

www.rudmet.ru

ISSN 0017-2278

РУДНЫЙ ЖУРНАЛ

199 лет

Издается с 1825 года
(№ 2327)

10.2024

**Республиканский академический
научно-исследовательский
и проектно-конструкторский
институт горной геологии,
геомеханики, геофизики
и маркшейдерского дела
(с. 4–24)**





Основан в 1825 году
при Горном кадетском корпусе

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал
Электронное периодическое издание

№ 10 (2327)
ОКТАБРЬ 2024

Базовый печатный орган Межправительственного совета
по разведке, использованию и охране недр стран СНГ

Официальный информационный орган Федерального УМО
«Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия»

Журнал выпускается при участии: АК «АЛРОСА» (ПАО), АО «Апатит»,
ПАО «ГМК «Норильский никель», НПК «Механобр-техника» (АО)

При содействии: ФГБУН ИГКОН РАН, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный
университет», Государственного предприятия «Навоийский ГМК», НП «Горнопромышленники
России», Государственного Эрмитажа

Информационный координатор тематики технологического обеспечения добычи
минерального сырья — АО «ВНИПИпромтехнологии» — инжиниринговый центр
горнорудного дивизиона Госкорпорации «Росатом»

УЧРЕДИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО ИЗДАНИЯ:

Акционерное общество «Издательский дом «Руда и Металлы»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. В. Адушкин, Азим Иброхим, В. Ж. Аренс, С. С. Арзуманян, А. А. Барях,
Н. Г. Валиев, В. А. Винников (руководитель секции «Физика горных пород
и процессов»), А. Г. Воробьев, Л. Д. Гагут (руководитель секции «Экономика,
управление, недропользование»), Ж. К. Галиев, И. И. Головатый, В. А. Ерёменко,
Б. Н. Заровняев, В. Н. Захаров, В. П. Zubov, И. В. Зырянов, П. А. Игнатов,
О. И. Казанин, Н. О. Каледина (руководитель секции «Охрана труда и окружающей
среды»), Д. Р. Каплунов (руководитель секции «Разработка месторождений
и горно-строительные работы»), В. Ю. Керимов, А. А. Кологривко,
С. В. Кривовичев, В. С. Литвиненко, А. Б. Макаров, О. С. Мисников,
Д. В. Пастихин, В. Л. Петров (руководитель секции «Образование и кадровое
обеспечение горной промышленности»), Г. Г. Пивняк, И. Ю. Рассказов,
У. Д. Рыскулов, К. С. Санакулов, В. С. Святецкий, А. Г. Твалчредидзе, И. О. Темкин
(руководитель секции «Автоматизация»), Е. М. Титиевский, С. М. Ткач,
К. Н. Трубецкой, А. Ф. Цеховой, Е. Ф. Цыпин, В. А. Чантурия (руководитель секции
«Переработка и комплексное использование полезных ископаемых»),
А. Н. Шабаров, Е. Е. Шешко (руководитель секции «Горное оборудование,
электроснабжение»), Д. М. Шпрехер, З. Дж. Эфендиева, В. Л. Яковлев,
Е. Б. Яницкий

ИНОСТРАННЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

С. Вуйич (Сербия), И. Б. Табакман (Канада), Л. И. Тотев (Болгария)

**«Горный журнал» по решению ВАК Министерства науки и высшего образования РФ
включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» по следующим научным
специальностям:**

1.5.15 Экология

1.6.10. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

**2.8.3. Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика,
маркшейдерское дело и геометрия недр**

**2.8.6. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная азрогазодинамика и горная
теплофизика**

2.8.8. Геотехнология, горные машины

2.8.9. Обогащение полезных ископаемых

РЕДАКЦИЯ:

главный редактор А. Г. Воробьев,
ведущий редактор Л. Е. Костина,
редактор В. А. Елистратова,
младший редактор М. Д. Матвеева,
менеджер по рекламе Н. И. Колыхалова,
специалист по доредакционной
подготовке Д. И. Воробьева

Издатель — АО «Издательский дом «Руда и Металлы»

Адрес издателя: 119049, Москва, Ленинский просп., д. 6,
строение 2, НИТУ «МИСИС», оф. 622

Адрес редакции: 119049, Москва, Ленинский просп., д. 6, стр. 2
НИТУ «МИСИС», оф. 619

Тел.: +7 (499) 236-10-62, +7 (993) 787-13-76
Эл. почта: gornjournal@rudmet.ru

Почтовый адрес: 119049, Москва, а/я № 71

Отдел рекламы:

Тел/факс: +7 (499) 236-11-86
Эл. почта: reklama@rudmet.ru

www.rudmet.ru

**Ежемесячный научно-технический
и производственный журнал «Горный журнал»
Электронное периодическое издание**

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
(Свидетельство Эл № ФС77–43411 от 30.12.2010 г.)

Товарный знак и название «Горный журнал» являются исключительной
собственностью Издательского дома «Руда и Металлы»

Дата выхода в свет: 14.11.2024

Формат 60×90/8. Печ. л. 13

Цена свободная

- За достоверность рекламной информации
ответственность несет рекламодатель
- За достоверность научно-технической информации
ответственность несет автор
- Все материалы, поступающие в редакцию,
строгий рецензируются и рассматриваются на заседаниях
соответствующих секций и редакционной коллегии
- Мнение редакции может не совпадать с позицией
авторов статей, опубликованных в журнале
- Перепечатка материалов возможна только
с письменного разрешения редакции
- При перепечатке ссылка на «Горный журнал» обязательна

ISSN 2413-9793



9 772413 979006 >

СОДЕРЖАНИЕ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОФИЗИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА

Анциферов А. В. Федеральному государственному бюджетному научному учреждению РАНИМИ – 95 лет 4

Анциферов А. В., Глухов А. А. Комплекс обработки и анализ результатов микросейсмического мониторинга углепородных массивов 7

Анциферов А. В., Туманов В. В., Новгородцева Л. А., Бородин Д. С. Оценка трещиноватости массива по данным наблюдений сложного сейсмического поля на поверхности шахты «Калиновская-Восточная» Донецко-Макеевского района ДНР 14

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСК И РАЗВЕДКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Данильева Н. А. Уточнение геологического строения надсолевой толщи с применением технологии попластового восстановления данных акустического каротажа 25

Лавренова Е. А., Керимов В. Ю., Горбунов А. А. Геодинамическое районирование и структурно-формационные комплексы осадочного чехла восточно-арктических морей России 31

ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД И ПРОЦЕССОВ

Тюпин В. Н., Яницкий Е. Б. Влияние трещиноватости горного массива сухого дока на эффективность контурного взрывания 41

Карпов В. Н., Колтышев В. Н., Айкин А. В. Оптический метод исследования состояния породного массива на шахте «Таштагольская» 48

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Плаkitкина Л. С., Плаkitкин Ю. А., Дьяченко К. И. Анализ и систематизация глобальных угроз и вызовов, влияющих на развитие угольной отрасли России 54

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Валиев Н. Г., Голик В. И., Лебзин М. С. Комбинирование технологий добычи руд на этапах разработки месторождений 62

Савич И. Н., Мустафин В. И., Савич А. О. Этажное обрушение с гравитационным перемещением рудной массы при вибрационном выпуске из приемных воронок днища блока 68

Корчак П. А., Рыбин В. В., Билин А. Л., Жиров Д. В. Комплексное обоснование конструкции борта Коашвинского карьера на конец отработки 72

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Яблонев А. Л. Определение нагрузки на сдвоенный пневмоколесный ход торфяных машин 77

АВТОМАТИЗАЦИЯ

Леонтьева Е. В., Погорельцева Е. И., Квачев В. Н. Технологические аспекты создания концептуальных 3D-моделей гидрогеологических объектов и процессов на примере Стойленского ГОКа 83

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

Шиленко С. Ю., Сучко Д. С., Машков С. Ю., Марысюк В. П. Инновационные подходы в обеспечении безопасности сотрудников в горных выработках глубоких рудников ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» 90

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Валиев Н. Г., Пропп В. Д., Вандышев А. М. Кафедре горного дела Уральского государственного горного университета – 105 лет 96

КНИЖНАЯ ПОЛКА

Кудрявцев С. А., Шевкун Е. Б. О монографии А. Н. Шулюпина, А. А. Чермошнцева, И. И. Чернева, А. А. Любина, Н. Н. Варламовой «Теоретические основы парлифтной добычи геотермальной энергии» 103

ЮБИЛЕИ

Яковлеву Виктору Леонтьевичу – 90 лет 66

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Памяти Шпенста Вадима Анатольевича 61

РЕКЛАМА

На обложке:

АО «Союзцветметавтоматика им. Топчаева В. П.»

MiningWorld Russia – 29-я Международная выставка машин и оборудования для добычи, обогащения и транспортировки полезных ископаемых

MONTHLY SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

The basic edition of the Intergovernmental council of CIS countries in exploration, usage and protection of the earth bowels

With participation of “ALROSA” PJSC, “Apatit” JSC,

PJSC “MMC “NORILSK NICKEL”, “Mekhanobr-Technica” JSC

With assistance of IPKON RAN, Ural State Mining University, State enterprise Navoi mining and metallurgical works, “Gornopromyshlenniki Rossii” non-commercial partnership,

State Hermitage Museum

Information coordinator in the area of mineral mining technologies — VNIIPromtekhologii

(National Research and Design Institute for Industrial Technology) — Engineering Center of Rosatom

State Atomic Energy Corporations’ Mining Division

Founders: “Ore & Metals” Publishing house, National University of Science

and Technology “MISIS”, Autonomous Noncommercial Organization

“TV News Channel “Khibiny TV”

Chairman of the managing board,

Editor-in-Chief: **Alexander Vorobiev**

Actual address: Moscow, Leninsky prospekt 6 bld. 2, office 619

Mailing address: Russia, 119049, Moscow, P.O. Box # 71

Phone/fax: +7 (499) 236-10-62, +7 (499) 236-11-86, +7 (993) 787-13-76

E-mail: gornjournal@rudmet.com

Internet: www.rudmet.com

The journal has been published since 1825

at Mining military school

Publisher: “Ore & Metals” publishing house

Phone/fax: +7 (495) 638-45-18

E-mail: rim@rudmet.com

Leading editor: **Lyudmila Kostina**

Editor: **Vera Elistratova**

Junior editor: **Margarita Matveeva**

Advertising manager: **Natalia Kolykhalova**

Responsible for pre-printing work: **Daria Vorobyeva**

Printed in “Kancler” printing house

CONTENTS**REPUBLICAN ACADEMIC RESEARCH
AND DESIGN INSTITUTE OF MINING GEOLOGY,
GEOMECHANICS, GEOPHYSICS AND SURVEYING**

Antsiferov A. V., Glukhov A. A. Software system
for processing and analysis of data from microseismic
monitoring of coal–rock mass **7**

**Antsiferov A. V., Tumanov V. V., Novgorodtseva L. A.,
Borodin D. S.** Assessment of rock mass fracturing
from complex ground-level seismic field observations at
Kalinovskaya-Vostochnaya Mine in the Donetsk–Makeevka
region, DPR **14**

**GEOLOGY, SEARCH AND EXPLORATION
OF MINERALS**

Danileva N. A. Geological structure clarification in above-
salt strata by acoustic logging data recovery per strata **25**

Lavrenova E. A., Kerimov V. Yu., Gorbunov A. A.
Geodynamic zoning and structural forms within sedimentary
mantle of the Eastern Arctic Seas of Russia **31**

PHYSICS OF ROCKS AND PROCESSES

Tyupin V. N., Yanitsky E. B. Impact of fracturing
on contour blasting efficiency in rock mass of dry dock **41**

Karpov V. N., Koltyshev V. N., Aikin A. V.
Optical method to study rock mass in Tashtagol Mine **48**

ECONOMY, ORGANIZATION AND MANAGEMENT

Plakitkina L. S., Plakitkin Yu. A., Dyachenko K. I. Analysis
and systematization of global threats and challenges that
have influence on development of coal industry in Russia . . . **54**

DEVELOPMENT OF DEPOSITS

Valiev N. G., Golik V. I., Lebzin M. S. Combining ore
extraction technologies in stage-wise field development . . . **62**

Savich I. N., Mustafin V. I., Savich A. O. Block caving with
vibration-assisted gravitational ore flow through drawbells . . **68**

Korchak P. A., Rybin V. V., Bilin A. L., Zhirov D. V.
Comprehensive justification of the final Koashva pit wall
design **72**

EQUIPMENT AND MATERIALS

Yablonev A. L. Determination of load on dual pneumatic
wheels of peat machines **77**

AUTOMATION

Leontieva E. V., Pogoreltseva E. I., Kvachev V. N.
Technological aspects of 3D conceptual modeling of
hydrogeological objects and processes: A case-study of
Stoilensky GOK **83**

INDUSTRY SAFETY AND LABOUR PROTECTION

**Shilenko S. Yu., Suchko D. S., Mashkov S. Yu.,
Marysyuk V. P.** Innovative approaches to deep mining
safety at Nor Nickel’s Polar Division **90**

УДК 622.33

АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ УГРОЗ И ВЫЗОВОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЕ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

Л. С. ПЛАКИТКИНА, руководитель Центра исследования угольной промышленности мира и России, канд. техн. наук, luplak@rambler.ru

Ю. А. ПЛАКИТКИН, руководитель Центра анализа и инноваций в энергетике, д-р экон. наук, проф.

К. И. ДЬЯЧЕНКО, старший научный сотрудник Центра исследования угольной промышленности мира и России, канд. техн. наук

Институт энергетических исследований РАН, Москва, Россия

Введение

В настоящее время российская экономика находится под воздействием геополитических и социально-экономических трансформаций, в том числе обусловленных влиянием мировых глобальных переходов: демографического, технологического и энергетического. Эти трансформации реализуются через систему угроз и вызовов, влияющих на развитие многих секторов российской экономики, включая сектор угледобычи. Однако угрозы и вызовы обладают разной спецификой воздействия на функционирование сектора угледобычи.

Угрозы, воздействующие на угольную отрасль, были рассмотрены ранее в работах А. Б. Яновского [1], Ю. В. Лахно [2] и др. Однако авторами не были, да и не могли быть учтены санкционные и сопутствующие им ограничения, оказывающие влияние на угольную отрасль России, начиная с 2022 г.

В связи с такими изменениями на глобальном рынке угля анализ последствий влияния угроз и вызовов на угольную отрасль России в настоящее время является весьма актуальной задачей. Решение этой задачи начинается с таких этапов как исследование, классификация и систематизация угроз и вызовов, влияющих на угольную отрасль.

Для оценки перспективного развития угольной отрасли России в условиях сложившихся угроз и вызовов необходима разработка прогнозов развития добычи и экспорта российского угля, а также основных технико-экономических показателей на период до 2050 г. Полученные прогнозы могут быть использованы для формирования индикативных сигналов угледобывающим компаниям для корректировок долгосрочных инвестиционных программ и производственных планов.

Методы исследования

В процессе изучения сформировавшихся угроз и вызовов, влияющих на угольную отрасль России, применяли такие методы исследования, как аналитическая обработка данных, анализ и систематизация данных, сравнительно-сопоставительный анализ, формулирование выводов на

Выполнены анализ и систематизация глобальных угроз и вызовов, влияющих на развитие угольной отрасли России. Дана оценка последствий их влияния на основные технико-экономические показатели функционирования отрасли на период до 2050 г. Представлены сценарные условия развития угольной промышленности до 2050 г., в соответствии с которыми разработаны прогнозные варианты добычи, экспорта и объемов поставок российского угля на внутренний и внешний рынок.

Ключевые слова: угрозы и вызовы, сценарии развития, угольная отрасль, систематизация, добыча, экспорт, прогноз, поставки, цены, финансово-экономические показатели, рынок угля

DOI: 10.17580/gzh.2024.10.07

основе анализа баз данных, представление данных с использованием информационных технологий и визуализации, классификация и систематизация данных, априорное моделирование, сценарное развитие и др.

В качестве источников информации о работе отрасли при прогнозировании вариантов ее развития использованы отчетные данные угольных компаний по добыче и поставкам угля, ценовым и финансово-экономическим показателям, пресс-релизы угольных компаний, а также отечественные и зарубежные литературные и интернет-источники.

Анализ и систематизация глобальных угроз и вызовов

При анализе угроз и вызовов, сложившихся в мировой экономике, следует учитывать, что угрозы представляют собой намерения по нанесению конкретному субъекту значительного, в том числе материального ущерба. Адаптироваться к угрозам бесполезно, их необходимо нейтрализовать адекватным комплексом мер противодействия.

Вызовы же, в отличие от угроз, являются совокупностью обстоятельств, действующих безадресно на все субъекты экономики или ее конкретного сектора. Эти обстоятельства носят объективный характер, их обязательно следует учитывать при планировании работ и производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Противостоять вызовам нецелесообразно, к ним необходимо адаптироваться.

Разработанная систематизация угроз и вызовов, влияющих на развитие угольной отрасли, представлена в **табл. 1**. Для формирования долгосрочной стратегии угольной отрасли весьма важными являются такие вызовы как ускорение технологического развития, энергопереход и смена традиционных источников энергии на альтернативные, декарбонизация

Таблица 1. Систематизация основных угроз и вызовов, влияющих на развитие угольной промышленности РФ

Угрозы	Вызовы
1. Расширение методов и объемов террористического воздействия на производственные объекты. 2. Введение эмбарго стран ЕС и Великобритании (к ним присоединились еще Япония и Канада) на покупку, импорт или транзитные перевозки угля из России, а также запрет на предоставление услуг, связанных с углем, в том числе страхованием морских перевозок. 3. Высокая импортозависимость от поставок горнодобывающего оборудования на разрезах и шахтах России. 4. Ограниченные возможности собственного производства продукции угольного машиностроения. 5. Увеличение сроков поставки оборудования по параллельному импорту. 6. Рост стоимости горношахтного оборудования. 7. Приостановка совместно начатых с зарубежными партнерами инвестиционных проектов в области освоения новых месторождений и внедрения инновационных решений. 8. Ограничения доступности угольного бизнеса к международным заемным финансовым институтам и прекращение новых инвестиций в угольную отрасль. 9. Блокировка внешнеторговых логистических каналов. 10. Отказ от страхования экспортных поставок российского угля. 11. Блокировка внешнеторгового оборота угледобывающих предприятий России. 12. Запрет на финансовые инструменты внешнеторговой деятельности угольных компаний. 13. Увеличение внешнеторговых транзакционных издержек, связанных с организацией параллельного экспорта. 14. Установление ценовых ограничений на продажу энергоресурсов на внешнем рынке. 15. Срыв реализации программы по расширению Восточного полигона для переориентации торговых потоков в направлении стран АТР	1. Увеличение темпов мирового инновационно-технологического развития и связанного с ним расширения объемов новых секторов экономики, обладающих значительно меньшей углеемкостью. 2. Глобальная разбалансировка сырьевого рынка, связанная с ростом неопределенности в оценке перспектив и тенденций будущего развития мировой экономики. 3. Усиление тенденций сокращения мирового потребления угля, обусловленного глобальным энергопереходом к более высококалорийным источникам энергии. 4. Декарбонизация мировой экономики и намерения многих стран, включая Россию, обеспечить «нулевую» нейтральность в период 2040–2060 гг. 5. Реализация мировой климатической повестки по сокращению выбросов углекислого газа. 6. Внедрение технологий производства и использования водорода для энергетических целей. 7. Усиление тенденций дальнейшего замещения в балансе традиционных топливно-энергетических ресурсов угля газом. 8. Развитие тенденций снижения объемов угольной генерации в производстве электроэнергии и тепла. 9. Расширение использования возобновляемых источников генерирования энергии и более продуктивных ее накопителей и аккумуляторов. 10. Успешное развитие технологий ядерной энергетики, в том числе малых ядерных установок. 11. Опережающие по сравнению с мировыми темпы развития новых технологий и применения альтернативных источников энергии в странах-импортерах российского угля восточного вектора его поставок. 12. Переход экономики на использование новых материалов взамен металлических изделий и конструкций. 13. Сокращение объемов экспорта российского газа на внешний рынок и переориентация его поставок на внутреннее потребление. 14. Высокие темпы реализации региональных программ газификации населения

экономики, обусловленная реализацией мировой климатической повестки [3–5].

Российские экспортеры сумели достаточно быстро переориентироваться на восточные угольные рынки, и это предотвратило падение угольного экспорта [6–8]. Более того, экспорт российских коксующихся углей даже значительно расширился. Так, если в 2021 г. его объем увеличился на 4,4 %, то в 2022 г. – на 44,6 % [9, 10]. Это можно расценивать как значительный успех в работе угольной отрасли, которая в тактическом плане успешно противодействовала действующим угрозам [11–13].

Несмотря на тактические успехи, в стратегическом периоде до 2050 г. угольной промышленности России предстоит адаптация к ранее приведенной системе вызовов. Вероятнее всего эти вызовы будут понуждать и мировую, и российскую экономику к снижению потребления угля, что будет сказываться на динамике углеемкости ВВП. Скорость снижения углеемкости ВВП будет определяться перестройкой структуры экономики в направлении формирования новых ее секторов, обладающих гораздо большей энергоэффективностью. При этом рост масштабов таких секторов характеризуется скоростью роста ВВП страны. В связи с этим важным является

вариантная оценка темпов снижения углеемкости ВВП России в зависимости от скорости роста объемов ВВП.

Таким образом, сценарные варианты роста ВВП страны будут определять соответствующие объемы добычи и экспорта российского угля. Очень важным является оценка угледобычи и экспорта при интенсивном росте экономики. Вероятнее всего такой рост будет зависеть от ее мобилизационной способности к реализации модели «опережающего» развития страны. В связи с этим в процессе исследования были использованы три сценария развития экономики России на период до 2050 г., предусматривающие три варианта темпов роста ее ВВП.

Последствия влияния глобальных угроз и вызовов на угольную отрасль. Сценарные условия развития угольной отрасли до 2050 г.

Для оценки возможных масштабов развития угольной отрасли России в условиях действующей системы глобальных вызовов сформированы сценарные условия ее развития до 2050 г. Сценариями предусмотрены три разных темпа роста российской экономики: в сценарии традиционного развития

Таблица 2. Добыча и экспорт российского угля по сценарному варианту ускоренного развития экономики страны

Показатель	Годы												
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Добыча, млн т	443,6	438,7	425	413	398,5	386	370	358	345	298	255	221	181
Экспорт, млн т	201,8	202,7	196,5	187,1	175,8	167,4	157,0	148,7	140,4	110,2	80,7	58,2	31,2

Таблица 3. Прогноз добычи коксующихся и энергетических углей в России

Показатель	Годы												
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Добыча всего, млн т:	443,6	438,7	430,8	415	399	386	370	358	345	298	255	221	181
В том числе:													
коксующиеся угли	116,6	114,7	117,6	114,8	110,3	106,5	101,8	96,3	93,1	74,6	65,1	50,7	42,2
энергетические угли	327,0	324,0	313,2	301	288,7	279,5	268,2	261,7	251,9	203,4	189,9	170,3	138,8

– 2,7 % в год, ускоренного развития – 3,8 % в год и интенсивного развития – 4,5 % в год.

В соответствии с заданными сценарными условиями и проведенными на моделях в Институте энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН) балансовыми расчетами топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) получены три варианта добычи и экспорта российских углей. Расчетные объемы добычи и экспорта российского угля свидетельствуют о незначительной их дифференциации по сценарным вариантам. Так, даже в 2050 г. оценки объемов добычи угля имеют максимальное отличие, равное 4 %. Это означает, что при разных скоростях развития российской экономики добыча угля будет характеризоваться почти одинаковым устойчивым трендом падения. При этом темпы такого падения фактически не будут зависеть от сценарных темпов роста ВВП страны: чем выше скорость роста ВВП страны, тем выше темпы падения углеемкости ВВП. Это обеспечивает фактическую константу динамики добычи по сценарным вариантам. Учитывая вышеприведенное, для проведения дальнейших расчетов использованы объемы добычи и экспорта угля, представленные в сценарии ускоренного развития экономики страны (табл. 2).

Представленные сценарные условия и соответствующие им объемы добычи и экспорта российского угля послужили основой для проведения дальнейших расчетов.

Варианты добычи и экспорта российского угля

Установленная в ускоренном сценарии динамика добычи угля послужила основой для оценки перспективных объемов производства коксующихся и энергетических углей (табл. 3).

В соответствии с проведенными расчетами в предстоящем прогнозируемом периоде добыча угля будет снижаться со скоростью, равной 3,2 % в год. При этом уменьшение добычи коксующихся углей будет иметь опережающий характер (снижение 3,5 % в год). Падение добычи энергетических углей будет происходить более сдержанно. Среднегодовые темпы снижения на всем прогнозируемом периоде будут составлять не более 3 % (рис. 1).

В соответствии с прогнозом добычи российского угля проведена оценка его поставок на внутренний и внешний рынок (табл. 4)

В целом потребление российского угля на внутреннем рынке будет характеризоваться гораздо меньшими темпами сокращения, чем его поставки на экспорт. Так, если возможное сокращение экспортных поставок российских углей в прогнозируемом периоде составляет 6,5 % в год, то уменьшение поставок на внутренний рынок будет более консервативным.

Скорость сокращения внутреннего потребления угля почти в 4 раза ниже, чем его поставки на экспорт и будет составлять примерно 1,7 % в год (рис. 2).

При этом, как показывают расчеты, наибольшие темпы снижения будут характерны для потребления коксующихся углей. Падение их потребления на внутреннем рынке будет осуществляться со скоростью, почти в 2 раза большей, чем общее сокращение внутреннего потребления и составит 3,4 % в год. Это объясняется существенными намерениями использования в российской экономике новых материалов и стремлением к более интенсивному снижению металлоемкости выпускаемой продукции. Следует отметить, что это согласуется с мировыми трендами потребления коксующегося угля. Так, темпы сокращения поставок российского угля на внешний рынок сопоставимы с темпами его снижения на внутреннем рынке и составят в прогнозируемом периоде около 4 % в год. При этом темпы уменьшения потребления энергетических углей на внутреннем и внешнем рынке обладают существенной дифференциацией. Так, на внешнем рынке средние темпы их падения в прогнозируемом периоде характеризуются весьма существенным уровнем (более 7 % в год). Темпы же снижения потребления энергетических углей на внутреннем рынке в 7 раз ниже и составляют в прогнозируемом периоде примерно 1 % в год. Это свидетельствует о существенной ориентации стран-потребителей российских углей на использование в перспективе альтернативной энергетики, снижающей долю энергетического угля в экономике.

Таблица 4. Прогноз объемов поставок российского угля на внутренний и внешний рынок

Направления поставок	Годы												
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Внутренний рынок, всего, млн т	241,8	236	234,3	228,7	223,2	218,6	213	209,3	204,3	187,8	174,9	162,8	149,8
В том числе:													
коксующиеся угли	82,5	83,5	81,7	79,0	75,6	72,4	69,0	65,0	62,5	48,8	42,9	33,9	31,8
энергетические угли	159,2	152,5	152,7	149,7	147,6	146,1	144,0	144,3	142,1	139,0	132,0	128,8	118,0
Экспорт, млн т	201,8	202,7	196,5	187,1	175,8	167,4	157,0	148,7	140,4	110,2	80,7	58,2	31,2
В том числе:													
коксующиеся угли	32,7	31,2	43,1	43,8	43,5	43,6	42,7	42,1	41,1	36,8	29,1	22,3	12,4
энергетические угли	169,2	171,5	153,4	143,4	132,2	123,8	114,3	106,6	99,3	73,4	51,0	35,9	18,8
Экспорт в Азию, млн т	127,4	165,4	183,9	175,6	164,3	157,0	146,6	138,3	131,0	105,0	74,9	56,2	31,2
Экспорт в Европу, млн т	73,7	34,7	11,6	10,5	10,4	9,4	9,4	8,3	4,2	4,2	4,2	1,0	0

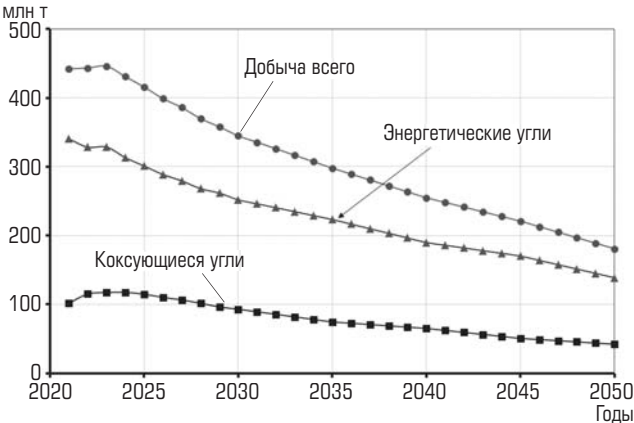


Рис. 1. Прогнозная динамика добычи коксующихся и энергетических углей в РФ

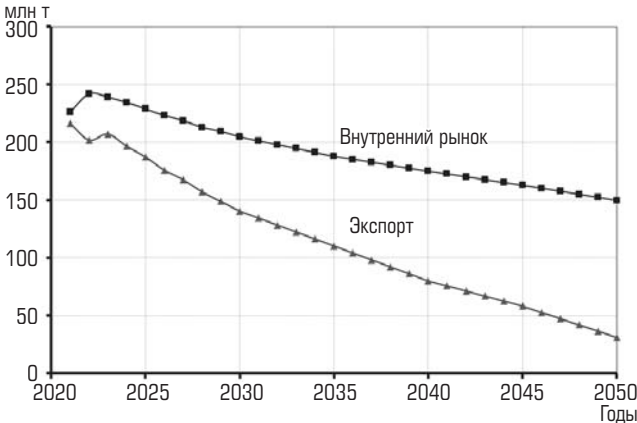


Рис. 2. Прогнозная динамика поставок российского угля на экспорт и на внутренний рынок

Такая тенденция в прогнозном периоде будет связана с серьезными намерениями этих стран в реализации климатической повестки и проектов декарбонизации своей экономики. С учетом вышеприведенных процессов доля экспортных поставок в общем объеме добычи российских углей в прогнозном периоде будет существенно снижаться. Так, если еще в 2021 г. она доходила почти до 50 %, то к концу прогнозного периода (2050 г.) она снизится почти в 3 раза и составит около 17 %.

Весьма показательным является будущее изменение вектора поставок угля. Под давлением санкций недружественных государств и эмбарго на поставку российских углей, по расчетам авторов, доля их экспорта в страны Азии будет увеличиваться до предельных значений. Так, если в 2021 г. эти показатели составляли почти 70 % от общего экспорта, то к концу прогнозного периода они могут приблизиться к своему предельному значению, равному 100 %.

Прогнозные объемы потребления угля на внутреннем и внешнем рынке определяются потенциалом развития угольной промышленности в угледобывающих регионах России. В связи с этим в процессе исследования были выполнены прогнозы

добычи коксующихся и энергетических углей в разрезе бассейнов и месторождений РФ.

Возможное «обрушение» добычи угля в период до 2050 г. на 59 % относительно уровня 2022 г. в региональном аспекте может серьезно повысить уровень социально-экономической напряженности в стране и, возможно, обусловить негативные политические вызовы развитию всей экономики России. Их нивелирование потребует не только дополнительных затрат на социально-экономическую и экологическую реабилитацию регионов угледобычи, но и существенных усилий государства по организации новых рабочих мест для высвобождающихся шахтеров, сформированных в секторах неотраслевой компетенции путем проведения целевой реструктуризации угольной промышленности.

Результаты расчетов по прогнозу объемов добычи угля в разрезе бассейнов и месторождений дают возможность для последующих оценок масштабов снижения производства в угледобывающих регионах страны. Эти оценки формируют индикативные сигналы бизнесу по региональным направлениям для корректировок долгосрочных инвестиционных программ и производственных планов угледобывающих компаний.

Таблица 5. Прогнозы экспортных цен на российские угли, тыс. руб. за 1 т (2022 г.)

Угли	Годы												
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Энергетические	12,3	10,2	9,1	8,6	8,3	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,0	7,9	7,8
Коксующиеся	15,1	14,0	13,2	12,7	12,3	12,1	11,9	11,9	11,8	11,9	11,8	11,6	11,4

Таблица 6. Цены на добычу российских углей (без железнодорожных тарифов), тыс. руб. за 1 т у. т. (2022 г.)

Угли	Годы												
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Коксующиеся	12,2	13	13,1	12,9	12,7	12,5	12,4	12,4	12,3	12,4	12,3	12,1	11,8
Энергетические	4,4	4,2	4	4	3,9	3,9	3,9	4	4	4	3,9	3,8	3,6

Прогнозные уровни цен российских углей на внешнем и внутреннем рынке

При расчете цен на уголь учитывали сложившуюся динамику мировых цен на другие энергоносители, а также объемы российского экспорта коксующихся и энергетических углей, предусмотренные в принятом варианте развития угледобычи в РФ (табл. 5).

В соответствии с выполненными исследованиями установлено, что экспортные цены на уголь зависят от цен на другие энергоресурсы, такие как нефть и газ. В сценарных условиях принято, что цена нефти марки Urals в перспективном периоде может опуститься с 76 долл. США за 1 баррель (2022 г.) до уровня примерно 55–60 долл. США за 1 баррель (2050 г.) [14].

В среднем за весь прогнозный период темпы падения цены на нефть в этом случае будут составлять немногим более 1 % в год. Расчетами установлено, что на фоне такого незначительного снижения цены на нефть экспортные цены на российские коксующиеся угли могут снизиться на 25 % к 2050 г. по сравнению с уровнем 2022 г., а на российские энергетические угли соответственно к 2050 г. – на 36 %.

В свою очередь, среднегодовые темпы снижения экспортных цен на российский уголь во всем прогнозном периоде будут немного выше, чем принятые темпы мировой цены на нефть. Так, среднегодовые темпы падения цен на экспортные коксующиеся угли составят 1 %, а на энергетические – почти 1,6 %.

Несмотря на достаточно благоприятную в 2030–2050 гг. прогнозируемую ценовую конъюнктуру, все же с большой вероятностью под воздействием глобальных вызовов произойдет падение экспортных поставок российского угля. Это снижение, в отличие от тактического периода 2022–2030 гг., может быть весьма существенным.

Уменьшение экспортных поставок российского угля к 2050 г. относительно 2030 г. может составить почти 80 %. В связи с этим российскому угольному бизнесу целесообразно в тактическом периоде, равном примерно 5–7 годам, используя

благоприятную ценовую конъюнктуру и достаточно устойчивый спрос на экспортный уголь, сформировать финансово-инвестиционные «заделы», обеспечивающие либо переключение бизнеса на более эффективные направления российской экономики, либо расширение продуктово-угольной линейки, в том числе для нетопливного использования угля.

В соответствии с динамикой экспортных цен на коксующиеся и энергетические угли на основе использования модельного комплекса Price Coal, разработанного в ИНЭИ РАН, проведены прогнозные расчеты цен на уголь в разрезе бассейнов и месторождений России [15]. Результаты расчетов динамики цен представлены в табл. 6.

В целом динамика цен на добычу соответствует динамике экспортных цен. Снижение цен в среднем за весь прогнозный период по коксующимся углям составляет 0,11 % в год, а по энергетическим – 0,7 % в год. Достаточно «спокойная» прогнозная динамика цен дает возможность для формирования угольными компаниями устойчивого притока денежных средств практически по всем угледобывающим регионам РФ.

Имеется еще один фактор, который следует учитывать в прогнозном периоде, – это увеличение масштабов газификации регионов [16]. Вероятнее всего угли, обладающие более высоким уровнем цен, будут потенциально наиболее вероятными кандидатами на замещение их газом или другими альтернативными источниками энергии.

Прогнозные объемы поставок коксующихся и энергетических углей на внутренний и внешний рынок, а также установленная линейка цен на эти угли обусловили возможность оценки как достигаемых уровней финансово-экономических показателей функционирования угольной промышленности, так и последствий ее адаптации к вызовам перспективного периода.

Основные финансово-экономические показатели функционирования угольной отрасли до 2050 г.

Финансово-экономические расчеты по принятому варианту развития отрасли проведены с использованием имитационной

Таблица 7. Финансово-экономические показатели функционирования угольной отрасли, млрд руб. (2022 г.)

Показатели	Годы												
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050
Валовая выручка*	2412	2147	1996	1882	1783	1716	1645	1595	1542	1342	1128	950	756
Экспортная выручка угля**	2569	2255	1972	1785	1632	1535	1433	1358	1286	1029	752	543	288
Инвестиции в основной капитал	327	389	430	456	470	475	472	464	452	369	289	229	181
Объем основных средств	1149	1035	971	924	886	865	841	828	813	750	650	556	446
Вклад в ВВП	1193	1063	990	933	881	842	800	769	736	614	506	424	337
Налоги и платежи	533	554	538	522	504	489	471	455	439	371	307	256	205
Полные затраты	1442	1284	1192	1125	1070	1037	1002	980	956	863	736	622	496

* В ценах предприятий РФ.

** В экспортных ценах.

модели «ФинУголь», разработанной в ИНЭИ РАН. Результаты реализации модели приведены в **табл. 7**.

В соответствии с принятыми на перспективный период объемами добычи угля валовая выручка отрасли уже к 2030 г. может сократиться примерно на 36 % (относительно уровня 2022 г.), а к 2050 г. — почти на 70 %.

Экспортная выручка российских угледэкспортеров к 2030 г. может снизиться примерно на 50 % (относительно 2022 г.), а к 2050 г. — почти до 90 % (относительно 2022 г.). При этом экспортная выручка от поставок коксующихся углей примерно до 2030 г. вероятнее всего снижаться не будет и, по оценкам, в этом году даже может возрасти на 7 % (относительно 2022 г.).

Несмотря на довольно благоприятный характер развития экспорта коксующихся углей в тактическом периоде (2030 г.), отрасль в целом с большой вероятностью будет испытывать нарастающие трудности, связанные с притоком денежных средств от продаж угля. Так, годовые потери в валовой выручке отрасли уже к 2030 г. могут составлять около 870 млрд руб., а к 2050 г. — удвоиться до 1656 млрд руб. Это весьма существенные финансовые потери отрасли.

Даже в условиях таких потерь угольные компании будут вынуждены завершать уже начатые инвестиционные проекты, а также тратить инвестиции на поддержание действующих мощностей, в том числе обеспечивающих рост экспортной выручки по коксующимся углям в период до 2030 г.

В связи с этим объемы инвестиций в основной капитал в период до 2030 г. вероятнее всего будут возрастать. Однако уже за пределами 2035 г., т. е. после окончания инвестиционного цикла, объемы годовых инвестиций будут сокращаться, и их величина в 2050 г. составит примерно 40 % от уровня 2022 г. Снижение объемов генерируемых инвестиций естественным образом приведет к уменьшению объемов используемых основных средств. Они к 2030 г., по расчетам авторов, могут сократиться на 30 %, а к 2050 г. — на 60 % (относительно 2022 г.). В соответствии с падением объемов валовой выручки отрасли соответственно снизится и ее вклад в ВВП страны. Так, к 2030 г. это снижение может составить 38 % от уровня 2022 г., а к 2050 г. — более 70 %.

Даже довольно значимые темпы роста потерь валовой выручки отрасли позволяют ей в период до 2030 г. обеспечивать достаточно высокий уровень платежей в бюджеты различных уровней. Так, при падении выручки от экспорта на 50 % и общей выручки отрасли на 36 % (относительно 2022 г.) бюджетные платежи угольных компаний к 2030 г. снизятся всего на 18 %. Конечно, за пределами 2030 г. отрасль уже не сможет удерживать такой приоритет. Годовые платежи в бюджеты всех уровней сократятся к 2050 г. более чем на 60 % относительно уровня 2022 г.

В связи с этим, обеспечивая высокий уровень формирования бюджетных отчислений в тактическом периоде (до 2030 г.), отрасль совершенно справедливо может рассчитывать на государственное участие в решении ее проблем в стратегическом периоде (2030–2050 гг.).

Высокий уровень возможных финансовых потерь отрасли, особенно за пределами 2030 г., потребует от угольного бизнеса реализации проектов диверсификации производства. Органам государственного управления федерального и регионального уровня неизбежно придется принять действенное участие в этом процессе. Такое участие может быть обеспечено путем реализации государственной программы реструктуризации угольной отрасли [17].

Заключение

Проведенная систематизация основных угроз и вызовов, оказывающих влияние на развитие угольной отрасли, показала, что угрозы порождают необходимость применения комплекса тактических мер противодействия, а вызовы в силу своей специфики определяют систему мер по адаптации стратегических секторов экономики к новым условиям долгосрочного развития. В основе формирования долгосрочной стратегии развития угольной отрасли весьма важными являются такие вызовы как ускорение технологического развития, энергопереход и смена традиционных источников энергии на альтернативные, декарбонизация экономики, обусловленная реализацией мировой климатической повестки.

В тактическом плане российская угольная отрасль смогла

успешно противостоять действующим угрозам: добыча и экспорт угля в 2023 г. были практически на досанкционном уровне 2021 г. В стратегическом периоде до 2050 г. угольной промышленности России предстоит адаптация к приведенной системе вызовов. Эти вызовы будут понуждать и мировую, и российскую экономику к снижению потребления угля, что приведет к снижению углеемкости ВВП.

Прогнозные объемы добычи угля по разработанным сценарным вариантам развития имеют несущественную

дифференциацию, что доказывает устойчивый тренд их падения. При этом темпы такого падения фактически не будут зависеть от сценарных темпов роста ВВП страны.

Полученные прогнозные объемы добычи угля в разрезе бассейнов и месторождений дают возможность для оценки масштабов снижения производства в угледобывающих регионах страны, которые могут быть использованы как угледобывающими компаниями, так и органами государственного управления отраслью.

Библиографический список

1. Яновский А. Б. Уголь: битва за будущее // Уголь. 2020. № 8. С. 9–14.
2. Лакно Ю. В. Российская угольная отрасль: угрозы и возможности развития // Проблемы прогнозирования. 2015. № 5. С. 88–97.
3. Regulation (eu) 2019/631 of the european parliament and of the council of 17 april 2019 setting CO₂ emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/631/oj> (дата обращения: 05.06.2024).
4. Assous A., Burns T., Tsang B., Vangenechten D., Schäpe B. A Storm in a Teacup Impacts and Geopolitical Risks of the European Carbon Border Adjustment Mechanism : Report. — London : E3G, 2021. — 64 p.
5. Report towards a WTO-compatible EU carbon border adjustment mechanism. 2021. URL: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0019_EN.html (дата обращения: 15.05.2024).
6. Информация о введенных санкциях в отношении Российской Федерации / Торгово-промышленная палата Российской Федерации, 2024. URL: https://uslugi.tpprf.ru/ru/sanctions_2022/ (дата обращения: 15.05.2024).
7. Russia Is Now the World's Most-Sanctioned Nation. 2022. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-03-07/russia-surges-past-iran-to-become-world-s-most-sanctioned-nation> (дата обращения: 29.06.2024).
8. Coal 2023: Analysis and forecast to 2026 / International Energy Agency, 2023. — 130 p.
9. Петренко И. Е. Итоги работы угольной промышленности России за 2022 год // Уголь. 2023. № 3. С. 21–33.
10. Мешков Г. Б., Петренко И. Е., Губанов Д. А. Итоги работы угольной промышленности за 2023 год // Уголь. 2024. № 3. С. 18–29.
11. Плакиткин Ю. А., Плакиткина Л. С., Дьяченко К. И. Развитие угольной отрасли под воздействием тенденций «зеленой» энергетики и санкционных ограничений // Уголь. 2023. № 8. С. 66–72.
12. Плакиткина Л. С., Плакиткин Ю. А., Дьяченко К. И. Особенности развития угольной отрасли в условиях санкционных ограничений и низкоуглеродного развития // Горный журнал. 2023. № 8. С. 89–95.
13. Яшалова Н. Н., Потравный И. М. Инструменты обеспечения углеродной нейтральности в российском угольном бизнесе // Уголь. 2023. № 10. С. 66–71.
14. BP Statistical Review of World Energy. 2022. 71st ed. / BP, 2022. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 15.05.2024).
15. Макаров А. А., Кейко А. В., Малахов В. А., Веселов Ф. В., Соляник А. И. и др. Исследование путей и темпов развития низкоуглеродной энергетики в России. — М. : ИНЭИ РАН, 2022. — 138 с.
16. Семикашев В. В., Гайворонская М. С. Анализ текущего состояния и перспективы газификации России на период до 2030 г. // Проблемы прогнозирования. 2022. № 1(190). С. 91–100.
17. Рожков А. А. Регулирование социально-экономических последствий промышленной реструктуризации (на примере угольной отрасли). — М. : Росинформуголь, 2016. — 290 с. 

«GORNYI ZHURNAL», 2024, № 10, pp. 54–61
DOI: 10.17580/gzh.2024.10.07

Analysis and systematization of global threats and challenges that have influence on development of coal industry in Russia

Information about authors

L. S. Plakitkina¹, Head of Research Center for Coal Industry in the World and in Russia, Candidate of Engineering Sciences, luplak@rambler.ru

Yu. A. Plakitkin¹, Head of Center for Analysis and Innovations in Energy, Professor, Doctor of Economic Sciences

K. I. Dyachenko¹, Senior Researcher, Research Center for Coal Industry in the World and in Russia, Candidate of Engineering Sciences

¹Institute for Energy Research, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract

The coal industry of Russia is currently undergoing the impact of geopolitical, economic and social transformations. The transformations are actualized via a system of threats and challenges, which, in its turn, can lead to the catastrophic consequences.

With a view to assessing aftereffects of the harmful impact caused by the geopolitical, economic and social transformations to the coal industry, the authors have analyzed and systematized global threats and challenges. The research used such methods as the analytical treatment of data, analysis and systematization of data, comparative and

contrastive analysis, formulation of conclusions from the analysis of data bases, presentation of data using information technologies and visualization, classification and ranging of data, a priori modeling, development of different scenarios, etc.

The implemented systematization of the main threats and challenges imposed on the coal industry shows that the threats necessitate application of certain counter-tactics, while the challenges, owing to their specificity, define a system of measures aimed to adapt the strategic sectors of economy to the new conditions of long-term development. At the heart of a long-term development strategy of the coal industry, there are such critical challenges as technological acceleration, energy transition and transfer from traditional to alternative energy sources, as well as decarbonization of the economy under the global climate agenda. The predicted coal production per fields and basins allows evaluating production cutback in the coal mining regions in Russia, which is usable both by coal mining companies and by agencies of government within the coal industry.

Keywords: threats and challenges, development scenarios, coal sector, systematization, mining, export, prediction, prices, economic and financial indicators, coal market.

References

1. Yanovsky A. B. Coal: the battle for the future. *Ugol*. 2020. No. 8. pp. 9–14.
2. Lakhno Yu. V. Russian coal industry: Threats and possibilities. *Studies on Russian Economic Development*. 2015. Vol. 26, No. 5. pp. 476–482.
3. Regulation (eu) 2019/631 of the european parliament and of the council of 17 april 2019 setting CO₂ emission performance standards for new passenger cars and for new

- light commercial vehicles. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/631/oj> (accessed: 05.06.2024).
4. Assous A., Burns T., Tsang B., Vangenechten D., Schäpe B. A Storm in a Teacup Impacts and Geopolitical Risks of the European Carbon Border Adjustment Mechanism : Report. London : E3G, 2021. 64 p.
 5. Report towards a WTO-compatible EU carbon border adjustment mechanism. 2021. Available at: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0019_EN.html (accessed: 15.05.2024).
 6. Information on Sanctions Imposed on the Russian Federation. The Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation, 2024. Available at: https://uslugi.tpprf.ru/ru/sanctions_2022/ (accessed: 15.05.2024).
 7. Russia Is Now the World's Most-Sanctioned Nation. 2022. Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-03-07/russia-surges-past-iran-to-become-world-s-most-sanctioned-nation> (accessed: 29.06.2024).
 8. Coal 2023: Analysis and forecast to 2026. International Energy Agency, 2023. 130 p.
 9. Petrenko I. E. Russia's coal industry performance for January–September, 2022. *Ugol*. 2023. No. 3. pp. 21–33.
 10. Meshkov G. B., Petrenko I. E., Gubanov D. A. Russia's coal industry performance for January – December, 2023. *Ugol*. 2024. No. 3. pp. 18–29.
 11. Plakitkin Yu. A., Plakitkina L. S., Dyachenko K. I. Forecast of global and domestic coal market development under the impact of green energy trends and sanctions restrictions. *Ugol*. 2023. No. 8. pp. 66–72.
 12. Plakitkina L. S., Plakitkin Yu. A., Dyachenko K. I. Specifics of coal industry advancement under sanction limitation and low-carbon development. *Gornyi Zhurnal*. 2023. No. 8. pp. 89–95.
 13. Yashalova N. N., Potravny I. M. Tools to ensure carbon neutrality in the Russian coal business. *Ugol*. 2023. No. 10. pp. 66–71.
 14. BP Statistical Review of World Energy. 2022. 71st ed. BP, 2022. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (accessed: 15.05.2024).
 15. Makarov A. A., Keyko A. V., Malakhov V. A., Veselov F. V., Solyanik A. I. et al. Review of Ways and Rates of Advance in Low-Carbon Energy in Russia. Moscow : INEI RAN, 2022. 138 p.
 16. Semikashov V. V., Gayvoronskaya M. S. Analysis of the present state and prospects of gasification in Russia for the period up to 2030. *Studies on Russian Economic Development*. 2022. Vol. 33, No. 1. pp. 66–73.
 17. Rozhkov A. A. Regulation of Economic and Social Consequences of Industrial Restructuring : A Case-Study of Coal Industry. Moscow : Rosinformugol, 2016. 290 p.

ПАМЯТИ ШПЕНСТА ВАДИМА АНАТОЛЬЕВИЧА



С прискорбием извещаем научно-техническую общественность, что на 57-м году ушел из жизни Вадим Анатольевич Шпенст — декан энергетического факультета Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II, доктор технических наук, профессор.

Вадим Анатольевич Шпенст — ученый и педагог в области радиоэлектронных систем. Внес значительный вклад в теорию обработки многоспектральной информации, развитие научно-методических основ функционирования интеллектуальных электронных систем, а также в разработку систем комплексной обработки информации различного назначения, имеет большие заслуги в подготовке научно-педагогических кадров.

В. А. Шпенст являлся ведущим специалистом Горного университета по радиотехнике, системам связи и интеллектуальным системам управления. Им опубликовано более 200 научных работ, в том числе учебник для вузов «Радиоэлектронные системы и комплексы» и монография «Комплексная обработка многоспектральной информации». Он автор 19 патентов на изобретения. За время научно-педагогической работы им подготовлено более 10 кандидатов наук по специальности «Радиотехника».

Результаты научных исследований профессора В. А. Шпенста неоднократно представляли на международных, всероссийских и межрегиональных конференциях, выставках и конкурсах. Под его руководством 12 студентов победили в конкурсе научно-исследовательских работ университета, 7 студентов — в конкурсе докладов на международных и всероссийских конференциях.

На протяжении нескольких лет Вадим Анатольевич являлся членом организационного комитета более 10 научных конференций и семинаров. Принимал активное участие с докладами на 10 международных и всероссийских научных конференциях.

Под руководством В. А. Шпенста выполнены 7 государственных контрактов по приоритетным направлениям деятельности

Российского научного фонда фундаментальных исследований. Результаты проводимых научно-исследовательских работ успешно интегрированы в промышленность (ООО НПО «Вектор») и образовательную деятельность университета.

Вадим Анатольевич неоднократно был отмечен благодарственными письмами Министерства энергетики Российской Федерации и Федерального агентства по делам молодежи.

С 2013 г. В. А. Шпенст проводил курсы повышения квалификации и переподготовки кадров для крупных российских компаний, таких как ПАО «Газпром», АО «СВЭК», ПАО «Ленэнерго», АО «Шнейдер Электрик» по программам «Энергосбережение и повышение энергоэффективности на нефтегазодобывающих предприятиях», «Цифровые и информационные технологии в горной промышленности и металлургии».

Вадим Анатольевич вел активную общественную деятельность. Являлся официальным экспертом Российской академии наук, членом-корреспондентом Академии электротехнических наук Российской Федерации, членом Экспертного совета научно-технических программ, редакционной коллегии журнала «Записки Горного института», председателем Диссертационного совета ГУ.7 в Горном университете, членом нескольких Общественных советов.

За большой вклад в развитие государственной политики в сфере высшего образования и научно-технической деятельности Министерство науки и высшего образования Российской Федерации наградило Вадима Анатольевича Шпенста медалью «За вклад в реализацию государственной политики в области образования и научно-технологического развития».

Светлая память о друге, преподавателе Вадиме Анатольевиче навсегда сохранится в сердцах его коллег, учеников и друзей.

*Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II,
редколлегия и редакция «Горного журнала»*