в том числе в умеренно обводненных скважинах.



*Рис. 1. RC-бурение возможно: в обводненном массиве; на рудных складах и/или под покровной толщей четвертичных отложений/наносов; в условиях аллювиальных отложений*

**НОВЫЕ РЕШЕНИЯ В РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Консультант по имитационному моделированию ООО «Амальгама», канд. техн. наук А.А. Малыханов** в докладе «Поиск ограничений открытого рудника и определение требуемого количества оборудования с помощью MineTwin» рассказал о проектах имитационного моделирования в области горной добычи. Компания «Амальгама» является лидером среди разработчиков коммерческих имитационных моделей и занимается консультационными проектами в среде AnyLogic для крупнейших компаний России, США, Канады и других стран. Специалисты компании обладают знаниями бизнес-среды и академической подготовкой в области компьютерного имитационного моделирования. Они проектируют и разрабатывают алгоритмы моделирования производственных процессов, управления цепями поставок и планирования технологических операций. Основной целью этих проектов является повышение эффективности бизнеса крупных сырьевых, производственных и технологических компаний (рис. 2).

Докладчик отметил, что использование имитационных моделей для принятия оперативных и среднесрочных решений является индустриальным стандартом в горнорудной отрасли.

Модели позволяют поддерживать принятие количественно обоснованных решений, например:

- определение потенциальной производительности подземного рудника или карьера;
- проверка выполнимости планов;
- оценка эффекта от операционных улучшений;
- подбор наилучшей конфигурации парка техники;
- обоснование инвестиций.

**Генеральный директор ФГБУ «ВИМС» О.В. Казанов** в презентации «Новые решения в разведке месторождений. Отраслевые тренды» рассказал о кадровых и тех-



Для компании **Composit** участие в выставке и конференции **TECH MINING RUSSIA 2021** стало уникальной возможностью представить свою продукцию и инновационные разработки в сфере горнодобывающей промышленности, укрепить связи с существующими партнерами, привлечь новых агентов, а также научиться чему-то новому.

нических возможностях организации, которые позволяют обеспечивать полный цикл геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые. Уникальной особенностью ФГБУ «ВИМС» является возможность выполнения геологоразведочных работ от прогнозирования и проектирования до разработки ТЭО кондиций и подсчета запасов силами коллектива. Комплексный подход «от недр к рынку – от рынка к недрам», используемый в работе, является уникальным и не имеющим аналогов в российской практике.

**Вопросы, возникшие при увеличении количества фронтов добычи на угольной шахте**

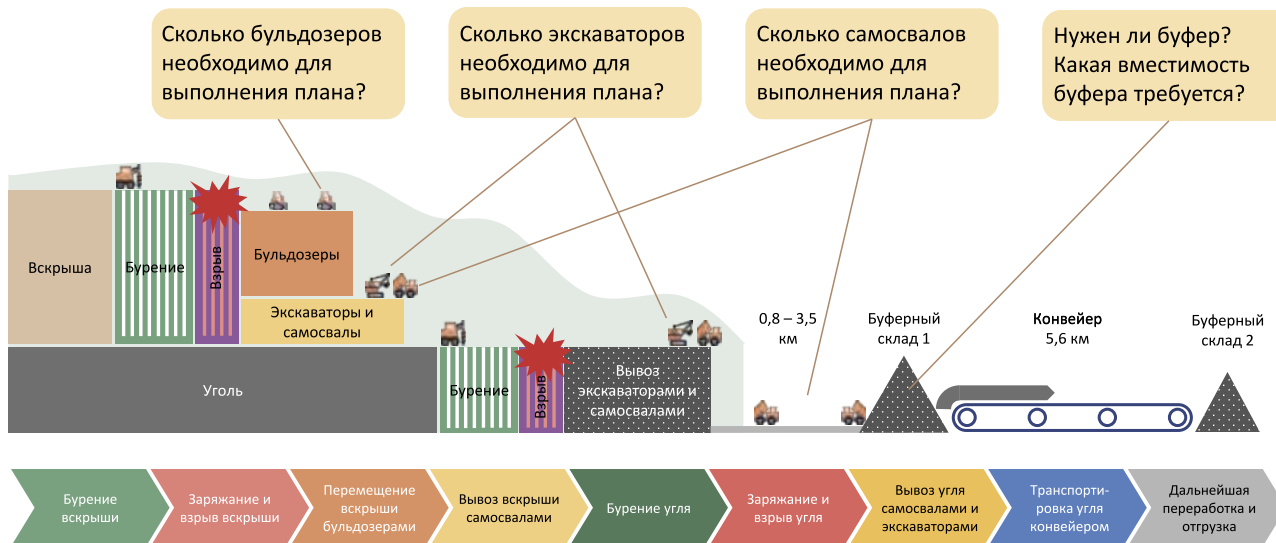


Рис. 2. Схема добычи угля



Основное направление деятельности центра – это информационно-аналитическое обеспечение Федерального агентства по недропользованию (Роснедра), Министерства природных ресурсов, прочих государственных структур и ведомств по широкому спектру вопросов, касающихся:

- состояния минерально-сырьевых баз твердых полезных ископаемых России и мира, тенденций, направлений и перспектив их развития и освоения;
- состояния, направлений и перспектив развития горнодобывающей промышленности России и мира;
- состояния, направлений и перспектив развития мирового и внутреннего рынков минерального сырья.

Докладчик отметил мировой тренд на сокращение месторождений, открываемых традиционными геологическими методами, и увеличение количества месторождений, открываемых по результатам геофизических, в меньшей степени геохимических работ, и привел ряд новых решений геофизических и геохимических методов, применяемых ФГБУ «ВИМС».

Важнейшим направлением деятельности Центра является подготовка Государственного доклада о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации.

**Заместитель генерального директора ФГБУ «ИМГРЭ» Е.Н. Левченко** представила презентацию «Опыт практического применения геолого-технологического картирования на техногенных объектах» и назвала причины повышения интереса к техногенным месторождениям и образованиям. Сокращается число и ухудшается качество разведываемых и эксплуатируемых месторождений по мере их отработки, отмечается присутствие в техногенных образованиях концентрации весьма значительного количества минерального сырья с содержа-

ниями и запасами, нередко сопоставимыми с природными месторождениями.

При оценке техногенных образований из геологоразведочного процесса исключаются поисковая и, в какой-то мере, оценочная стадии, поскольку локализация техногенных скоплений, примерное их количество и качество известны (~P<sub>2</sub>). По агрегатному состоянию вмещающих отложений полезных компонентов значительная часть техногенных отходов приближается к россыпным месторождениям: продуктивный материал находится уже на поверхности земли, в разной мере измельчен, дезинтегрирован; полезные минералы в той или иной степени высвобождены из вмещающей горной массы.

В отличие от природных, техногенные образования могут пополняться в период их освоения – в случае, если их источник действует (ГОК, металлургический завод, ТЭС). Ну и необходимость ликвидации (или минимизации) площадей, занятых отходами ГОКов и ГМК, в связи экологическими проблемами.

Особенностями техногенных образований являются: расположение их в промышленно развитых районах; нахождение преимущественно на поверхности земли; в основном измельченный характер материала; многочисленное количество фаз, в том числе химических соединений как природного, так и техногенного происхождения.

Если говорить о характеристике и особенностях формирования техногенных отходов, то множественность показателей, характеризующих объекты, предопределяет сложность их классификации и типизации. К таким показателям можно отнести: условия образования, объемы, вещественный состав, характер процессов, преобразующих первичное вещество, неоднородность влияния отдельных показателей на принятие технологических решений и экономических оценок и др. (рис. 3).

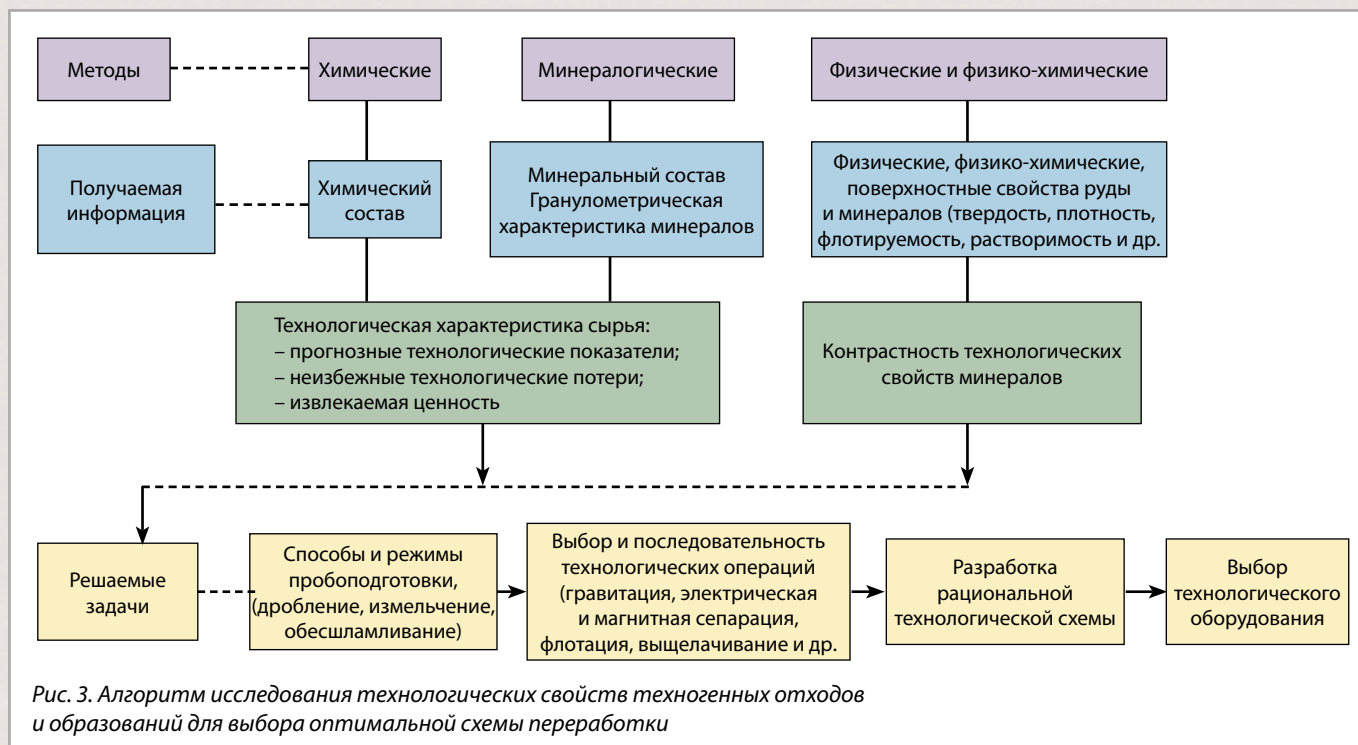


Рис. 3. Алгоритм исследования технологических свойств техногенных отходов и образований для выбора оптимальной схемы переработки

Геолого-технологическое картирование проводится на основе следующего фактического материала:

- данные (по массе продуктов) гравитационно-магнитного анализа (фракционирования) исходных проб;
- результаты количественного минералогического анализа тяжелой фракции, выделенной из исходных проб; тяжёлая фракция и конечные продукты оцениваются по содержанию основного компонента в каждой исходной пробе определяется содержание основного компонента как в исходном материале, так и в продуктах гранулометрического анализа;
- минералогический анализ исходных проб с определением содержания основных рудных минералов в исходных пробах;
- прогнозные технологические показатели, полученные по единой технологической схеме.

Техногенное минеральное сырьё – это конкурентоспособный, перспективный, постоянно пополняемый минеральный ресурс. Хранение громадных масс отходов связано с большими капитальными вложениями и эксплуатационными затратами, а также изъятием из хозяйственного оборота значительных площадей сельскохозяйственных земель. Их утилизация может в значительной мере решить проблему обеспечения страны многими ценными элементами.



**Компания NORD DRIVESYSTEMS** с 1965 г. производит всевозможные компоненты механического и электронного оборудования для приводной техники (редукторы, электродвигатели, преобразователи частоты) и благодаря собственному производству предлагает индивидуальные решения для каждого клиента. Продукция NORD DRIVESYSTEMS отличается применением новейших технологий, собственными Composit-разработками и ноу-хау. Разработанная компанией NORD DRIVESYSTEMS концепция моноблочного корпуса быстро стала международным стандартом в редукторостроении. Сегодня в своих инновационных разработках мы фокусируем внимание на интеллектуальной и многофункциональной приводной технике, отвечающей требованиям концепции «Индустрия 4.0».

## СОВРЕМЕННЫЕ ИТ-РЕШЕНИЯ И ИХ ВНЕДРЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Директор ООО «Северсталь Диджитал» Б.С. Воскресенский** выступил с презентацией «Внедрение цифровых технологий на предприятиях «Северсталь». Северсталь – это одна из крупнейших в мире вертикально интегрированная горнодобывающая и металлургическая компания с основными активами в России и небольшим количеством предприятий за рубежом. ООО «Северсталь Диджитал» занимается разработкой и инвестированием в платформенные решения, онлайн-продукты и сервисы для металлургической отрасли и конечных потребителей продукции Северстали.

Развитие нового направления стало возможным благодаря внутренней экспертизе компании, наличию необходимых компетенций у сотрудников, богатой технической базе. Инженерные решения разрабатываются специальным подразделением производства измерительных систем.

Сотрудники компаний «Северсталь Диджитал» и «Северсталь-инфоком» обеспечивают программную часть работы систем, включая определение схемы передачи данных и сетевых доступов, спецификацию оборудования для функционирования системы, разработку программного обеспечения и обучение моделей. У измерительных систем широкий потенциал масштабирования в ряде отраслей.

Направления цифровых проектов:

– Компьютерное зрение: детектирование дефектов на металлопрокате (EVE/VERA/СИП); детектирование поломок оборудования (КГКР) и предотвращение аварийных ситуаций (СМНЛЗ); безопасность (детекция опасных производственных ситуаций).

– Управление агрегатами: непрерывно-травильный агрегат № 3 (скорости середины и головы); Стан 5000 в Колпино (скорости, нагрев печей, выдача слябов); ЛПЦ-2 Стан 2000: Автотемп 2,0; АГЦ-3: управление расходом воды в окомкователях (производство агломерата).

– Аналитика и оптимизация: унификация химического состава (4,0); НТА-3: вылет кромки; Стан 2000: измельчение толщины раската; оцинкование: тепловая карта; предсказание Si в чугуна; управление парком компрессоров (2,0).

Пилотный проект по созданию собственного аналога зарубежного оборудования реализовали в производстве плоского проката Череповецкого металлургического комбината (ЧерМК, входит в дивизион «Северсталь Российская сталь»). Такие системы обеспечивают определение и классификацию дефектов с помощью видеокамер, машинного зрения и нейросетей. Прототип решения уже подтвердил эффективность: качество изображения, получаемое с оборудования, не уступает импортным аналогам. Сотрудники Северстали готовы адаптировать систему к задачам клиента с учетом специфики его производства, диапазона возможных отклонений, требующих контроля внешних факторов, усложняющих детекцию (нанесенная маркировка, используемые технологические жидкости на промышленной линии и др.)

Другое направление – системы измерения геометрических параметров и формы продукции. Бесконтактный замер и контроль соответствия заданным параметрам выполняются с помощью лазерных триангуляционных дат-



чиков – так называемых профилометров. Диапазон параметров широк. Это может быть длина, ширина и толщина продукции, ее планшетность и серповидность, в том числе комплекс измеряемых параметров.

Третий тип продуктов – различные датчики промышленного интернета вещей. Например, с помощью датчиков воздействия можно предотвратить травмирование продукции при погрузочно-разгрузочных работах. На площадке ЧерМК такое оборудование протестировано на скобах кранов. Другой пример в этом направлении – логистическая коробка. Этот небольшой датчик может быть установлен в рулон металлопроката или упаковку продукции. Он отслеживает ряд показателей, в числе которых его местоположение, температура и влажность окружающей среды, физическое воздействие, в частности удары при транспортировке. Ключевая задача такого оборудования – контроль качества продукции в процессе логистики.

Привлекая партнеров в процесс производства измерительных систем, Северсталь несет ответственность перед заказчиком за готовое решение. Компания берет на себя гарантийные обязательства до двух лет, а также предоставляет сервисную поддержку по истечении срока гарантийного обслуживания. Северсталь намерена совершенствовать технические решения, в частности, делать их более точными и качественными, при этом снижая себестоимость.

**Руководитель направления развития новых цифровых технологий Угольного дивизиона СУЭК Д.Е. Семенов** представил презентацию «Автоматизация и цифровизация производства предприятия «СУЭК». Сибирская угольная энергетическая компания – одна из крупнейших интегрированных энергетических компаний



**ООО «Барс»** – эксперт в области переработки металлосодержащих отходов, полигонов размещения отходов металлургических производств и отходов обогатительных фабрик, восстановления экосистем, нарушенных в результате антропогенного воздействия. Компания успешно развивает направление по переработке и вовлечению в повторное производство ценных компонентов из отвальных и вскрышных пород, минерально-техногенного сырья.

мира с добывающими, генерирующими и логистическими мощностями на территории России и международной сбытовой сетью. Угольный дивизион СУЭК включает: 10 шахт, 20 разрезов, 9 ОФ, 16 сервисных предприятий, 5 ж/д транспортных предприятий, 4 проектных подразделения (рис. 4).

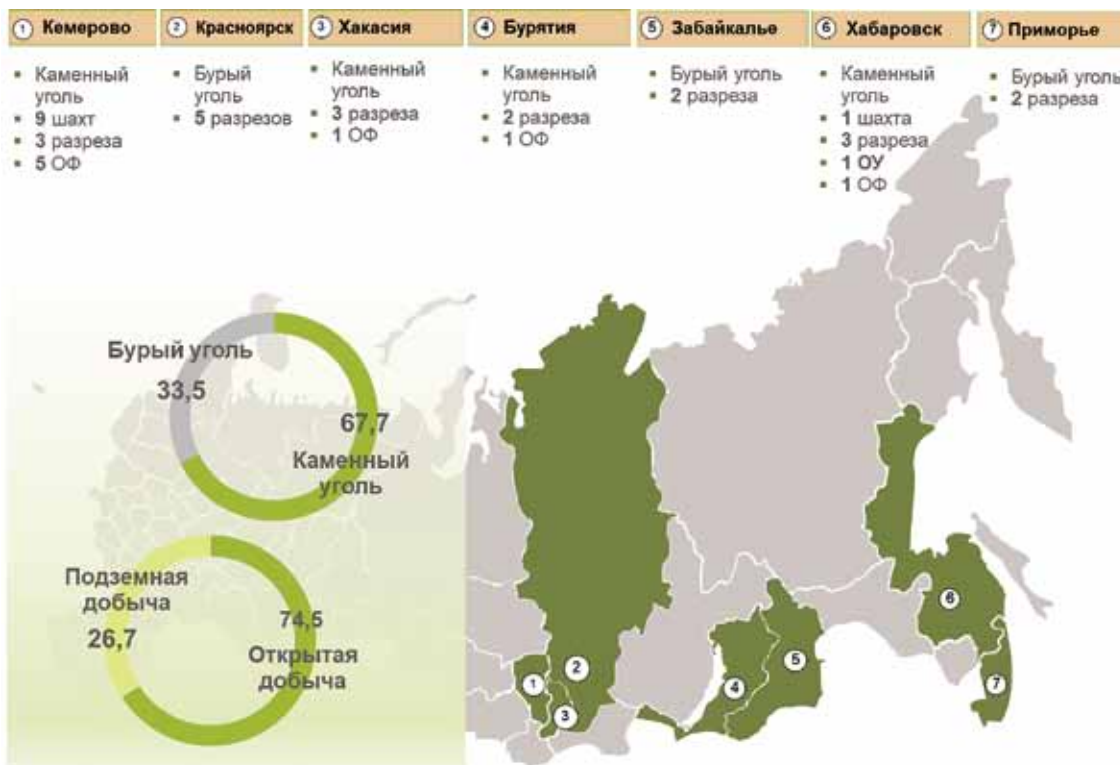


Рис. 4. Угольный дивизион СУЭК



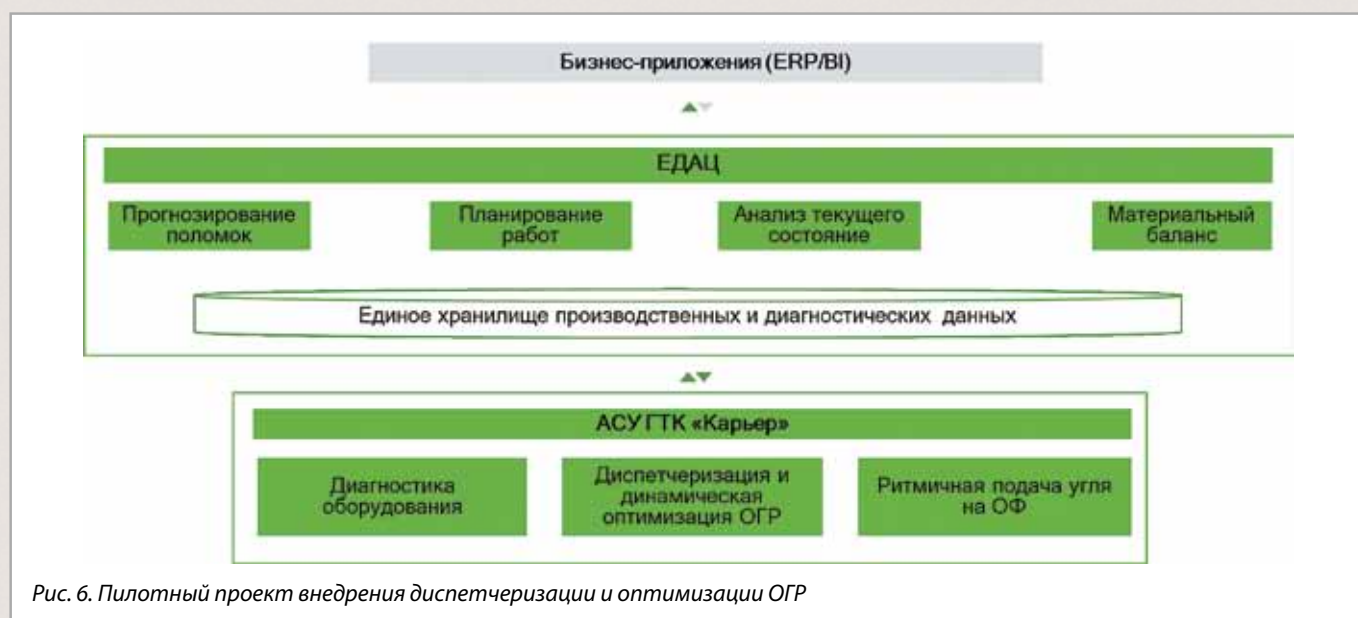
Цифровая трансформация является инструментом достижения бизнес-целей компании, а это качественный рост, повышение оперативной эффективности, достижение высоких стандартов безопасности и устойчивое развитие. Основной принцип промышленной цифровизации – создание «умного производства с единой цифровой архитектурой, с типизированными решениями, ориентированными на повышение экономического эффекта предприятия, оптимизацию процессов и поддержание высокого уровня промышленной безопасности (рис. 5).

Пилотный проект внедрения диспетчеризации и оптимизации открытых горных работ Угольного дивизиона СУЭК осуществляется на разрезе «Тугнуйский» (рис. 6).

Целью проекта стало создание в АО «Разрез «Тугнуйский» автоматизированной системы управления произ-

водством на основе построения сквозных процессов, включающих управление горными работами. На пилотной площадке разреза в 2018 г. стартовал инновационный цифровой проект создания прототипа роботизированного бурового станка PitViper-271 (выпуска 2011 г.), системы управления и поддерживающей инфраструктуры (рис. 7). Проект реализуется в партнерстве с компанией VIST Robotics, входящей в состав группы компаний «Цифра».

В объем проекта заложена полнофункциональная роботизация процесса бурения. То есть система управления буровым станком по радиоканалу получает план бурения, разработанный в «САПР Буровзрывных работ» и все дальнейшие действия выполняются в автоматическом режиме. Система рассчитывает маршруты бурения скважин и приступает к бурению, а также включает в себя функции



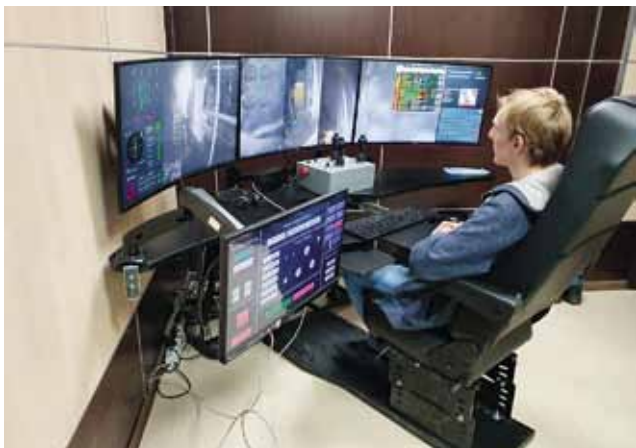


Рис. 7. Инновационный цифровой проект создания прототипа роботизированного бурового станка PitViper-271, системы управления и поддерживающей инфраструктуры

промышленной безопасности (предотвращение наездов на людей и препятствия) и удаленного управления (в случае непредвиденных ситуаций оператор (удаленно следящий за парком станков) может в любой момент переключить управление на себя).

В ходе ОПЭ роботизированный комплекс уже показал увеличение производительности по сравнению с оператором на 20%, а это в перспективе закупка 5 станков вместо 6 (экономия порядка 200 млн руб.) В ходе ПЭ необходимо подтвердить достигнутый прирост производительности, проверить, как изменятся эксплуатационные затраты в среднесрочном периоде, выявить риски, которые, возможно, не идентифицировали на предыдущих стадиях проекта. В течение текущего года планируется получить результаты анализа, которые позволят принять взвешенное решение о целесообразности тиражирования данной технологии. Уже сейчас рассма-



ООО «Спецтруб» производит обсадные и колонковые трубы для проведения геологоразведочных работ, для инженерных изысканий. Техническое оснащение и уровень квалификации специалистов ООО «Спецтруб» позволяют производить продукцию в строгом соответствии с технологическими процессами и требованиями нормативно-технической документации. ООО «Спецтруб» является эксклюзивным партнером индийской компании KISHORE VADILAL PRIVATE LTD бренд «SUNDRIL» на территории РФ и стран СНГ.

«SUNDRIL» – производитель бурового инструмента для комплексов ССК (WireLine) для геологоразведочного бурения с отбором керна на твердые полезные ископаемые.

триваются различные варианты тиража роботизированных буровых станков на предприятиях СУЭК начиная с 2022 г.

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ И СТРОЯЩИХСЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Старший вице-президент по продажам в Евразии компании Normet Group Юкка Курхунен** сделал презентацию «Аккумуляторные электромобили Normet в подземном строительстве». **Normet** – быстрорастущая инновационная технологическая компания, которая постоянно стремится совершенствовать производственные процессы партнеров для повышения производительности, рентабельности и безопасности. Архитектура аккумуляторного электромобиля Normet SmartDrive® включает в себя новейшую технологию литий-ионных аккумулято-



ров с возможностью быстрой зарядки. Электродвигатели с высоким крутящим моментом обеспечивают мгновенный крутящий момент и эффективную работу без каких-либо местных выбросов. Полностью реверсивный 4WD обеспечивает безопасное и уверенное движение в сложных подземных условиях (рис. 8).

Встроенная технология рекуперации энергии максимизирует накопление энергии рекуперативного торможения во время движения под уклон и замедления. Кроме того, эффективные гидравлические двухконтурные масляные

тормоза обеспечивают дополнительную тормозную мощность, когда это необходимо.

Батареи оборудования Normet SmartDrive® можно заряжать в любое время от обычных подземных розеток переменного тока. Для требовательных операций дополнительные устройства быстрой зарядки могут быстро заряжать батареи во время работы или перерыва – нет необходимости в дорогостоящей замене батареи. Оборудование Normet полностью совместимо с универсальным стандартом быстрой зарядки CCS.



Рис. 8. Модульный принцип сборки машин SmartDrive используется во всем горном оборудовании

## УК «Кузбассразрезуголь» осваивает рекордные инвестиции в производство

В УК «Кузбассразрезуголь» (предприятие сырьевого комплекса УГМК) завершается запланированное на 2021 г. обновление парка основного оборудования. Более десятка новых бульдозеров уже приступили к работе на разрезах Компании.

«За последние пять лет Кузбассразрезуголь ввел в эксплуатацию достаточное для ведения производственной деятельности количество современных экскаваторов большой единичной мощности, но для повышения эффективности работы горнотранспортных комплексов необходимо было обновление бульдозерного парка, – отмечает начальник энергомеханического департамента УК «Кузбас-

сразрезуголь» **Игорь Кирилов**. – Эта модернизация сегодня коснулась всех предприятий Компании».

Всего программа модернизации производства УК «Кузбассразрезуголь» в 2021 г. включает в себя поступление около 110 единиц основной горнотранспортной техники, в том числе более 80 карьерных самосвалов БелАЗ, 17 бульдозеров и 5 автогрейдеров, гидравлические экскаваторы с различным объемом ковша.

В течение 2021 г. «Кузбассразрезуголь» дважды менял свои инвестиционные планы, ориентируясь на положительную динамику рынка угля и скорректированные планы угледобычи. В конце первого квартала было принято решение об увеличении затрат на приобретение основного горнотранспортного оборудования в два раза: с 7,5 млрд руб. до 15,2 млрд руб. Это позволило компании удвоить запланированную на 2021 г. поставку БелАЗов и начать модернизацию бульдозерного парка. В начале третьего квартала инвестиционный план был расширен еще двумя масштабными программами модернизации: вспомогательного технологического оборудования и нетехнологического автотранспорта. Всего на развитие производства в 2021 г. УК «Кузбассразрезуголь» планирует направить 25,8 млрд руб. – это самый большой объем производственных инвестиций в истории Компании.





## Три горных экскаватора Hitachi введены в эксплуатацию на разрезах АО «УК «Кузбассразрезуголь»

HITACHI

Reliable solutions

В октябре 2021 г. компания Minetech Machinery – официальный дилер карьерной техники Hitachi Construction Machinery в России – осуществила поставку двух машин модели EX1200-7 и одной – EX1900-6 на разрезы «Краснобродский», «Калтанский» и «Талдинский», расположенных в Кемеровской области

АО «УК «Кузбассразрезуголь» – предприятие сырьевого дивизиона «Уральской горно-металлургической компании» (УГМК), специализирующееся на добыче энергетического и коксующегося угля марок «Д», «ДГ», «Г», «СС», «Т», «КО», «КС» открытым способом. В состав компании входят шесть разрезов: «Кедровский», «Моховский», «Калтанский», «Краснобродский», «Бачатский» и «Талдинский», а также обособленное структурное подразделение «Автотранс». На предприятии, занимающем лидирующие позиции в угольной отрасли региона, активно осуществляется модернизация производства, в том числе происходит обновление парка горнотранспортного и вспомогательного оборудования.

Новые машины Hitachi с рабочим оборудованием обратной лопаты будут задействованы при осуществлении вскрышных и добычных работ. Оба экскаватора EX1200-7 эксплуатационной массой 117 т и мощностью 770 л.с. оснащены ковшом емкостью 7 куб. м. Эксплуатационная масса EX1900-6 составляет 192 т, он оборудован двигателем мощностью 1 086 л.с и ковшом вместимостью 12 куб. м.

*«Экскаваторы EX1200-7 будут использоваться на разрезах «Краснобродский» и «Калтанский», а EX1900-6 – на «Талдинском». Карьерная техника Hitachi хорошо зарекомендовала себя в работе на разрезах нашего предприятия, она успешно справляется с задачами даже при самых сложных условиях эксплуатации. Парк техники компании уже включает в себя 11 машин таких моделей, как EX1200-5, EX1200-6, EX1900-6 и EX3600-6. В 2022 г. на предприятия, входящие в АО «УК «Кузбассразрезуголь», мы ожидаем поставки шести единиц техники EX1200-7, четырех – EX1900-6 и трех – EX3600-6», – рассказал начальник энергомеханического департамента АО «УК «Кузбассразрезуголь» Игорь Кирилов.*



## СУЭК: готовим управленческие кадры. В Красноярске прошли мероприятия в рамках корпоративной программы СУЭК «Лидеры изменений»

*В Красноярске прошел цикл мероприятий по оценке и развитию управленческих навыков руководителей Угольного дивизиона АО «Сибирская угольная энергетическая компания».*

*Участие в них приняли около 60 представителей производственно-технического блока СУЭК, представляющих предприятия угледобычи и сервиса от Кузбасса до Владивостока.*

Оценочное мероприятие проводилось в формате стратегической игры – бизнес-симуляции.

«Год назад СУЭК взяла курс на трансформацию, – поясняет директор по управлению персоналом АО «СУЭК» **Галина Тихонова**. – Рынок очень динамично меняется, и Компания должна становиться гибкой, чтобы оперативно реагировать и внедрять изменения. Так, в СУЭК появилась «Программа развития руководителей Угольного дивизиона» – управленцев уровня «генеральный директор минус два – министр», имеющих достаточный потенциал, чтобы стать лидерами этих изменений».

Первоначально в Программу вошли 800 руководителей производственного блока со всех предприятий СУЭК. Дистанционное тестирование, интервью по компетенциям, при проведении которого впервые в России был использован робот, кроме вербальных ответов анализирующий скорость реакции на вопрос, интонацию, доброжелательность, – до заключительного этапа дошли, как оценивает **Галина Тихонова**, лучшие из лучших. «Здесь, в Красноярске, собралась фактически элита, – говорит она, – действующие руководители, производственники, а производство – это наша основная деятельность, передовая изменений, и очень важно выявить лидеров, которые смогут курировать стратеги-



ческие для производственной деятельности Компании проекты».

О том, почему в качестве завершающего оценочного этапа СУЭК был выбран именно формат бизнес-симуляции, рассказал директор международной тренинговой компании, бизнес-тренер, коуч **Сергей Фадеев**: «У игры есть несколько основных составляющих. С точки зрения HR она позволяет посмотреть на поведение и компетенции игроков в нестандартной обстановке, когда они поглощены процессом, раскрепощены. Для самих участников это развивающая игра: в ее основе лежат реальные производственные кейсы, и игрокам предстоит не только найти их решение, но и выработать стратегию, воплотить ее в жизнь и получить конкретный результат. Кроме того, в ходе игры участники «примеряют» на себя разные роли – от рабочего до топ-менеджера компании, и это дает им возможность с разных ракурсов посмотреть на одни и те же моменты. И, наконец, третья составляющая – экономическая. У людей, занятых непосредственно на производстве, часто недостаточно развито качественно-стоимостное мышление, и игра помогает им четко понять, что каждое действие ведет либо к приобретению, либо к потере денег. Поэтому, пробуя разные роли, участники видят свое влияние и на финансовый результат».

Как отмечают сами участники, бизнес-симуляция, действительно, стала для них точкой роста как в оценке привычных производственных процессов, так и в выстраивании коммуникаций, командной работе.

«Каждое такое мероприятие выводит нас на следующую ступень, – уверен главный механик – начальник механического управления АО «СУЭК-Красноярск» **Андрей Павлюкович**. – В процессе игры, раскрываясь, мы начи-





наем более эффективно взаимодействовать в команде, мы слушаем и слышим друг друга. Благодаря таким мероприятиям, знаниям, в нас вложенным, Компания научила нас работать в команде. А что такое команда? Это весь трудовой коллектив, люди – от руководителя до рабочего, у которых должны быть понятные общие цели, взаимоуважение, возможность обратной связи, и только такая команда гарантирована на успех».

«В данном мероприятии я был привлечен в качестве наблюдателя за бизнес-игрой, – делится впечатлениями заместитель технического директора АО «СУЭК-Кузбасс» **Валерий Гетман**. – В каждой команде игроки сами выбрали себе роли и старались своими действиями реализовать программу наиболее эффективно развития предприятия за отведенную по регламенту «пятиминутку». Но на самом деле для организаторов гораздо важнее был не

результат, а сам процесс игры – насколько тот или иной игрок коммуникабелен, полезен, позитивен и эффективен в принимаемых решениях».

Итогом мероприятия должно стать формирование «золотого» резерва управленцев, который станет основным и очень ценным ресурсом СУЭК для восполнения собственных потребностей в управленческом персонале. Этим целям будет содействовать и ряд других нововведений, принятых в Компании за последнее время. Как подчеркивает директор по управлению персоналом СУЭК **Галина Тихонова**, в текущем году был «перезапущен» Корпоративный университет – в нем внедряются новые прогрессивные форматы обучения. Традиционными станут и подобные бизнес-симуляции: предполагается, что в перспективе в такие игры будут вовлечены сотрудники всех функциональных направлений СУЭК.

## Заслуженные шахтеры станут героями корпоративного календаря СУЭК-Красноярск на 2022 год

**Портреты заслуженных работников красноярских предприятий СУЭК украсят корпоративный календарь на 2022 год. На его страницах разместятся фотографии и краткие биографии сотрудников, отмеченных высоким профессиональным званием «Заслуженный шахтер РФ», кавалеров знака «Шахтерская слава», орденосцев. Кроме того, всех их объединяет значительный стаж в угольной отрасли – от 30 лет и выше.**



Один из тех, кто представляет на страницах календаря Бородинский разрез – Руслан Малышкин, машинист экскаватора Горного участка № 3 «Отвальный», многократный победитель конкурсов профессионального мастерства. Признание его мастерства – Почетная грамота Минэнерго РФ, медаль «За заслуги в развитии топливно-энергетического комплекса» II степени и почетное звание «Заслуженный шахтер Российской Федерации».

«Очень интересно увидеть результат! – говорит горняк. – Посмотрим, детям покажем, внукам...»

От Назаровского разреза в календарь вошел его главный инженер Вячеслав Колтун.

«С разрезом связана вся моя жизнь, – с гордостью отмечает он. – С 1975 г., вот уже более 45 лет, я работаю на разрезе, предан профессии и нашему коллективу». За эти годы Вячеслав Колтун прошел все ступени профессионального роста – от горнорабочего до одного из первых руководителей предприятия. Он полный кавалер знака «Шахтерская слава», Заслуженный работник Министерства топлива и энергетики РФ, Заслуженный шахтер РФ.

**Константин Неизвестный** – представитель разреза «Березовский», электромеханик участка брикетного производства цеха конвейерного транспорта. На предприятии он трудится с 1988 г. Горняк уверен: за инновациями будущее, поэтому к своей работе относится очень серьезно. Всегда участвует в мероприятиях по повышению эффективности производства. За многолетний до-

бросовестный труд Константин Неизвестный отмечен Благодарностью Минэнерго РФ, носит почетное звание «Заслуженный шахтер РФ».

**Машинисты экскаваторов и тепловозов, монтеры пути, электромеханики, серьезные и с улыбкой на лице, – из тысячи выполненных фотоснимков создателям календаря предстоит отобрать 12 – самых ярких, отражающих суть горняцкого труда, мощь угледобывающих и сервисных предприятий СУЭК.**





## Volvo CE представила прототип полностью автономного погрузчика LX03

Презентация революционного прототипа колесного погрузчика, прошедшая 27 октября 2021 г. в рамках онлайн-мероприятия ZEUX Making It Real, ознаменовала новый этап исследовательской деятельности Volvo Construction Equipment в области машинного интеллекта и декарбонизации строительной отрасли.

LX03 с питанием от аккумуляторных батарей – первый в мире концепт колесного погрузчика с искусственным интеллектом, который был разработан с целью изучения и демонстрации потенциала безопасных автономных решений. На создание машины специалистов Volvo CE вдохновила модель LEGO® Technic. Инновационный погрузчик пока не доступен на рынке, но инженеры компании прогнозируют, что ценные идеи, возникшие в ходе реализации проекта, будут использованы в будущем.

«Нам необходимо преобразовать строительную отрасль с помощью «умных» и более устойчивых решений, которые окажут положительное влияние на этот сектор в глобальном масштабе. Дебют прототипа LX03 является свидетельством нашей общей приверженности позитивным изменениям и подтверждением невероятного опыта инженеров компании. Вместе с LEGO Group мы вносим большой вклад в развитие новых технологий, и достигнутые нами результаты превосходят все, что было представлено миру до этого», – рассказал президент Volvo CE **Мелькер Йернберг**.

Прототип LX03, представляющий собой 5-тонный колесный погрузчик, был создан специальной командой инженеров, программистов и технических специалистов Volvo CE, находящихся в городах Эскильстуне и Гетеборге (Швеция), а также Конце (Германия). Малолитражная машина с нулевым уровнем выбросов оснащена трансмиссией от модели L25 Electric. LX03 способен бесперебойно работать

до восьми часов в зависимости от сложности выполняемых задач.

«Занимая лидирующие позиции в области производства техники, мы призваны сыграть жизненно важную роль в принятии мер по борьбе с изменением климата и в ускорении темпов внедрения инноваций, необходимых для достижения целевых показателей выбросов вредных веществ в атмосферу. Мы верим в сотрудничество с целеустремленными и творческими партнерами, которые, как и мы, сфокусированы на том, чтобы воплотить идеи в реальность и преуспеть не на словах, а на деле», – отметил ответственный за технологии в компании Volvo Group **Ларс Стенквист**.

То, что начиналось как захватывающий проект для дизайнеров и инженеров двух компаний, направленный на изучение потенциала решений для строительной отрасли будущего, со временем переросло в успешное создание прототипа инновационной машины.

«На протяжении многих лет наши компании связывали узы чрезвычайно успешного партнерства, в рамках которого мы разработали несколько моделей LEGO Technic. Однако настоящую машину на основе модели, а не наоборот мы создали впервые. Именно это делает проект поистине уникальным», – рассказал руководитель по продукту LEGO Group, ответственный за LEGO Technic **Нильс Хорстед**.

Погрузчик LX03 с искусственным интеллектом призван стать «умным» помощником, способным адаптироваться к различным сценариям, принимать решения в режиме реального времени и, таким образом, сотрудничать с людьми. Он может быть запрограммирован для выполнения тяжелых, повторяющихся или опасных задач. Это позволит повысить безопасность и сократить количество работников на строительной площадке.



## **СЛАСТУНОВ Сергей Викторович**

*(к 70-летию со дня рождения)*

**1 декабря 2021 г. исполнилось 70 лет Почетному работнику высшего профессионального образования РФ, действительному члену Российской академии естественных наук (РАЕН), Российской экологической академии (РЭА), Международной академии МАНЭБ, профессору кафедры «Безопасность и экология горного производства» Горного института НИТУ «МИСиС» Сергею Викторовичу Сластунову.**

Вся трудовая деятельность Сергея Викторовича связана с Московским горным институтом и угольной промышленностью. После окончания в 1975 г. физико-технического факультета Московского горного института он прошел все ступени научной и педагогической деятельности. С 1994 по 2007 г. С.В. Сластунов занимал должность проректора МГГУ по научной работе.

Признанный в России и за рубежом специалист в области новых технологий обеспечения технической и экологической метанобезопасности угольных шахт, извлечения и использования шахтного метана, он разработал и внедрил на шахтах Кузнецкого и Карагандинского угольных бассейнов ряд новых технологий заблаговременной и предварительной дегазации высокогазоносных угольных пластов для обеспечения метанобезопасности подземных горных работ.

Сергей Викторович был членом ряда специальных групп экспертов по шахтному метану при экономической комиссии ООН.

С 1997 по 2014 г. С.В. Сластунов являлся Председателем докторского диссертационного совета Д 212.128.08 при МГГУ, членом ряда других диссертационных советов. Под его руководством защищено шесть докторских и 15 кандидатских диссертаций. В настоящее время он член диссертационного совета НИТУ «МИСиС», активно работает над внедрением новых технологий дегазации угольных пластов.

С.В. Сластунов является автором более 350 научных работ, в том числе восьми монографий, имеет более 15 патентов на изобретения.

Деятельность профессора С.В. Сластунова отмечена многими отраслевыми наградами, в числе которых почетный знак «Шахтерская слава» всех трех степеней. Он Лауреат премии академика А.А. Скочинского.

***Коллеги по совместной работе, друзья и соратники, редколлегия и редакция журнала «Уголь» поздравляют Сергея Викторовича Сластунова с юбилеем и желают ему и его родным доброго здоровья, семейного благополучия, дальнейших успехов в нелегком, но благородном труде и простого человеческого счастья!***



## **Распадская угольная компания продолжает внедрять инновационную технологию дегазации угольных пластов**

На шахту «Осинниковская» Распадской угольной компании (РУК, управляет угольными активами ЕВРАЗ) поступил станок направленного бурения VLD-1000 австралийской фирмы Valley Longwall Drilling Systems. Для его обслуживания на «Осинниковской» организовали новый участок направленного бурения №4. На нем работают 28 специалистов Южно-Кузбасского геологоразведочного управления – вспомогательного предприятия компании.

Передовое оборудование способно бурить дегазационные скважины глубиной до тысячи метров. Все производственные операции автоматизированы. Благодаря системе ориентирования и онлайн-отображению информации

**РАСПАДСКАЯ**  
УГОЛЬНАЯ КОМПАНИЯ



на встроенном мониторе станка, машинист буровой установки видит, в каком направлении нужно производить бурение скважины. Это позволяет осуществлять бурение при разных углах расположения пласта, добываясь высоких объемов извлечения метана.

Сегодня участки направленного бурения работают на пяти шахтах Распадской угольной компании. Использование этой технологии существенно повышает эффективность предварительной дегазации и повышает

безопасность работ по проведению горных выработок и добыче угля. Парк бурового оборудования РУК насчитывает девять станков.

## Перечень статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2021 году

№	С
---	---

№	С
---	---

ПЕРСПЕКТИВЫ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ. РЕГИОНЫ		
<b>Администрация Правительства Кузбасса</b> Кузбасс получит 51 млрд руб. из федерального бюджета на программу развития области	4	9
<b>Администрация Правительства Кузбасса</b> Михаил Мишустин: «На модернизацию Восточного полигона до 2024 года направят 780 млрд рублей»	4	8
<b>Александров А.С.</b> Компания ООО «Сибуголь»: мобилизация сил и трансформация бизнес-процессов – залог успешной работы	8	42
<b>Варфоломеева Т.В.</b> АО «Разрез Тугнуйский»: пандемия – не причина останавливаться	3	49
<b>Варфоломеева Т.В.</b> Тугнуйский угольный разрез: слагаемые успеха работы предприятия	8	26
<b>Дробина Е.А.</b> Уголь высоких технологий	8	36
<b>Кигалов Н.Н.</b> Год за два (интервью)	3	60
<b>Килин А.Б.</b> 20-летие СУЭК посвящаем наши достижения	8	18
<b>Килин А.Б.</b> Юбилейный год СУЭК стремится отметить трудовыми победами	3	52
<b>Кузбасские</b> предприятия СУЭК добыли 555 миллионов тонн угля	8	10
<b>На шахтах</b> СУЭК внедряются самоходные анкероустановщики	3	47
<b>ООО «Восточная горнорудная компания»</b> 2020 год – старт на пути к 20 млн тонн в год	3	62
<b>Поздравление</b> с Днём шахтёра от заместителя генерального директора – директора Угольного дивизиона АО «СУЭК» С.М. Петрова	8	8
<b>Поздравление</b> с Днём шахтёра от министра энергетики Российской Федерации Н.Г. Шульгина	8	2
<b>Поздравление</b> с Днём шахтёра от председателя Росуглепрофа И.И. Мохначука	8	7
<b>Результаты</b> работы Эльгинского проекта в 2020 году и планы на 2021 год	3	64
<b>Совещание</b> по вопросам развития угольной отрасли	4	4
<b>СУЭК</b> опубликовала финансовые результаты по МСФО за 2020 год	3	44
<b>СУЭК:</b> 20 лет роста и созидания. На шахтах СУЭК внедряются подземные мини-погрузчики	3	48
<b>Тиес К.С.</b> Оглядываясь на успехи	8	44
<b>Фёдоров А.В.</b> Наша основная задача и результат работы – надежные поставки топлива в энергосистему Сибири	8	12
<b>Шоповаленко Г.Н.</b> Итоги работы разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» за 2020 год и перспективы на 2021 год	8	23
<b>Яроцкий А.Е.</b> Приморские горняки отмечают 20-летний юбилей СУЭК достижением мирового уровня	8	30
<b>Яроцкий А.Е.</b> Приморские горняки уверенно вошли в 2021 год	3	57

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ. ШАХТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО		
<b>Алиев С.Б., Дёмин В.Ф., Томилов А.Н., Милетенко Н.А.</b> Расчет параметров анкерного крепления горных выработок в условиях угольных шахт	4	15
<b>Бахтыбаев Н.Б., Кыдрашов А.Б., Муратулы Б., Богжанова Ж.К., Абдиева Л.М.</b> Исследование по установке припочвенных законтурных анкеров на шахте «Казахстанская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау»	10	4
<b>Дудин А.А., Ефимушкин Н.А., Соколов А.С., Пундель А.А., Юрков А.А.</b> Опыт усиления крепи подземных горных выработок неподатливыми канатными анкерами АК01-21Н в сложных горно-геологических условиях	1	11
<b>Жетесова Г.С., Бейсембаев К.М., Нокина Ж.Н., Акижанова Ж.Т., Асмагамбет Д.К.</b> Моделирование камерной выемки с уступной формой забоя	1	14
<b>Зейнуллин А.А., Абеуов Е.А., Демин В.Ф., Алиев С.Б., Кайназарова А.С., Кайназаров А.С.</b> Оценка способов поддержания горных выработок на основе применения анкерной крепи на шахтах Карагандинского угольного бассейна	2	4
<b>Исабек Т.К., Демин В.Ф., Шонтаев Д.С., Малыбаев С.К., Шонтаев А.Д., Александров А.Ю.</b> Эффективная технология бурения опережающих дегазационных скважин на выбросоопасных угольных пластах	6	11
<b>Клишин В.И., Опрук Г.Ю., Телегуз А.С., Николаев А.В., Махраков С.И., Печенев И.А.</b> Реализация метода направленного гидровзрыва (НГР) при решении геотехнологических задач управления повышенным горным давлением	11	6
<b>Козлова О.Ю.</b> Дискретно-событийное моделирование транспортных потоков рудника	12	12
<b>Луганцев Б.Б., Беликова Н.В., Белтков В.В., Чавкин А.И.</b> Поддержание выработки для повторного использования в аномальной зоне повышенного горного давления	4	10
<b>Разумов Е.А., Венгер В.Г., Калинин С.И., Зеляева Е.А.</b> Исследование устойчивости подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью, оказавшихся в сложных аварийных ситуациях при отработке угольных пластов на шахтах Кузбасса	11	13
<b>Разумов Е.А., Венгер В.Г., Зеляева Е.А., Пудов Е.Ю., Калинин С.И.</b> Опыт механизированной отработки мощных пологих пластов на угольных шахтах Кузбасса и рекомендации по отработке весьма мощных пологих пластов. <i>Часть 1</i>	6	4
<b>Разумов Е.А., Венгер В.Г., Зеляева Е.А., Пудов Е.Ю., Калинин С.И.</b> Опыт механизированной отработки мощных пологих пластов на угольных шахтах Кузбасса и рекомендации по отработке весьма мощных пологих пластов. <i>Часть 2</i>	7	4



	№	С
<b>Разумов Е.А., Калинин С.И., Венгер В.Г., Пудов Е.Ю.</b> Пути повышения добычи угля из комплексно-механизированных лав с нагрузкой до 40-60 тыс. т/сут. на один очистной забой	1	4

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ		
<b>Логинов Е.В., Тюленева Т.А.</b> Управление параметрами карьера в целях повышения эффективности использования гидравлических экскаваторов типа обратная лопата	12	6
<b>Чебан А.Ю.</b> Повышение эффективности добычи угля путем совершенствования конструкции карьерного комбайна	9	38

ГОРНЫЕ РАБОТЫ		
<b>На разрезе «Буреинский»</b> высоко оценили эффективность электрического экскаватора Hitachi EX3600E-6	5	24
<b>Рыбак Т.С., Иванов А.С., Пережигальский М.Ю., Аушев Е.В., Лысенко М.В.</b> Методы защиты устья вскрывающих горных выработок при развитии подземных горных работ с борта разреза	5	26

ГОРНЫЕ МАШИНЫ		
<b>Агафонов В.В., Оганесян А.С. Ютяев А.Е., Горн Е.В.</b> Сравнительный анализ характеристик разных типов технических средств для реализации когенерационных технологий в угледобывающем производстве	1	21
<b>Грабский А.А., Сергеев В.Ю., Грабская Е.П.</b> Обоснование выбора стратегии технического обслуживания и ремонтов карьерных экскаваторов	2	14
<b>Зеньков И.В., Морин А.С., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Макушкин Д.О.</b> Разработка интегрированной системы управления для предприятий машиностроительной отрасли по ремонту горного оборудования	1	26
<b>Зиновьев В.В., Кузнецов И.С., Стародубов А.Н.</b> Исследование человеко-машинного управления автосамосвалами в составе экскаваторно-автомобильного комплекса с применением имитационного моделирования	7	9
<b>Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Воронов Э.Ю., Евстратов В.А., Цих А.</b> Анализ структуры отказов шнеков очистных комбайнов	4	20
<b>Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Цих А.</b> Закономерности изнашивания резцедержателей поворотных резцов угледобывающих комбайнов	1	30
<b>Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Жабин А.Б., Аверин Е.А., Цих А.</b> Определение спектра нагруженности угледобывающих машин	5	37
<b>Линник Ю.Н., Линник В.Ю., Петров И.В., Цих А.</b> Оценка надежности резцов угледобывающих машин	2	10
<b>Литвиненко А.</b> Новый рекорд прочности от Согит Group: 120 тыс. циклов нагружений механизированной крепи ДТМ 14/35	8	57
<b>Муминов Р.О., Райханова Г.Е., Кузиев Д.А.</b> Повышение надежности и долговечности буровых станков за счет понижения динамических нагрузок	5	32
<b>Пальчевский А.Ю.</b> Десять лет – это только начало!	8	56

	№	С
<b>Пашко П.Б.</b> Обоснование параметров диспергатора для получения и регенерации эмульсии механизированных крепей	10	10
<b>Рогозин А.А., Канцция Р.</b> Коррозия горных цепей – слагбаум на пути «суперпрочных» цепей	8	48
<b>Салин Д.В., Бублик М.Л., Скуратович С.Б., Сипливый А.В., Маленков Д.С.</b> Современные способы создания оборудования для комплексно-механизированных забоев с высокими требованиями к его надежности	5	43
<b>Тарасов В.М., Фомин А.И.</b> Повышение надежности безопасной эксплуатации грузоподъемных устройств в шахте	12	15
<b>Худайбердиев Ш.М., Каршибоев А.И.</b> Экспериментальные обследования режимов работы погружных насосов в горно-геологических условиях Навоийского ГМК	10	16

ОХРАНА ТРУДА. БЕЗОПАСНОСТЬ. ДЕГАЗАЦИЯ		
<b>Захаров В.Н., Кубрин С.С., Тайлаков О.В., Соболев В.В.</b> Использование вариации Аллана при обработке измеренных величин параметров рудничной атмосферы и параметров метановоздушной смеси дегазационной системы угольной шахты	7	39
<b>Колегов Г.А., Крайнов А.Ю.</b> Метод учета аэродинамических параметров выработанных пространств в моделях шахтных вентиляционных систем	7	33
<b>Портола В.А., Тайлаков О.В., Ли Хи Ун, Соболев В.В., Бобровникова А.А.</b> Обнаружение, локация и оценка состояния очагов подземных пожаров по аномалиям радона на земной поверхности	5	47
<b>Черданцев С.В., Шлапаков П.А., Голоскоков С.И., Батраков Д.Н., Колыхалов В.В.</b> Определение параметров и толщины фронта дефлаграционного процесса в газовоздушных смесях горных выработок	7	27
<b>Шипилов И.В., Бетехтина В.А., Цай Л.В., Пилипенко В.И., Богданов А.Р.</b> Персонализированная медицина в СУЭК	7	45

ЭКОНОМИКА. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА. АНАЛИТИКА. РЫНОК УГЛЯ		
<b>Азев В.А., Гартман А.А., Хажиев В.А.</b> Подход к повышению результативности развития горного предприятия	11	27
<b>Азев В.А., Гартман А.А., Конаков О.В.</b> Проектный подход к совершенствованию производственной деятельности и развитию персонала предприятий ООО «СУЭК-Хакасия»	12	21
<b>Астафьева О.Е.</b> Формирование механизма устойчивого развития угольной промышленности	3	10
<b>Астафьева О.Е.</b> Формирование механизма устойчивого развития угольной промышленности на основе нового подхода к использованию ресурсов при экосистемном взаимодействии	6	15
<b>АО «Росинформуголь»</b> Российский уголь на международном рынке, ценовые индикаторы внешнего угольного рынка, тенденции развития торговли углем	11	50

	№	С
<b>АО «Росинформуголь»</b> Наша информация и аналитика для вашего угольного бизнеса	10	52
<b>АО «Росинформуголь»</b> Российский уголь на международном рынке, ценовые индикаторы внешнего угольного рынка, тенденции развития торговли углем	10	53
<b>Брикошина И.С., Геокчакян А.Г., Гусева М.Н., Малышкин Н.Г., Сычёва С.М.</b> Возможности применения концепции бережливого производства в компаниях угольной промышленности	4	28
<b>Буйницкий А.М., Макаров А.М., Полещук М.Н.</b> Диверсификация деятельности угледобывающего предприятия в условиях изменчивости рыночного спроса	8	58
<b>Галиев Ж.К., Галиева Н.В.</b> Менеджмент в деятельности угледобывающих предприятий	2	26
<b>Глинниа О.И.</b> Металлы России и СНГ (Саммит 2020)	2	58
<b>Горелова О.А., Шемякина Т.Ю., Великороссов В.В., Генкин Е.В., Ракаускиене О.Г.</b> Особенности ценообразования на мировом рынке угля	3	20
<b>Дабиев Д.Ф., Аюнова О.Д.</b> Состояние и перспективы освоения Улуг-Хемского угольного бассейна	11	45
<b>Жанбаев Р.А., Отызбаева К.Ж., Жанбаева Л.А., Карбетова З.Р., Темирбаева Г.Р.</b> Анализ научного потенциала и возможности повышения качества жизни в моногородах на примере городов Аркалык, Рудный и Жезказган Республики Казахстан	11	38
<b>Жданев О.В., Оленёва О.Н.</b> Приоритетные направления развития российского программного обеспечения для угольной промышленности. <i>Часть 1</i>	6	18
<b>Жданев О.В., Оленёва О.Н.</b> Приоритетные направления развития российского программного обеспечения для угольной промышленности. <i>Часть 2</i>	7	13
<b>Жизнин С.З., Черечукин А.В., Белодедов М.И.</b> Новый этап конкуренции полезных ископаемых в энергетике в период после пандемии	1	46
<b>Коваленко Л.В., Якунина Ю.С.</b> Стимулирующее воздействие государства на развитие взаимодействия хозяйствующих субъектов в угольной отрасли	9	9
<b>Козловский А.В., Моисеенко Н.А., Опекунов В.А.</b> Инвестиционная привлекательность объектов топливно-энергетического комплекса	4	25
<b>Кузьмина А.О., Чернегов Н.Ю., Карпенко Н.В.</b> Экономическая оценка развития логистической инфраструктуры экспортно ориентированных угольных компаний	4	48
<b>Лялин А.М., Зозуля А.В., Еремина Т.Н., Зозуля П.В.</b> Современные тенденции развития угольной промышленности с учетом влияния пандемии	5	62
<b>Ляхомский А.В., Перфильева Е.Н., Кутепов А.Г.</b> Анализ деятельности организаций угольной отрасли по обеспечению повышения энергоэффективности	4	32

	№	С
<b>Медведев А.В., Прокопенко Е.В., Кисляков И.М.</b> Система поддержки принятия решений в оценке экономической эффективности угледобывающей отрасли с учетом экологических ограничений	12	28
<b>Меркурьев В.В., Косинский П.Д., Томилин К.В., Колесникова Е.Г.</b> Экономические последствия развития угледобывающей отрасли региона: оценка эколого-экономических потерь	11	19
<b>Моисеенко Н.А., Астафьева О.Е., Козловский А.В.</b> Экономическая безопасность инвестиционной деятельности в угольной отрасли	3	16
<b>Новоселов С.В., Оганесян А.С.</b> Проблемы, риски и прогнозы развития угольной промышленности Кемеровской области на период до 2035 года	2	38
<b>Новоселов С.В.</b> Оптимизация производственного цикла в очистных забоях сверхкатегорных угольных шахт	4	40
<b>Панков Д.А., Афанасьев В.Я., Байкова О.В., Трегубова Е.А.</b> Анализ тенденций мирового рынка угля и направлений российского экспорта	3	23
<b>Панов А.А., Мекуш Г.Е.</b> Экологический стандарт для угольного региона: методика и механизмы внедрения	9	4
<b>Перятинский А.Ю.</b> Действия рабочего по безопасному и успешному выполнению производственных заданий	3	6
<b>Перятинский А.Ю.</b> Деятельность начальника участка по организации коллектива на безопасное и успешное выполнение производственных заданий	5	66
<b>Петров Н.Е.</b> Перспективы российского угольного экспорта на рынок АТР в 2021-2024 гг.	6	37
<b>Плаkitкина Л.С., Плаkitкин Ю.А., Дьяченко К.И.</b> Оценка производственного потенциала отечественных машиностроительных предприятий для реализации программ импортозамещения в угольной отрасли	1	34
<b>Плаkitкин Ю.А., Плаkitкина Л.С.</b> Парижское соглашение как фактор ускорения «энергетического перехода»: меры по адаптации угольной отрасли к новым вызовам	10	19
<b>Разовский Ю.В., Артемьев Н.В., Киселева С.П., Савельева Е.Ю., Рудницкий В.С.</b> О формировании сверхприбыли в цифровой экономике	4	37
<b>Савон Д.Ю., Шкарупета Е.В., Сафронов А.Е., Анисимов А.Ю., Вихрова Н.О.</b> Цифровая трансформация производственных процессов и бизнес-моделей горнодобывающей промышленности в условиях рыночной нестабильности	2	32
<b>Самарина В.П., Скуфына Т.П., Савон Д.Ю.</b> Комплексная оценка устойчивого развития горно-металлургических холдингов: проблемы и механизмы их разрешения	7	20
<b>Степанов О.А., Степанов Р.О.</b> О возрастании угрозы хакерских атак на индустриальные объекты	11	25

	№	С
<b>Степанов О.А.</b> О политике минимизации воздействия, в результате которого может быть нарушено или прекращено функционирование значимого объекта критической информационной инфраструктуры предприятий угольной промышленности	7	25
<b>Степанов О.А., Степанов А.О.</b> О противодействии киберпреступной деятельности	3	14
<b>Степанов О.А., Степанов А.О.</b> Об экономико-правовых аспектах декарбонизации, связанных с отказом от ископаемых углеводородов как источника энергии	6	23
<b>Таразанов И.Г., Губанов Д.А.</b> Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2020 года	3	27
<b>Таразанов И.Г., Губанов Д.А.</b> Итоги работы угольной промышленности России за январь-март 2021 года	6	25
<b>Таразанов И.Г., Губанов Д.А.</b> Итоги работы угольной промышленности России за январь-июнь 2021 года	9	25
<b>Харченко Е.В., Волков С.А., Захаров С.И.</b> Повышение инновационной активности и результативности человеческого капитала угольной компании	2	18
<b>Цивилева А.Е., Голубев С.С.</b> Мультипликативный экономический и социальный эффект деятельности территорий опережающего социально-экономического развития Республики Саха (Якутия)	11	33

УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ		
<b>Международные</b> специализированные выставки: «Уголь России и Майнинг», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России»	5	10
<b>ООО «МСС-СИСТЕМС»</b> Поточные влагомеры для сыпучих материалов – лучшее решение для каждой задачи	5	18
<b>Панов А.А.</b> Кузбасс – 2021: во главе угля	5	16
<b>Приветствия</b> участникам выставки «Уголь России и Майнинг» от губернатора Кузбасса С.Е. Цивилева и председателя Парламента Кузбасса В.А. Петрова	5	7
<b>Приветствия</b> участникам выставки «Уголь России и Майнинг»	5	8
<b>Скударнов Ю.А.</b> Четверть века российскому устройству автоматизации водоотлива «Волна» с поразительной окупаемостью 4 дня	5	22
<b>F-Class и HO-сталь</b> – результат 200-летнего опыта JDT	5	20
<b>Flexco Europe GmbH</b> Снова на верном пути	5	23

НОВОСТИ ТЕХНИКИ		
<b>АО «СУЭК»</b> Экспонаты предприятий СУЭК завоевали медали выставки «Уголь России и Майнинг – 2021»	7	71
<b>Выставка MiningWorld Russia</b> подтвердила важность офлайн-формата для горнодобывающей отрасли	3	67
<b>ООО «Сумитек Интернейшнл».</b> Гарантии успешного партнерства	12	44

	№	С
<b>Глинина О.И.</b> XXIX Международная специализированная выставка «Уголь России и Майнинг», XI Международная специализированная выставка «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности» и VI Международная специализированная выставка «Недра России»: итоги, события, факты	10	43
<b>Глинина О.И.</b> XXIX Международная специализированная выставка «Уголь России и Майнинг», XI Международная специализированная выставка «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности» и VI Международная специализированная выставка «Недра России»: итоги, события, факты	8	68
<b>Глинина О.И.</b> TECH MINING RUSSIA Новые технологии добычи полезных ископаемых. Международная конференция и выставка	12	64
<b>Захаров Л.М.</b> ООО «Гидроматика» предлагает продукцию собственного производства, которая может устанавливаться на станки буровые	4	67
<b>Лохов Д.С.</b> Надежность и долговечность	7	70
<b>Новая</b> формула негорючей «гидравлики» от ЛУКОЙЛа	10	50
<b>Новый</b> уровень эффективности – с «гидравликой» ЛУКОЙЛ	4	68
<b>MiningWorld Russia:</b> мировые новинки горнодобывающего оборудования и площадка для обсуждения будущего отрасли	7	67
<b>THIELE GmbH &amp; Co. KG</b> – надежный партнер	10	42

РЕСУРСЫ. ПЕРЕРАБОТКА И КАЧЕСТВО УГЛЯ		
<b>Абдрахимова Е.С.</b> Использование отходов углеобогащения и межсланцевой глины в производстве керамического кирпича	7	52
<b>Анпилов С.М., Абдрахимов В.З.</b> Использование золы легкой фракции и межсланцевой глины в производстве сейсмостойкого кирпича	4	57
<b>Антонов А.Н., Попов Д.В., Карасева Т.М., Темникова Е.Ю.</b> Дискуссия по формированию научно-технических основ разработки шахтных воздухонагревательных установок	10	24
<b>Высокие</b> технологии для качественного сепарирования	2	66
<b>Досмухамедов Н.К., Каплан В.А., Жолдасбай Е.Е., Даруеш Г.С., Аргын А.А.</b> Выделение железа в железосодержащий продукт из золы от сжигания экибастузских углей	1	56
<b>Интеллектуальный</b> сухой сепаратор TDS	1	62
<b>Кайракбаев А.К., Абдрахимова Е.С., Абдрахимов В.З.</b> Исследования влияния содержания золы легкой фракции на микропористость керамики методом диффузного малоуглового рассеяния	1	50
<b>Крысанова К.О., Крылова А.Ю., Пудова Я.Д., Борисов А.В.</b> Исследование минеральных компонентов биоуглей из опила, полученных низкотемпературными методами	12	41
<b>Куликова М.П., Балакина Г.Ф.</b> Развитие малотоннажной углехимии на основе инноваций в Республике Тыва	6	40
<b>Лохов Д.С.</b> Инновации в обогащении	12	48
<b>Лохов Д.С.</b> Как избежать простоев на производстве и сделать предприятие автоматизированным?	9	63



	№	С
<b>Лохов Д.С.</b> Как стать компанией-лидером за счет новых технологий?	8	64
<b>Лохов Д.С.</b> Самый скользкий материал в мире!	11	61
<b>Лохов Д.С.</b> Сепаратор TCS	4	72
<b>Лохов Д.С.</b> секрет повышения эффективности	6	62
<b>Лохов Д.С.</b> Экономичное и безопасное сепарирование угля – это реально?	5	78
<b>Лохов Д.С.</b> Эффективность в деталях	10	57
<b>Международный форум</b> в области обогащения угля «Resource Forum PRO»	10	58
<b>Нарыжная Н.Ю., Сафронов Е.Г., Силинская С.М., Абдрахимов В.З.</b> Экономическая и практическая целесообразность использования золошлака и ферропеллы Актюбинской области в производстве сейсмостойкого кирпича	10	33
<b>Орупольд Т., Старр Д., Лейфрид А., Титов В., Кокшаров В.</b> Пластинчатый классификатор REFLUX TM с высокой скоростью сдвига (повышение эффективности обогащения)	5	72
<b>Первый</b> международный форум в области обогащения угля «Resource Forum PRO»	9	64
<b>Пузырев Е.М., Афанасьев К.С., Голубев В.А.</b> Разработка шахтных воздухонагревательных установок нового типа	5	54
<b>Сафронов Е.Г., Силинская С.М., Нарыжная Н.Ю., Абдрахимов В.З.</b> Экологическая целесообразность рециклинга золошлака в производстве стеновых материалов и оптимизация керамических масс по техническим показателям	6	44
<b>Сафронов Е.Г., Глазунова Е.З., Иваев М.И., Абдрахимов В.З.</b> Экономическая и практическая целесообразность использования золошлакового материала в производстве легковесного кирпича	9	58
<b>Sever Minerals</b> От разработки концептуальной идеи до реализации и сервисного обслуживания	8	66
<b>TAPP Group</b> Современное решение для сложных задач	3	66

ГЕОМЕХАНИКА. ГЕОИНФОРМАТИКА. НЕДРА. ГЕОЛОГИЯ		
<b>АО ХК «СДС-Уголь»</b> Разведчики недр	4	70
<b>Разовский Ю.В., Борисова О.В., Артемьев Н.В., Савельева Е.Ю.</b> О рентных противоречиях недропользования	1	43
<b>Рыжков С.О., Портнов В.С., Хуанган Н.Х., Рахимов М.А., Хмырова Е.Н.</b> Исследование устойчивости хвостохранилища угольной обогатительной фабрики «Восточная» (Центральный Казахстан) для оценки его безопасной консервации и ликвидации	12	57
<b>Хайруллаев Н.Б., Алиев С.Б., Юсупова С.А., Елузах М., Ахметканов Д.К.</b> Исследование активации раствора при геотехнологических процессах добычи	9	55

ЭКОЛОГИЯ		
<b>Ефименко А.А., Орлов А.А., Макеев Д.А., Козырь Д.А., Волков В.А.</b> Экологическая безопасность и энергетическая независимость Донбасса	6	58
<b>Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Анищенко Ю.А., Казанская Н.Н., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Латынцев А.А., Веретенова Т.А.</b> Дистанционное зондирование в исследовании результатов лесовосстановительной экологии на породных отвалах угольных разрезов Красноярского края	6	54

	№	С
<b>Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Ганиева И.А., Лукьянова А.А., Анищенко Ю.А., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Латынцев А.А., Веретенова Т.А.</b> Исследование динамики работ по лесной рекультивации на угольных разрезах в Иркутской области с использованием результатов дистанционного зондирования	9	51
<b>Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Куприянов О.А., Шатилов Д.А.</b> Реконструкция почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов в Кузбассе	2	46
<b>Лавриненко А.Т., Азев В.А., Остапова Н.А., Сафронова О.С., Евсеева И.Н., Мошнев Е.А.</b> Некоторые особенности роста и развития <i>Bromopsis (Leys)</i> . Holub на переуплотненных отвалах автомобильной отсыпки в сухостепной зоне Хакасии	9	42
<b>Лавриненко А.Т., Килин А.Б., Остапова Н.А., Сафронова О.С., Евсеева И.Н., Моршнев Е.А.</b> Реализация инновационных технологий рекультивации переуплотненных автомобильных отвалов угледобывающих предприятий Хакасии	5	80
<b>Лавриненко А.Т., Шаповаленко Г.Н., Остапова Н.А., Сафронова О.С., Евсеева И.Н., Моршнев Е.А.</b> Содержание химических загрязняющих веществ в почвенно-растительном покрове и атмосферном воздухе санитарно-защитной зоны разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» за 2018-2020 гг.	6	50
<b>Михайлов В.Г., Киселёва Т.В., Михайлова Я.С.</b> Формирование системы управления эколого-экономической безопасностью угледобывающего региона	12	82
<b>Семина И.С., Андроханов В.А.</b> Почвенно-экологическое обследование участков, рекультивированных отходами углеобогащения, на примере Кемеровской области - Кузбасса	7	57
<b>Уфимцев В.И., Куприянов А.Н.</b> Карбоновые фермы – отвалы угольных предприятий Кузбасса	11	56
<b>Шутько Л.Г., Самородова Л.Л.</b> Влияние угледобывающей промышленности Кузбасса на здоровье населения региона	9	46

ВОПРОСЫ КАДРОВ		
<b>Азев В.А., Кобец Е.В., Васильев В.А.</b> О методике дистанционной работы со студентами ВУЗов в условиях пандемии	4	43
<b>Ефимов А., Королев А.</b> Пандемия – толчок для развития: как компании ТЭК и МСК работают с кадрами в условиях пандемии	7	75
<b>Михалев И.О., Мачужак А.В.</b> Практический опыт управления персоналом на основе подхода «талант – к ценности» в условиях крупной добывающей корпорации	9	20
<b>ООО «РАНК 2»</b> Квалифицированный и ответственный работник – ценная кадровая единица	10	54
<b>Штейнцайг Р.М., Черных В.Г.</b> Кадры решают все!	9	15

ХРОНИКА		
<b>АО «СУЭК»</b> Информационные сообщения	– №9 – 80	
<b>АО «СУЭК»</b> Двадцать лет роста и созидания	6	64
<b>АО ХК «СДС-Уголь»</b> Пятнадцать лет уверенного развития	6	75

	№	С
<b>АО «СУЭК»</b> Шахта имени С.М. Кирова компании «СУЭК-Кузбасс» торжественно отметила свое 85-летие	2	67
<b>В год</b> науки и технологий – с новыми чемпионами «CASE-IN»	9	77
<b>VII Всероссийский</b> горнопромышленный съезд	2	68
<b>Международные</b> специализированные выставки: «Уголь России и Майнинг», «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», «Недра России»	4 7	15 10
<b>Перечень</b> статей, опубликованных в журнале «Уголь» в 2021 году	12	78
<b>Хроника. События. Факты. Новости</b> – №1 – 72; №2 – 70; №3 – 70; №4 – 74; №5 – 84; №6 – 78; №7 – 77; №8 – 75; №9 – 70; №10 – 62; №11 – 66, №12 – 73		

	№	С
<b>Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Ганиева И.А., Кондрашов П.М., Павлова П.Л., Раевич К.В., Конов В.Н., Скорнякова С.Н.</b> Топливно-энергетический комплекс США в цифрах по данным спутниковой съемки. Добыча угля и угольная генерация электроэнергии	11	52
<b>Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Ганиева И.А., Латышенко Г.И., Логинова Е.В., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Латынцев А.А., Веретенова Т.А.</b> Угольные карьеры и поверхностные комплексы в восточном секторе США по данным спутниковой съемки	7	63
Книжная новинка	10	41
<b>Тимофеев О.А., Шарипов Ф.Ф., Петренко Б.В.</b> Влияние эпидемии COVID-19 на рынок угля в Китае	1	63

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ. РЕЦЕНЗИИ. ОТКЛИКИ.		
<b>Биюшкина Н.И., Остроумов Н.В., Сосенков Ф.С.</b> Возникновение и развитие правовой регламентации и организации управления угольной промышленностью в Российском государстве (конец XVII – XVIII вв.)	4	63
<b>Геочкакян А.Г., Кострикова К.Е., Костриков С.П.</b> Анализ состояния каменноугольной промышленности в царской России и мире на страницах «Торгово-Промышленной газеты»	11	62
<b>Колтунова А.Н., Кудлаева О.С.</b> Шахтерский труд в искусстве	8	89
<b>Научному</b> центру ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности в горной отрасли – 75 лет	10	60
<b>Небрятенко Г.Г., Смирнова И.Г., Фойгель Е.И., Студеникина С.В.</b> История Донецкого угольного бассейна в досоветский период	9	66
<b>Попов В.Б., Голик А.С., Дружинин А.А., Власов В.В., Кравченко С.Н.</b> Триста лет истории угольного Кузбасса	8	84

ЮБИЛЕИ		
<b>Гуськов Виктор Александрович</b> (к 80-летию со дня рождения)	7	89
<b>Костеренко Виктор Николаевич</b> (к 60-летию со дня рождения)	11	84
<b>Композитор, поэт, художник – Зиновьева Ираида Борисовна</b>	8	94
<b>Презент Виктор Иванович</b> (к 80-летию со дня рождения)	9	85
<b>Рыбак Лев Владимирович</b> (к 60-летию со дня рождения)	6	87
<b>Сластунов Сергей Викторович</b> (к 70-летию со дня рождения)	12	77
<b>Соболев Виктор Васильевич</b> (к 80-летию со дня рождения)	8	93
<b>Шалаев Виктор Сергеевич</b> (к 75-летию со дня рождения)	5	100
<b>Щадов Иван Михайлович</b> (к 75-летию со дня рождения)	5	99

ЗА РУБЕЖОМ		
<b>Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Агалакова А.В., Федоров В.А., Кондрашов П.М., Павлова П.Л., Лунев А.С., Кононов В.Н., Скорнякова С.Н.</b> Исследование динамики и показателей деятельности угольных карьеров и тепловых станций Канады по данным дистанционного зондирования	12	34
<b>Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Ганиева И.А., Юрковская Г.И., Гильц Н.Е., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Раевич К.В., Веретенова Т.А.</b> Исследование добычи угля открытым способом в Скалистых горах (США) с использованием ресурсов дистанционного зондирования Земли	10	38
<b>Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Логинова Е.В., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Латынцев А.А., Веретенова Т.А.</b> Исследование открытых горных работ на угольных месторождениях в центральной части США по данным дистанционного зондирования	2	53
<b>Зеньков И.В., Чинь Ле Хунг, Логинова Е.В., Вокин В.Н., Кирюшина Е.В., Латынцев А.А., Веретенова Т.А.</b> Исследование угольного сектора топливно-энергетического комплекса штата Техас в США на основе результатов дистанционного зондирования	4	52

НЕКРОЛОГИ		
<b>Андриенко Виктор Иванович</b> (28.08.1931 – 16.07.2021)	9	87
<b>Беседин Владимир Захарович</b> (24.06.1931 – 23.07.2021)	9	88
<b>Вержанский Александр Петрович</b> (14.08.1967 – 23.07.2021)	8	96
<b>Гринько Николай Константинович</b> (17.12.1928 – 05.02.2021)	3	86
<b>Ждамиров Виктор Михайлович</b> (22.06.1932 – 28.06.2021)	7	92
<b>Курдин Михаил Петрович</b> (04.12.1934 – 28.05.2021)	7	91
<b>Папанов Иван Фомич</b> (19.09.1930 – 24.11.2021)	12	84
<b>Мышляев Борис Константинович</b> (12.06.1931 – 21.05.2021)	7	91
<b>Пучков Лев Александрович</b> (05.06.1938 – 07.12.2020)	2	87
<b>Таразанов Игорь Геннадьевич</b> (24.12.1959 – 11.11.2021)	12	1
<b>Чернегов Юрий Александрович</b> (10.07.1937 – 07.01.2021)	2	88
<b>Шаламанов Виктор Александрович</b> (08.04.1949 – 01.05.2021)	6	88
<b>Шенин Юрий Георгиевич</b> (23.04.1936 – 02.02.2021)	3	88



## ПАПАНОВ Иван Фомич

(19.09.1930 – 24.11.2021)

**24 ноября 2021 г. на 92-м году жизни скончался потомственный горняк, Заслуженный шахтер России и Монголии, полный кавалер Почетного знака «Шахтерская слава», больше 50 лет своей жизни отдавший угольной промышленности, Почетный гражданин города Тулуна, шестнадцать лет возглавлявший Азейский угольный разрез, – Иван Фомич Папанов.**

Иван Фомич родился в Курской области 19 сентября 1930 г. Девятилетним ребенком с родителями приехал в Черемхово, куда семья перебралась, спасаясь от голода в центральной Украине. В «столице угледобычи» Приангарья уже жили родственники, и отец сразу пошел работать на шахту. Детство Ивана Фомича нельзя назвать беззаботным, оно пришлось на время Великой Отечественной войны. Одиннадцатилетним мальчишкой он испытал на себе и холод, и голод, собирая колоски в поле за 50–60 км от города.

После окончания войны Иван Фомич поступил в Черемховский горный техникум. Любовь к горному делу передалась от отца. Но тяжелая послевоенная жизнь внесла свои коррективы: вместо учебы в техникуме в 15 лет пришлось пойти в школу ФЗО при комбинате Храмцовского разреза.

Трудовую деятельность прервала служба в армии. Как вспоминал Иван Фомич, это время дало богатейшее развитие в плане образования, самоорганизации, духовного и политического роста. Служил Папанов в Таманской дивизии в Москве.

Окончив службу, Иван Фомич возвращается в техникум, который заканчивает с отличием по специальности «Горный техник-электромеханик». Свой профессиональный трудовой путь он начал на разрезе «Ново-Гришевский» в должности помощника горного мастера. Затем стал мастером, начальником участка, помощником главного механика, а вскоре был избран секретарем парторганизации разреза. Спустя пять лет он возглавил Ново-Гришевскую обогатительную фабрику, управляя которой продолжил обучение на вечернем факультете Иркутского политехнического института по специальности «Горный инженер».

В 40 лет Иван Фомич приказом начальника комбината «Востсибуголь» М.Н. Маркелова был назначен руководителем Азейского разреза, первую очередь которого только ввели в эксплуатацию. Под его руководством разрез на год раньше предусмотренного срока достиг проектной мощности и наивысшей по стране производительности труда рабочего в месяц – 1300 т. Трудовые успехи коллектива были занесены в Советскую энциклопедию, а разрезу присвоено почетное звание имени 50-летия СССР. Тогда же Иван Фомич получил звание «Заслуженный шахтер РСФСР». Одновременно бурно велось строительство нового городского микрорайона Угольщикова, в котором сразу строилась и вся социальная инфраструктура, включая школу и детский сад, которые работают и по сей день.

После 16 лет руководства Азейским разрезом Ивана Фомича пригласили работать в Монголию, где за высокий профессионализм и трудовые успехи он был награжден званием Почетного шахтера Монголии. В 1992 г. И.Ф. Папанов вернулся в родной Тулун и продолжил работать до 73 лет.

Вся трудовая жизнь Ивана Фомича была посвящена добыче угля, развитию технологий горной отрасли и созданию безопасных условий труда для работников разрезов. Вопросы жизни и работы сотрудников компании «Востсибугль» решались им компетентно и грамотно. Он заслуженно был отмечен многочисленными правительственными и ведомственными наградами.

**Руководство ООО «Компани Востсибуголь»  
и Межрегиональной совет ветеранов войны и труда «Угольщик»  
выражают искренние соболезнования семье, близким и родственникам  
Ивана Фомича Папанова и скорбят по поводу тяжелой утраты.  
Светлая память об этом человеке, профессионале своего дела, грамотном  
и чутком руководителе, эрудированном и ответственном коллеге навсегда  
сохранится в сердцах сотрудников и ветеранов компании «Востсибугль».**



## Уголь России

### Итоги 2021 года Оценка АО «Росинформуголь»

Показатель	2021 год
<b>Добыча угля, всего, млн т</b>	<b>430-435</b>
темп к 2020 г., %	108,2
в том числе для коксования	92
темп к 2020 г., %	106,6
<b>Переработка угля, всего, млн т</b>	<b>215</b>
темп к 2020 г., %	103,9
<b>Потребление угля, всего, млн т</b>	<b>383-388</b>
– на внутреннем рынке, млн т	163
в т.ч. энергетические нужды	125
нужды коксования	38
– на экспорт, млн т	220-225
темп к 2020 г., %	106,5
в т.ч. коксующийся, млн т	30-32
темп к 2020 г., %	110,0
энергетический, млн т	190-193
темп к 2020 г., %	105,9
<b>Направления поставок</b>	
страны Атлантики, млн т	94-97
темп к 2020 г., %	106,6
страны АТР, млн т	126-128
темп к 2020 г., %	105,5
<b>Общие инвестиции, млрд руб.</b>	<b>200,0</b>
темп к 2020 г., %	157,4

## Госрегулирование

Минэнерго России не исключает повышения НДПИ на энергетический уголь в 2022 г. после того, как налог повысят для коксующегося угля, сообщил глава Минэнерго РФ Николай Шульгинов. «В течение 2022 г. будет проводиться анализ возможности повышения НДПИ на энергетический уголь», – сказал министр. «Но даже если будет повышение, оно будет небольшим», – отметил он.

Минэнерго России планирует ввести норматив продаж угля на бирже в размере 10% от месячного совокупного объема реализации в РФ в 2022 г., сообщил министр энергетики РФ Николай Шульгинов.

Минэнерго и Федеральная антимонопольная служба (ФАС) в июле разработали проект совместного приказа об обязательных объемах продаж некоторых марок угля на бирже, который предполагает установление для доминирующих на рынке производителей норматива в 10% от месячного совокупного объема реализации в РФ.

«Прорабатываем вопрос. Вероятнее всего, реализуем инициативу уже в следующем году», – ответил министр в интервью газете «Ъ» на вопрос о том, когда продажи угля на бирже выйдут на целевые 10%. *РИА Новости*

Федеральная антимонопольная служба России одобрила ходатайство Evraz – Greenleas International Holdings Ltd. Романа Абрамовича – о приобретении 26,74% голосующих акций производителя угля ПАО «Распадская». Приобретение является частью выделения «Распадской», в которой Evraz принадлежит 93,24% голосующих акций, в отдельный бизнес.

ФАС установила, что сделка, заявленная в ходатайстве, не приведет к ограничению конкуренции, и приняла решение о его удовлетворении, говорится в материалах антимонопольного ведомства. *ТАСС*

## Угольный рынок

УК «Кузбассразрезуголь» (УГМК), по решению Сибнедр, получила лицензию на изучение, разведку и добычу каменного угля на уч. Чекинский (Кузбасс) с обязательством рекультивировать шесть шламовых отстойников в г. Белово. Компания предложила за лицензию в рамках конкурса 420 млн руб. – на 10% больше стартового платежа, но оказалась единственным участником. За 25 лет КРУ планирует вложить в освоение участка 142 млрд руб. На проектную мощность предприятие выйдет в 2037 г. с ежегодной добычей по 15 млн т угля в год. Эксперты оценивают заявленные сроки начала эксплуатации и выхода на проектную мощность как довольно длительные. Это может повлиять на период окупаемости проекта. Участок Чекинский расположен в 3,5-10 км к северо-востоку от действующих угольных предприятий – р. «Распадский» и ш. «Распадская» (обе «Евраз») и р. «Ольжерасский» (УК «Южный Кузбасс», группа «Мечел»). Площадь участка – 142,5 км<sup>2</sup>. Прогнозные ресурсы по категории P<sub>1</sub> составляют 1,009 млрд т, по категории P<sub>2</sub> – 324,36 млн т. Больше всего ресурсов угля марки ГЖО – 528,3 млн т, Т – 329,4 млн т, антрацитов – 278,25 млн т, Ж – 144,5 млн т и марки КС – 52,4 млн т. В 2020 г. КРУ добыла 43,2 млн т угля, из которых около 67% отгружены на экспорт. Балансовые запасы составляют более 2,9 млрд т, из них 70% – угли энергетических и 30% – коксующихся марок. *Ъ*

## Новости компаний

**Сибантрацит.** Группа «Сибантрацит» сообщила 26 октября о закрытии сделки по продаже 100% ее акций. Продавцом выступила группа АЛЛТЕК, а покупателем – компания «Сибан Холдинг» (совладельцы Альберт Авдолян и Максим Барский (70%/30%)). Это очередной актив в угольной империи А. Авдоляна, куда входит Эльгинское месторождение и должны войти Огоджинское месторождение и порт Вера. Сумма сделки не называется, но, по оценкам, она составляет около \$1 млрд. Сейчас компания в партнерстве с «Ростехом» уже развивает Эльгинское угольное месторождение. В марте т.г. было объявлено, что госкорпорация приобрела 5% Эльгинского угольного комплекса, а «А-Проперти» должна консолидировать 75% в порту Вера и на Огоджинском месторождении. Недавно оба этих актива перешли под управление «Эльгаугля».

«Сибантрацит» является мировым лидером по производству и экспорту высококачественного антрацита УНГ, объем добычи в 2020 г. упал с 23,7 млн т до 17,6 млн т угля, а выручка снизилась со 125,5 млрд руб. до 113,9 млрд руб.

Донской Антрацит. Как сообщил зам. губернатора Ростовской обл. Игорь Сорокин, в регионе объединят 2 шахты: действующую «Дальнюю» и № 410, которая сейчас законсервирована. В результате этого АО «Донской антрацит» увеличит добычу угля в 1,5 раза. В результате, ежегодная добыча угля шахты «Дальняя» вырастет до 1,3-1,4 млн т с нынешних 0,9-0,95 млн т. Стоимость проекта реконструкции угольного предприятия оценивается в 1,5 млрд руб. Сейчас идут работы, касающиеся вентилирующей и раздаточной камер. Проект будет реализован до конца 2021 г. *ФедералПресс*

## Логистика

В 2022 г. железнодорожный оператор **Новотранс** намерен запустить новый угольный терминал Lugaport в порту Усть-Луга, расположенном на восточном побережье Балтийского моря. Планируемая годовая мощность перевалки угля составит до 5 млн т. Угольный терминал является частью проекта Lugaport, с инвестициями в 47 млрд руб. (\$670 млн) по перевалке различных грузов общей мощностью 24,3 млн т/г.

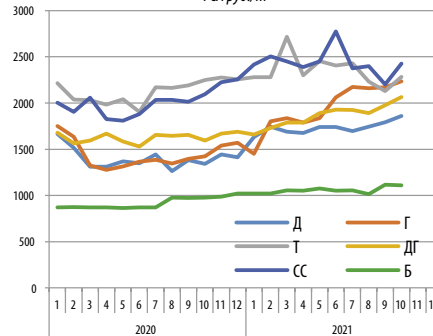
Многоцелевой терминал будет введен в эксплуатацию в 3 этапа: 1-й этап планируется завершить в 4 кв. 2022 г., 2-й – в 4 кв. 2023 г., 3-й – в 1 кв. 2024 г. Терминал рассчитан на прием до 1100 вагонов в сутки. Пять глубоководных причалов с осадкой до 15,5 м смогут принимать суда классов Panamax, New-Panamax и Baby-Capesize.

Lugaport, вероятно, станет заменой терминала Юг-2, второго по величине угольного терминала в порту Усть-Луга, который может приостановить перевалку угля после 2022 г., в связи с планами газовых компаний построить на его территории газоперерабатывающий завод мощностью 13 млн т СПГ в год.

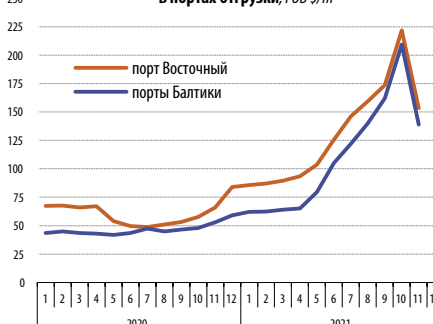
В 2020 г. объем перевалки угля на терминале Юг-2 составил 13% от общей угольной перевалки порта Усть-Луга, или 5,1 млн т (+1,9 млн т, или +59% к 2019 г.). Суммарные объемы перевалки угля в порту Усть-Луга за тот же период достигли 37,79 млн т (+4,1 млн т, или +12% к 2019 г.). *EastRussia*

**Объем перевозок каменного угля,** по оперативным данным пресс-службы ОАО «РЖД», за 10 мес. 2021 г. достиг 309,3 млн т. В годовом сопоставлении показатель увеличился на 7%. Также наблюдается рост погрузки кокса на 6,4%, до 9,8 млн т. *РЖД*

Средние цены предложения  
на энергетический уголь на внутреннем рынке,  
FCA руб./т



Цены на энергетический российский уголь  
на спотовом мировом рынке  
в портах отгрузки, FOB \$/т





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