

Издается Санкт-Петербургским горным университетом  
императрицы Екатерины II

С 1907 ГОДА

# ЗАПИСКИ ГОРНОГО ИНСТИТУТА

ДАЙДЖЕСТ



## ДЕНЬ ШАХТЕРА

№ 12 • 2024

PMI.SPMI.RU

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМПЕРАТРИЦЫ ЕКАТЕРИНЫ II

# ДЕНЬ ШАХТЕРА

ДАЙДЖЕСТ

ЗАПИСКИ ГОРНОГО ИНСТИТУТА

№ 12

Санкт-Петербург  
2024

*На обложке: Каменный уголь.  
Донецкий угольный бассейн.  
Из коллекции Горного музея*

## Аннотация

---

*Труд работников горной промышленности всегда был сопряжен с опасными и вредными условиями работы, однако сложно представить современный мир без этой отрасли и людей, вносящих в ее развитие свой вклад. По предложению министров угольной промышленности западных и восточных районов СССР в 1947 г. был учрежден ежегодный праздник – День шахтера, – празднуемый и по сей день в последнее воскресенье августа. И причастны к нему не только шахтеры, но и проходчики, инженеры и обслуживающий персонал.*

*Интерес к горному делу в России возник во второй половине XV века, когда в 1491 г. для поиска полезных ископаемых в Печорский край отправилась первая экспедиция. Однако статус базового сектора будущей промышленности отрасль получила при Петре I после учреждения в 1700 г. «Приказа рудокопных дел». В конце XIX в. горное дело занимало первое место в ряду других отраслей российской промышленности; началось строительство угольных шахт в Донбассе, на Урале, в Подмосковном и Кузнецком бассейнах, на Дальнем Востоке.*

*К середине XX в. для уже начавшей формироваться базы отечественного горного машиностроения наступил «золотой век», продолжавшийся более трех десятилетий. На эту пору пришлись рост объемов угледобычи, наращивание производственных мощностей предприятий, повышение технического уровня процессов добычи, совершенствование способов разработки месторождений и изменение подхода к системам организации труда и производства.*

*В современной России самым крупным производителем и поставщиком угля является Кузнецкий бассейн – в первом квартале 2023 года здесь произведено более половины (51 %) всего добываемого угля в стране. Набирает обороты и импорт российского угля – основными партнерами России в этом деле выступают Китай и Индия.*

---

## Содержание

Углеводороды, уголь .....	4
Сланцевая нефть, сланцевый газ, горючие сланцы .....	11
Шахты. Подземная разработка угольных пластов .....	17
Соляные шахты и породы .....	31
Устойчивые геотехнологии и эффективная дегазация .....	37

## Углеводороды, уголь

*Угольно-добывающая отрасль является одной из ключевых в экономике нашей страны. Благодаря тяжелому труду горнодобытчиков мы получаем уголь, руду и другие материалы для отопления, производства и строительства. Распределение угля по территории страны крайне неравномерно. Примерно 95 % запасов приходятся на восточные регионы, из них более 60 % – на Сибирь. Самые крупные угольные месторождения России – Кузнецкое, Канско-Ачинский, Тунгусский, Печорский и Иркутско-Черемховский бассейны.*

**Прищепина О.М., Сеница Н.В., Ибатуллин А.Х. Оценка влияния литолого-фациальных условий на распределение органического углерода в «доманиковых» верхнедевонских отложениях Тимано-Печорской провинции // Записки Горного института. 2024. 17 с. EDN JPUKCM. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/16249> (Online First)**



**Аннотация.** Изучение высокоуглеродистых формаций вызвано как сокращением сырьевой базы нефти в результате ее добычи, так и успехами освоения низкопроницаемых сланцевых толщ, в первую очередь в США, Австралии и Китае. Наиболее значимы формации, рас-

пространенные в традиционных районах добычи углеводородов, – в Западно-Сибирской, Волго-Уральской и Тимано-Печорской, Северо-Предкавказской и Лено-Тунгусской нефтегазоносных провинциях. Особенности высокоуглеродистой формации позднедевонско-раннекаменноугольного времени, сформировавшейся в восточной краевой части Восточно-Европейской платформы, – неоднородность разреза, обусловленная интенсивной проградацией карбонатной платформы в направлении с запада на восток; последовательная смена литолого-фациальных обстановок, определивших неравномерность первичного накопления и вторичного распределения содержания органического вещества (ОВ); возможность эмиграции или сохранения в толще генерации на этапах погружения подвижных частей битумидов, определивших перспективы нефтегазоносности. Изучались закономерности распределения текущего содержания ОВ в зависимости от литолого-фациальных условий и литологического состава пород в верхнедевонско-турнейских отложениях «доманикового типа» Тимано-Печорской провинции (ТПП), степень его

преобразованности для приведения к начальному содержанию органического углерода и дальнейшей оценке доли сохраненной «подвижной нефти» в нефтегазоматеринской формации. Исследование выполнено на основе анализа массива данных содержания органического углерода образцов керна и естественных обнажений Ухтинского района доманиково-турнейской части разреза, включающего более 5000 определений, представленных в отчетах и публикациях ВНИГРИ и ВНИГНИ, дополненных проведенными пиролитическими, битуминологическими анализами, увязанными с результатами микротомографического, макро- и литологического изучения и описаниями шлифов, выполненных в Санкт-Петербургском горном университете. Для каждой тектонической зоны ТПП в пределах изученных высокоуглеродистых интервалов установлено содержание суммарных объемов органического углерода. Полученные данные позволят оценить остаточную массу подвижных битумидов в низкопроницаемой матрице высокоуглеродистой формации.

**Захаров В.Н., Малинникова О.Н. Исследование структурных особенностей углей выбросоопасных пластов // Записки Горного института. 2014. Т. 210. С. 43-52. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/5264>**



**Аннотация.** Проведено исследование структурных особенностей углей выбросоопасных и невыбросоопасных пластов. Показано, что уголь из выброса обладает значительно большей сорбционной поверхностью, чем уголь того же пласта, не участвовавший в выбросе. На размер сорбционной поверхности угля влияет его предыстория: так, нагревание угля при подготовке образцов увеличивает сорбционную поверхность угля. Электронно-микроскопические исследования поверхности углей показали, что для углей выбросоопасных пластов характерна нарушенная структура, с большим количеством трещин и отдельностями порядка 1 мкм. Угли из невыбросоопасных пластов при таком же увеличении содержат больше однородных участков. Изучение цифровых изображений поверхности углей, полученных с помощью электронного микроскопа, показало, что структурная организация элементов поверхности углей может быть представлена мультифракталом, с соответствующим ему спектром фрактальных размерностей, позволяющим установить количественные отличия в микроструктуре углей из выбросоопасных пластов. Угли из выбросоопасных пластов имеют больший набор структурных элементов и, следовательно, в 1,5-2 раза более широкий спектр соответствующих им фрактальных размерностей, чем угли из невыбросоопасных пластов.

**Кирюков В.В., Очкуров Н.Н. Геологические модели образования донецких углей (опыт системного исследования) // Записки Горного института. 1993. Т. 137. С. 112-121. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/9993>**



**Аннотация.** Дается геологическая характеристика процессов углеобразования. Рассматриваются системы углеобразования, включающие природные факторы, которые определяют свойства и состав ископаемых углей. Обосновывается принцип классификации донецких углей на основе системного подхода. Обсуждаются вопросы прерывно-непрерывного рядов метаморфизма углей и предлагаются альтернативные модели формирования углей различной восстановленности, а также принципы выбора шкал классификации углей.



*Макет каменноугольной копи бывшего Новороссийского Общества. Юзовка. Конец 19 века. Масштаб 1:132. Из коллекции Горного музея*

**Афендииков Н.Н., Буялов С.И. Подземная газификация углей по схеме, предложенной Б.И. Бокием // Записки Горного института. 1960. Т. 43. № 1. С. 116-121. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/12821>**



**Аннотация.** Идея подземной газификации углей впервые была высказана Д. И. Менделеевым в 1882-1888 гг. В 1913 г. В. И. Ленин в своей статье «Одна из великих побед техники» высоко оценил идею подземной газификации углей, предвидя, что при социализме она может быть поставлена на службу обществу. Владимир Ильич считал, что при подземной газификации можно получать под землей дешевый горючий газ и, сжигая его в топках котлов, иметь на электростанциях дешевую электроэнергию. С помощью подземной газификации углей, по его мнению, можно было бы использовать даже наиболее бедные и неразрабатываемые залежи каменного угля. Он указывал: «Громадная масса человеческого труда, употребляемого на добычу и развозку каменного угля, была бы сэкономлена».

**Кирюков В.В. Петрографическая характеристика третичных бурых углей Бабаевского и других месторождений юго-западного Приуралья // Записки Горного института. 1958. Т. 33. № 2. С. 77-101. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/13892>**



**Аннотация.** Малометаморфизованные бурые угли третичного возраста, широко распространенные в пределах правобережной Украины, юго-западного Приуралья и северного Казахстана с петрографической стороны исследованы недостаточно. До сих пор нет хорошо разработанной методики изучения малометаморфизованных рыхлых бурых углей, резко отличающихся от более плотных бурых и каменных углей, а также от торфов. В настоящей статье излагаются результаты комплексного (ботанического, петрографического и химического) изучения вещественного состава малометаморфизованных бурых углей, слагающих мощную залежь, Бабаевского месторождения и приводится сравнение их с углями других третичных месторождений юго-западного Приуралья. Вопросы происхождения малометаморфизованных бурых углей рассматриваются автором в специальной статье, подробная характеристика типов углей и строения угольных залежей отдельных месторождений Южно-уральского бурогоугольного бассейна излагается в подготавливаемом в настоящее время атласе.



*Жемчужников Ю.А. К вопросу о типах угольных бассейнов // Записки Горного института. 1953. Т. 29. № 2. С. 33-45. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/15589>*



**Аннотация.** Вопросы генетической классификации и типизации угольных бассейнов имеют важное принципиальное и большое практическое значение. Ценность такой классификации будет зависеть от существенности принципов, положенных в ее основу, от ее приложимости на практике и от возможности делать по ней более или менее полный прогноз. Со времени появления классификации угольных бассейнов Г.А. Иванова можно считать установленным, что самым первым и существенным для генетических подразделений на крупные группы является геотектонический принцип. Спустя 15 лет после появления этой классификации, изучение геотектонических структур позволяет сделать ныне более дробное подразделение по тому же геотектоническому принципу. Однако это не исключает возможности и необходимости для разных целей иметь и другие классификации угольных бассейнов, основанные на совсем иных критериях. Например, по отношению угленосных осадков к близости моря бассейны издавна разделяют на параллические и лимнические. Это, так сказать, палеогеографическое разделение. С точки зрения разведок и изучения важно подразделить угольные бассейны на открытые, полузакрытые и полностью закрытые на основании учета развития и сохранения покрывающих угленосную толщу пород. Можно классифицировать их для надобностей геофизических работ по характеру тектонических форм, т. е. по типу дислокаций, как это делает П.И. Степанов. Можно разделять бассейны на бурогольные и каменноугольные по качеству углей, а по возрасту на карбоновые, пермские, юрские, третичные и т. д.

*Купров И.Г. Материалы к петрографической характеристике угольных пластов Араличевского месторождения Кузнецкого бассейна // Записки Горного института. 1950. Т. 24. С. 17-55. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/14075>*



**Аннотация.** За истекшие годы с начала промышленного освоения Кузнецкого бассейна петрографическим исследованием охвачены угли почти всех известных в границах бассейна месторождений. Результаты углепетрографических исследований, способствовавшие разведкам и выявлению качества углей бассейна, опубликованы в ряде работ. Однако большая часть этих работ касается тех месторождений,

угли которых интересны как металлургическое топливо и как химическое сырье. Углететрографическим исследованиям месторождений энергетических углей, к которым относится и Араличевское, уделялось значительно меньше внимания. В частности, в работах по изучению углей Араличевского месторождения о петрографических свойствах их, как правило, говорится вскользь. Законченных углепетрографических исследований этого важного в промышленном отношении и своеобразного по качеству углей месторождения, в сущности говоря, нет. Изложенные в настоящей статье сведения не могут считаться исчерпывающими, но все же они до известной степени восполняют существующий пробел в освещении петрографических свойств углей и строения угольных пластов Араличевского месторождения. Статья написана по материалам петрографического опробования угольных пластов и камеральной обработки проб, проведенных автором в предвоенные годы в связи с диссертационной работой по сопоставлению угольных пластов Прокопьевского и Араличевского месторождений по углепетрографическим признакам.



*Каменный уголь полосчатый. Фация торфяных болот.  
Из коллекции Горного музея*





Примерный рудник

## Сланцевая нефть, сланцевый газ, горючие сланцы

*Сланцевая нефть относится к нетрадиционным углеводородам, так как добывается из горючих сланцев. Из сланцевых месторождений добывают также сланцевый газ. Вовлечение в разработку ресурсов нетрадиционных месторождений углеводородов приобретает особую актуальность в связи с намечающимся исчерпанием более доступных нефтяных залежей. Кроме того, для освоения подобных толщ нужны принципиально новые решения. В России высокоуглеродистые сланцеподобные толщи выявлены в пределах Волго-Уральской и Тимано-Печорской нефтегазовых провинций (доманиковая формация), в Предкавказском прогибе, в нефтегазовых провинциях Восточной Сибири и в Западной Сибири.*



*Сланец актинолитовый. Р. Ишалова, Орский р-н.  
Из коллекции Горного музея*



*Макеев А.Б., Брянчанинова Н.И., Красоткина А.О. Уникальные титановые месторождения Тимана: проблемы генезиса и возраста // Записки Горного института. 2022. Т. 255. С. 275-289. DOI: 10.31897/PMI.2022.32*



**Аннотация.** Приводится критический разбор гипотез образования, возраста и источников вещества крупных титановых месторождений Тимана, считавшихся ранее древними погребенными россыпями, образовавшимися по корам выветривания рифейских сланцев. Обсуждается альтернативная гидротермально-метаморфическая гипотеза образования этих месторождений и источника рудного вещества. Установлено, что поступивший разновозрастный циркон (570-3200 млн лет), как и два других геохронометра – рутил и монацит, – претерпели общее для всех разновидностей термальное воздействие в результате гидротермального процесса возрастом около 600 млн лет. Согласно современным представлениям, температура закрытия U-Pb системы в рутиле превышает 500 °С, что предполагает высокотемпературные условия гидротермальной переработки рутила при формировании рассматриваемых месторождений в рифейское время.

*Долгий И.Е. Способы увеличения нефтеотдачи при комплексном освоении Ярегского нефтетитанового месторождения // Записки Горного института. 2018. Т. 231. С. 263-267. DOI: 10.25515/PMI.2018.3.263*



**Аннотация.** Ярегское нефтетитановое месторождение является уникальным в силу того, что на нем в одной геологической структуре сосредоточены два полезных ископаемых – нефть и титановая руда. В статье приведены горно-геологические условия месторождения, технико-технологические решения по увеличению нефтеотдачи продуктивного пласта, технические и технологические решения по эффективному прогреву пласта теплоносителем. Рассмотрены вопросы вскрытия и подготовки месторождения к эксплуатации, даны с учетом данных практики добычи высоковязкой нефти и титановой руды с начала освоения месторождения обоснованные рекомендации о порядке разработки нефтяной и рудной

частей месторождения. Проанализированы применяемые технологические схемы извлечения высоковязкой нефти и паропрогрева пласта, дана оценка их целесообразности. Рассмотрены вопросы подготовки месторождения к эксплуатации с учетом накопленного опыта, даны обоснованные рекомендации о целесообразности применения подземно-поверхностной системы разработки месторождения. Приведены основные достоинства предлагаемой системы и технико-экономические показатели.



*Песчаник-гравелит, пропитанный нефтью.  
Ярегское месторождение.  
Из коллекции Горного музея*



**Кондрашева Н.К., Хорхе А. Влияние химического состава и качества тяжелой Ярегской нефти на выбор технологии ее переработки // Записки Горного института. 2016. Т. 222. С. 833-838. DOI: 10.18454/PMI.2016.6.833**



**Аннотация.** В работе приведены исследования физико-химических свойств и состава тяжелой нефти Ярегского месторождения и получаемого из нее вакуумного остатка – гудрона. В результате капиллярной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии определен подробный групповой углеводородный состав тяжелой ярегской нефти и выделенных из нее компонентов, подтвердивший ее принадлежность к высокосмолистым сернистым нефтям нафтено-ароматического основания. На основании сравнительного анализа состава и качества сырья рассмотрена возможность получения высококачественного игольчатого кокса с низким содержанием серы и металлов из тяжелой нефти Ярегского месторождения и выделенного из нее вакуумного остатка. Предложена комплексная схема переработки тяжелой ярегской нефти, включающая процессы предварительной деасфальтизации и деметаллизации, гидроочистки, замедленного коксования и термодеструктивные процессы или газификацию.

**Безкаравайный В.Г. Особенности проявления горного давления при системе разработки камера-лава на шахтах комбината «Сланцы» // Записки Горного института. 1963. Т. 48. № 1. С. 43-50. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/12589>**



**Аннотация.** Комбинированная система разработки камера-лава сочетает в себе элементы столбовой и камерной систем. В управлении горным давлением система имеет следующие характерные особенности: основная кровля поддерживается длительное время специально оставленными опорными целиками; для увеличения несущей способности непосредственной кровли и контроля за состоянием кровли в выработанном пространстве устанавливается легкая деревянная крепь, рассчитанная на поддержание только нижнего слоя непосредственной кровли мощностью не более 4 м забой камеры-лавы общей длиной до 215 м подвигается аналогично выемке лавами – параллельными заходками в одном направлении; призабойное пространство шириной 3,4-3,8 м при этом не крепится совсем.

**Никитин М.Н., Гладков П.Д., Колонских А.В., Петухов А.В., Михеев А.И. Изучение реологических свойств тяжелой высоковязкой нефти Ярегского месторождения // Записки Горного института. 2012. Т. 195. С. 73-77. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/6105>**



**Аннотация.** Представлены результаты экспериментов по определению особенностей реологических свойств дегазированной нефти Ярегского месторождения. Описаны современные методики определения вязкоупругих и тиксотропных свойств нефтей и показаны результаты применения этих методик при исследованиях аномальной нефти. Даны краткая уточненная характеристика нефти Ярегского месторождения и рекомендации относительно расширения спектра методов увеличения нефтеотдачи продуктивного пласта, в том числе физико-химического и волнового воздействия.

**Гросберг Г.Г. Пути улучшения режима работы врубовых машин на шахтах, добывающих горючие сланцы // Записки Горного института. 1954. Т. 32. № 1. С. 124-130. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/14372>**



**Аннотация.** За последние годы добыча горючих сланцев в Советском Союзе значительно возросла. Темпы развития сланцедобывающей промышленности значительно превосходят темпы развития угольной промышленности. В директивах XIX съезда КПСС по пятому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1951-1955 гг. указано: «... увеличить производство сланцев в 2,3 раза, особенно в Эстонской ССР». Такое бурное развитие сланцедобывающей промышленности возможно лишь на базе высшей техники. Сланцевые шахты оснащаются современными мощными машинами и механизмами. Однако используется эта техника еще недостаточно эффективно, что объясняется, главным образом, недостаточной изученностью процессов работы горных машин в специфических условиях сланцевых шахт. Имеется большое число исследований по резанию углей, но совершенно отсутствуют какие-либо работы по резанию горючих сланцев. Приводимые в настоящей статье материалы основаны на экспериментальных исследованиях зарубки по горючим сланцам. Исследования проводились в течение нескольких лет на шахтах Ленинградсланца и в лабораториях Ленинградского горного института. Опыты производились без самопишущих инструментов, применялся лишь комплект малогабаритных электроизмерительных приборов, что несколько уменьшило точность отсчетов (в пределах 5-7%).

*Чарноцкий С.И. Очерк месторождения железных руд западной части центральной России и Царства Польского // Записки Горного института. 1908. Т. 1. № 5. С. 343-372. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/15336>*



**Аннотация.** Бурые и шпатоватые железняки центральной России и Царства Польского представляют помимо научного, громадный практический интерес, так как являются почти единственными железными рудами в таких двух районах, которые по своему географическому положению и прочими условиям имеют все данные для развития здесь крупной железной промышленности.

## Шахты. Подземная разработка угольных пластов

*В настоящее время, несмотря на преобладание открытого способа добычи полезных ископаемых в мире, подземный способ добычи в обеспечении сырьем остается преобладающим. В разделе представлены решения проблем подземной разработки угольных пластов при помощи ресурсосберегающих технологий, направленных на оптимизацию потерь и повышение производительности, совершенствование технологических схем и организации монтажно-демонтажных работ на шахтах.*

*Виноградов Ю.И., Хохлов С.В., Зигангиров Р.Р., Мифтахов А.А., Суворов Ю.И. Оптимизация удельных энергозатрат на дробление горных пород взрывом на месторождениях со сложным геологическим строением // Записки Горного института. 2024. Т. 266. С. 231-245. EDN RUUFNM. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/16223>*



**Аннотация.** Выбор рациональной технологии ведения буровзрывных работ с позиций обеспечения необходимого гранулометрического состава взорванной горной массы и уменьшения разубоживания руды прямо связан с точным определением свойств горного массива. Районирование массива горных пород по их крепости, буримости и взрываемости не учитывает изменчивость геологического строения подготавливаемого к взрыву блока, что приводит к завышенному удельному расходу взрывчатых веществ. Решение данной проблемы особенно актуально для предприятий, разрабатывающих месторождения с высокой степенью изменчивости геологического строения даже в пределах взрываемого блока, в частности на россыпных месторождениях. Перерасход взрывчатых веществ ведет к неоптимальному для данных условий и технологии горных работ гранулометрическому составу взорванной горной массы. Определять физико-механические свойства горных пород на месторождениях со сложным геологическим строением

необходимо на каждом подготавливаемом к взрыву блоке. При расчете параметров буровзрывных работ необходимо применять корреляционную зависимость между физико-механическими свойствами этих пород и параметрами бурения. Зависимость, определяемая по разработанной методике, прошла апробацию в промышленных условиях, а гранулометрический состав взорванной горной массы замерялся косвенным методом на основе производительности экскаватора. Полученные результаты показали повышение производительности экскавации, что свидетельствует о правильности подхода к решению проблемы идентификации пород взрываемого блока.



*Уголь газовый. Донецкий угольный бассейн.  
Из коллекции Горного музея*

*Сидоренко А.А., Дмитриев П.Н., Алексеев В.Ю., Сидоренко С.А. Совершенствование технологических схем отработки склонных к самовозгоранию пластов угля, опасных по горным ударам // Записки Горного института. 2023. Т. 264. С. 949-961. EDN SCAFOE. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/15644>*



**Аннотация.** На примере шахты Алардинская рассмотрена проблема подземной разработки склонных к самовозгоранию и опасных по горным ударам пластов в условиях Кондомского геолого-экономического района Кузнецкого угольного бассейна. Рассмотрены противоречия требований нормативных документов к ширине межстолбовых угольных целиков при отработке пластов длинными очистными забоями в условиях эндогенной пожароопасности и при отработке пластов, опасных по геодинамическим явлениям. Данные противоречия препятствуют безопасной отработке пластов с использованием традиционно применяемых технологических схем при опасности самовозгорания углей и горным ударам. Представлена горно-геомеханическая модель, используемая для проведения численного трехмерного моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород при различных схемах подготовки выемочных участков методом конечных элементов. Приведены результаты численного анализа напряженного состояния массива горных пород непосредственно перед горным ударом и установлены основные факторы, способствовавшие его возникновению при отработке пласта. Показана опасная степень концентрации напряжений в пласте угля у опережающих диагональных сбоек, особенно в условиях наложения опорного давления от краевых частей смежных ранее отработанных выемочных столбов. Выполнен анализ особенностей распределения напряжений в межстолбовом целике при различной его ширине. Разработаны рекомендации по совершенствованию технологических схем подготовки и отработки угольных пластов, склонных к самовозгоранию и опасных по горным ударам в условиях шахты Алардинская. Показана необходимость дальнейших исследований влияния целиков различного назначения, формируемых при отработке сближенных пластов, на напряженно-деформированное состояние ранее надработанных и подработанных пластов.



**Зубов В.П., Фук Л.К.** *Разработка ресурсосберегающей технологии выемки пологих угольных пластов с труднообрушающимися породами кровли (на примере шахт Куангниньского угольного бассейна) // Записки Горного института. 2022. Т. 257. С. 795-806. DOI: 10.31897/PMI.2022.72*



**Аннотация.** Показано, что к числу основных направлений совершенствования технологических схем ведения горных работ на шахтах Куангниньского угольного бассейна относят создание вариантов ресурсосберегающих систем разработки длинными столбами. Они обеспечи-

вают снижение потерь угля в межстолбовых целиках и затрат на поддержание подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью. Реализация этих направлений затруднена (а в ряде случаев практически невозможна) при залегании над угольным пластом труднообрушающихся пород, склонных к значительным зависаниям в выработанном пространстве. В Куангниньском бассейне закреплено анкерной крепью 9-10 % выработок, эксплуатационные потери угля достигают 30 % и более; ежегодно перекрепляют до 50 % выработок. Сделан вывод о том, что реальные условия для уменьшения потерь угля и эффективного использования анкерной крепи в качестве основной крепи повторно используемых подготовительных выработок создаются при реализации идеи, выдвинутой в Санкт-Петербургском горном университете: оставление между повторно используемой выработкой и выработанным пространством целика угля повышенной ширины и его последующая отработка на одной линии с очистным забоем одновременно с погашением повторно используемой выработки.

**Казанин О.И., Ильинец А.А.** *Обеспечение устойчивости выемочных выработок при подготовке выемочных участков пологих угольных пластов тремя выработками // Записки Горного института. 2022. Т. 253. С. 41-48. DOI: 10.31897/PMI.2022.1*



**Аннотация.** На основе анализа планов горных выработок и натурных исследований на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс» показано, что в условиях увеличения размеров выемочных столбов при отработке свит пологих угольных пластов напряженно-деформированное состояние массива по длине выработок существенно изменяется. Отмечена необходимость прогноза напряженно-деформированного состояния на стадии проектирования паспортов крепления выработок, а также последующего мониторинга состояния кровли выработки и его изменений в процессе ведения горных работ с использованием видеоэндоскопов. Приведены результаты численных исследований напряженно-деформированного состояния массива при подготовке выемочных участков тремя выработ-

ками для различных сочетаний ширины целиков между выработками для горно-геологических и горнотехнических условий шахты «Талдинская-Западная-2». Сравниваются напряжения в окрестности трех выработок со значениями, полученными при подготовке выемочных участков спаренными выработками. Представлен комплекс рекомендаций по выбору места расположения выработок, ширины целиков, паспортов крепления, обеспечивающих устойчивое состояние выработок в течение всего срока службы при минимальных потерях угля в целиках.

**Мешков А.А., Казанин О.И., Сидоренко А.А.** *Повышение эффективности технологии и организации монтажно-демонтажных работ при интенсивной разработке пологих угольных пластов на шахтах Кузбасса // Записки Горного института. 2021. Т. 249. С. 342-350. DOI: 10.31897/PMI.2021.3.3*



**Аннотация.** Рассмотрены причины отставания показателей ведущих российских угольных шахт, осуществляющих разработку пологих угольных пластов длинными очистными забоями, от аналогичных зарубежных. Выполнен анализ эффективности монтажно-демонтажных работ на шахтах АО «СУЭК-Кузбасс».

Выявлены существенное превышение плановых сроков выполнения монтажно-демонтажных работ при отработке мощных пологих пластов, причины низкой эффективности демонтажных работ и основные направления совершенствования технологии демонтажных работ. Рассмотрены направления обеспечения эксплуатационного состояния демонтажных камер, формируемых очистным забоем. Представлены рекомендуемая схема отработки сближенных угольных пластов и трехмерная модель массива горных пород для обоснования ее параметров. Выполнены численные исследования с использованием метода конечных элементов. Показаны результаты моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестностях демонтажной камеры, сформированной в условиях повышенных напряжений от краевой части ранее отработанного вышезалегающего пласта. Установлены основные факторы, определяющие возможность обеспечения эксплуатационного состояния демонтажных камер. Показана необходимость учета влияния зоны повышенных напряжений при выборе паспортов крепления и организации демонтажных работ при мощности междупластья 60 м и менее. Определена достаточная величина смещения для обеспечения эксплуатационного состояния демонтажной камеры под выработанное пространство 50 м, для монтажной камеры – 30 м. Даны рекомендации по совершенствованию технологических схем и организации монтажно-демонтажных работ на шахтах, ведущих отработку свит пологих угольных пластов длинными очистными забоями с формированием демонтажной камеры очистным комплексом.

**Шишков Р.И., Федорин В.А. Обоснование вскрытия и подготовки модульного шахтоучастка при комбинированном способе добычи угля в Кузбассе на примере ШУ «Байкаимская» // Записки Горного института. 2020. Т. 243. С. 293-298. DOI: 10.31897/PMI.2020.3.293**



**Аннотация.** В статье рассмотрен один из актуальных методов разработки угольных месторождений в Кузбассе открыто-подземным способом. Представлены научные и практические достоинства предлагаемого способа за счет применения общей инфраструктуры угольного разреза и модульного шахтоучастка (в дальнейшем преобразующегося в горнотехнологическую структуру, работающую по схеме шахта – лава). В настоящее время разработана стратегия развития Кузбасса до 2035 г. В рамках стратегии в департаменте угольной промышленности формируется проект программы по недропользованию. Программа должна учесть все положительные и отрицательные аспекты, связанные с ведением угледобычи на территории городов и муниципальных районов, а также их перспективу. В Кузнецком угольном бассейне ведут добычу 42 шахты и 52 разреза, из которых 12 предприятий используют частично единую инфраструктуру. По результатам оценки работы открыто-подземным способом, проведенной сотрудниками лаборатории Института угля СО РАН, в список рассматриваемых вошли участки с благоприятными горно-геологическими условиями залегания с углами падения до 18 град. По мере увеличения добычи угля открытым способом многие участки сталкиваются с таким параметром, как максимально допустимый (граничный) коэффициент вскрыши. На стадии подготовки технико-экономического обоснования разработки угольного месторождения просчитывается в первую очередь этот коэффициент, так как от него зависит продолжительность работы предприятия и его экономическая составляющая. Для того, чтобы повысить параметры, необходимо выполнить переход с открытых работ на подземные. В результате угольный разрез не будет работать в убыток, обеспечивая добычу экономически невыгодным коэффициентом вскрыши.

**Зубов В.П. Состояние и направления совершенствования систем разработки угольных пластов на перспективных угольных шахтах Кузбасса // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 292-297. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.292**



**Аннотация.** В статье приведены результаты анализа опыта использования на российских угольных шахтах варианта системы разработки пластов длинными столбами с оставлением целиков угля в выработанном

пространстве лав. На шахтах Кузбасса на долю этого варианта приходится 90-95 % общего объема угля, добытого подземным способом. Указано на необходимость учета при выемке сближенных пластов отрицательного влияния целиков, оставленных в выработанном пространстве, на геомеханические условия ведения горных работ в надрабатанных (подрабатанных) пластах. Показано существенное отрицательное влияние целиков в сочетании с выборочной выемкой сближенных пластов на сокращение балансовых запасов. Рассмотрены мероприятия, позволяющие повысить эффективность использования систем разработки длинными столбами при отработке свит сближенных пластов.

**Шабаров А.Н., Цирель С.В., Гончаров Е.В., Зубков В.В. Технология добычи газообразного топлива на основе комплексной подземной газификации и дегазации угольных пластов // Записки Горного института. 2016. Т. 220. С. 545-550. DOI: 10.18454/PMI.2016.4.545**



**Аннотация.** В статье рассматривается комплексная технология (разработанная и запатентованная авторами) отработки углеметановых месторождений, совмещающая подземную газификацию нижних пластов угля в свите удароопасных газообильных пластов, извлечение угольного метана и механизированную добычу угля. Первым этапом технологии является добыча газообразного топлива, позволяющая извлечь до 15-20 % суммарной энергии свиты угольных пластов. Для выбора мест бурения скважин используется геодинамическое районирование. Применение предлагаемой технологии позволяет одновременно решить ряд задач, прежде всего это получение газообразного топлива из свиты угольных пластов без ведения горных работ при сохранении основных пластов в свите и их подготовке к отработке (разгрузка, дегазация). На первом этапе углеметановое месторождение выступает как газовое, причем газ имеет два источника – извлеченный метан (включая связанный – абсорбированный и адсорбированный) и продукты неполного сгорания маломощных пластов и пропласттков в свите. Второй этап – это глубокая дегазация и разгрузка угольных пластов, резко снижающие риски взрывов метанов, выбросов и горных ударов и повышающие производительность механизированной добычи угля. На втором этапе производится добыча угля длинными столбами с учетом проведенных ранее дегазации и разгрузки, а также сведений о геодинамическом строении углепородного массива.

**Беликов В.В., Беликова Н.В.** *Инновационные технологии и проблемы научно-методического обеспечения проектных решений при разработке угольных пластов в сложных горно-геологических условиях // Записки Горного института. 2013. Т. 205. С. 93-99. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/5499>*



**Аннотация.** Изложены причины неудовлетворительных проектных решений на действующих и проектируемых угольных шахтах России и представлены новые инновационные и научно-методические разработки по повышению эффективности работы угольных шахт, обрабатывающих угольные пласты в сложных горно-геологических условиях.



*Надшахтное здание Берестовской копи со стороны подъездных путей.  
Донбасс. Конец 19 века.  
Из коллекции Горного музея*

**Кожухов Л.Ф., Струк К.В.** *Механизация отработки мощных крутых угольных пластов // Записки Горного института. 2012. Т. 198. С. 61-64. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/5915>*



**Аннотация.** Приведены данные о применяемых технологиях и технике отработки мощных крутых пластов на отечественных шахтах и за рубежом. Предпочтение отдается применению механизированных комплексов с выпуском межслоевой толщи. Приводится описание задач исследований и плоского стенда для моделирования из эквивалентных материалов технологии ведения горных работ при отработке мощного крутого пласта с применением передвижного штрекового комплекса.

**Ковалев О.В., Мозер С.П., Тхориков И.Ю.** *Проектирование комплексной добычи полезных ископаемых на угольных шахтах // Записки Горного института. 2012. Т. 198. С. 86-90. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/5920>*



**Аннотация.** Рассмотрены основные закономерности фильтрации газов на разных этапах отработки угольных месторождений. Приведена методика, используемая для изучения комплексного освоения энергоресурсов угольных месторождений, позволяющая применительно к конкретным условиям получать инженерные зависимости для количественной оценки всех основных параметров исследуемых процессов. На основании разработанного подхода к комплексному освоению предложен алгоритм практического решения проблемы.

**Сидоренко С.А., Сидоренко А.А., Никишин Д.Ю.** *Обоснование рациональных параметров перспективных технологических схем слоевой отработки мощных пологих угольных пластов // Записки Горного института. 2007. Т. 173. С. 51-53. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/7552>*



**Аннотация.** Выполнен анализ перспективных технологических схем слоевой отработки мощных пологих пластов Кузбасса. Сделан вывод о необходимости учета при определении предельной мощности межслоевой угольной пачки влияния «наработки» 2-го слоя. Выполнены аналитические исследования напряженно-деформированного состояния «наработанного» массива. Установлены размеры зон разупрочненного угля и даны рекомендации по определению предельной мощности защитной пачки.



**Седин В.А., Пожариская С.И. Оценка эффективности строительства и реконструкции угольных шахт // Записки Горного института. 1987. Т. 114. С. 55-60. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/10395>**



**Аннотация.** Оценка эффективности произведена на основе шахт Печорского угольного бассейна, являющегося характерным для угольной промышленности в целом по состоянию нового строительства и реконструкции действующих шахт за 1959-1980 гг. в Печорском бассейне, реконструировано четыре шахты.

**Борисов Д.Ф. Об определении производственной мощности угольных шахт // Записки Горного института. 1960. Т. 43. № 1. С. 18-26. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/12814>**



**Аннотация.** В настоящее время, когда советская угольная промышленность вступила в новую фазу развития, базирующегося на строительстве новых крупных шахт и увеличении мощности действующих шахт, определенный интерес представляет рассмотрение с точки зрения истории развития нашей угольной промышленности существующих теоретических воззрений на методику определения производственной мощности шахт.

**Жемчужников Ю.А. Угленосные провинции, области и пояса // Записки Горного института. 1950. Т. 24. С. 3-10. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/14073>**



**Аннотация.** Вопрос об угленосных провинциях имеет большое практическое значение. Он тесно связан с прогнозами при поисках новых или закрытых месторождений угля и предсказанием возможных качеств углей на неразведанных площадях. Поэтому в установлении угольных провинций заинтересована не только угольная геология, но и поисково-разведочное дело и угольная промышленность. Этот вопрос может быть правильно разрешен только в результате глубокого сравнительного изучения угольных бассейнов и обобщения отдельных углепроявлений в единое целое. Однако его нельзя отрывать от обсуждения объема и более крупных и мелких подразделений, чем провинции. Следующей, более мелкой, единицей подразделения является угольный бассейн. Провинция состоит из нескольких бассейнов и обособленных месторождений. Бассейн сам

делится на ряд районов и месторождений. Границы этих понятий довольно ясны. Гораздо менее разработан вопрос о более крупных единицах угольной иерархии. Акад. П.И. Степанов ввел в науку понятие о поясах угленакопления. Под поясом угленакопления он понимает ту «...площадь наземной поверхности, в пределах которой в определенный геологический период произошло наиболее обильное накопление углистых отложений и угольных масс».

**Казаковский Д.А. К вопросу организации маркшейдерских замеров при разработке каменноугольных месторождений // Записки Горного института. 1946. Т. 19. С. 63-79. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/14860>**



**Аннотация.** По своей идее Задача маркшейдерских замеров является простой, однако, практическое ее решение при условии обеспечения необходимой точности в ряде случаев становится сложным и требует применения специальных приемов. Особенную сложность эта задача приобретает в условиях месторождений неметаморфизованных углей платформенного типа, характеризующихся сложной структурой пластов, непостоянством мощности, зольности и объемного веса и интенсивным выветриванием угля при хранении в штабелях. В 1944 г. нами была проведена работа по изучению вопроса маркшейдерских замеров на Черемховском месторождении (Иркутский бассейн), являющемся месторождением указанного типа. Полученные результаты, которыми мы хотим поделиться в настоящей статье, можно с успехом использовать и на ряде других месторождений. Так как при маркшейдерских замерах в рассматриваемых условиях наиболее трудным является точное определение объемного веса угля, то мы и остановимся на результатах нашей работы именно по этому вопросу.

**Серд А.И. К вопросу о возможности развития открытых работ на Черемховском месторождении // Записки Горного института. 1946. Т. 19. С. 104-110. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/14862>**



**Аннотация.** Черемховское каменноугольное месторождение Иркутского бассейна относится к числу месторождений, где возможно широко поставить добычу угля открытым способом. Геологическое строение месторождения благоприятствует вскрытию карьерами многих участков его большой резервной разведанной площади.

**Трушков Н.И.** Классификация систем разработки рудных месторождений // *Записки Горного института*. 1946. Т. 19. С. 24-38. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/14857>



**Аннотация.** Ввиду различия не только в собственно методах и их деталях, но и в принципах разработки рудных и каменноугольных месторождений, составление единой классификации систем разработки для тех и других нецелесообразно. Попытка составления такой общей классификации оказались, вследствие сложности и противоречий, неудачными, а предлагавшиеся классификации, в ущерб одной из специальностей, рудной или пластовой – практически неприемлемыми. Для систем разработки руд, являющейся в народном хозяйстве Союза уже давно самостоятельной и важнейшей отраслью горного дела, необходима простая самостоятельная классификация методов разработки руд.



*Подарок Б.В. Бокию к 70-летию со дня рождения от горняков Донбасса.  
Из коллекции Горного музея*

**Журавский А.М., Андреев С.П.** О подсчете запасов рудной залежи, разведанной на горизонте и подсеченной буровой скважиной на глубине // *Записки Горного института*. 1937. Т. 10. № 3. С. 47-60. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/15580>



**Аннотация.** При подсчете запасов полезных ископаемых в месторождениях взамен объема действительного рудного тела обычно вычисляется объем тела, к нему достаточно близкого и имеющего правильную геометрическую форму. Неудачный выбор такого геометрического тела может повести к значительному понижению точности подсчета или весьма усложнить вычисления. В практике подсчета запасов при таких данных разведки объем разведанного тела иногда вычислялся как объем конуса с основанием, равным оконтуренной площади на горизонте, и с вершиною в точке выхода буровой скважины из залежи без учета мощности этой последней. Произведенный, таким образом, подсчет давал запасы ниже минимальных, определяемых данными разведки, причем расхождение достигало значительной величины в несколько десятков процентов. Ниже даются методы для вычисления объема тела коноидальной формы, могущие служить для подсчета запасов части рудной залежи, ограниченной оконтуренной площадью на некотором горизонте и подсеченной буровой скважиной на глубине.

**Кумпан А.С.** К геологии Букачачинского каменноугольного месторождения // *Записки Горного института*. 1937. Т. 11. № 1. С. 109-131. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/15099>



**Аннотация.** Букачачинское месторождение, находящееся в Восточном Забайкалье (координаты 53° с. ш. и 116°50' в. д.), привлекает к себе внимание по трем причинам. Во-первых, оно среди прочих мезозойских пятен Забайкалья подверглось наиболее детальным геологическим исследованиям, и поэтому результаты работ на нем позволяют наметить методику изучения подобных отложений, еще недостаточно разработанную, во-вторых, потому что изучение его проливает свет на генезис верхнеюрских отложений и тектонику и, в-третьих, потому что месторождение обладает каменными спекающимися углями, что резко выделяет его из прочих бурогольных Забайкальских месторождений. Угленосные отложения месторождения занимают площадь около 40 км<sup>2</sup>, границами их являются реки

Сарананда и Кудихта. Угленосные отложения окружены сопками кристаллических пород, и граница их распространения совпадает с границами долины. Эти контуры помимо своих естественных очертаний, обусловленных разной твердостью кристаллических пород и угленосных отложений, установлены разведочными работами, линии которых пересекают месторождение на близком расстоянии друг от друга, и эти линии местами заходят на граниты. Естественных обнажений угленосной толщи в районе нет, и все данные о ее залегании и составе получены на основании выработок.

*Рутенберг Л.М. Определение наивыгоднейших размеров шахтного поля // Записки Горного института. 1912. Т. 4. № 1. С. 11-22. <https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/15415>*



**Аннотация.** В пределах земельного участка, занимаемого рудником, могут находиться одна или несколько подъемных шахт, причем каждая из них обслуживает некоторую вполне определенную часть пласта или свиты пластов полезного ископаемого. Площадь такой части пласта или свиты называется шахтным полем. Как и всякая площадь, шахтное поле измеряется квадратными единицами, т. е. определяется произведением двух линейных величин. К сожалению, наши инженеры-практики весьма скупо делятся своим опытом, и в специальной литературе отсутствуют какие-либо данные по этому вопросу. В настоящей статье рассматриваются различные методы формулы для определения размеров шахтного поля.

## Соляные шахты и породы

*В природе поваренная соль широко распространена как в твердом виде (пласты каменной соли, залегающие в земле), так и в виде растворов (морская вода, вода соляных озер, подземные источники). Шахтный способ добычи соли является основным. Сырьем для соляной промышленности служат поваренная соль, калийная соль и глауберова соль. В России крупнейшие соляные месторождения находятся в Оренбургской области, Пермском крае, в Нижегородской области, а также в Иркутской области и Алтайском крае.*

*Рыбак Я., Хайрутдинов М.М., Кузиев Д.А., Конгар-Сюрюн Ч.Б., Бабырь Н.В. Прогнозирование геомеханического состояния массива при отработке соляных месторождений с закладкой // Записки Горного института. 2022. Т. 253. С. 61-70. DOI: 10.31897/PMI.2022.2*



**Аннотация.** Проанализировано техногенное влияние горного производства на окружающую среду, предложен переход на геотехнологию с закладкой для уменьшения влияния горных работ. Представлены результаты научно-исследовательской работы, посвященной обоснованию параметров отработки соляных месторождений технологией с закладкой и определению влияния закладочных работ на динамику деформации подработанного породного массива. Обоснована актуальность исследований, направленных на создание безопасной и эффективной технологии перехода от систем с естественным поддержанием очистного пространства к системам с закладкой. Даны результаты исследований по качественно-количественной оценке состояния массива (по методу конечных элементов с применением ПО FLAC3D), обрабатываемого комбайнами, и выявлены: динамика влияния горных работ на массив, изменение максимальных напряжений в процессе твердения закладки в камерах. С помощью метода численного моделирования проанализированы условия изменения состояния подработанного породного массива, установлены закономерности его деформирования на различных этапах разработки. Рекомендовано использование данного подхода при геотехнической оценке состояния массива горных пород в условиях применения систем разработки различного класса.



**Козловский Е.Я., Журавков М.А. Определение и верификация параметров расчетной модели соляных пород с учетом разупрочнения и ползучести // Записки Горного института. 2021. Т. 247. С. 33-38. DOI: 10.31897/PMI.2021.1.4**



**Аннотация.** В статье предложено использование комбинации модифицированной модели Бюргерса и модели Мора – Кулона с деградацией коэффициента сцепления и возрастанием коэффициента трения для определения параметров соляных пород. Проводится сравнительный анализ длительных лабораторных испытаний и натурных наблюдений в подземных горных выработках с результатами, выполненными по расчетной модели с определенными параметрами. По статистически обработанным данным лабораторных испытаний получены параметры модели Мора – Кулона с деградацией коэффициента сцепления и возрастанием коэффициента трения, определены параметры модифицированной модели Бюргерса. С использованием численных методов выполнены виртуальные (компьютерные) осесимметричные трехосные испытания, как мгновенные, так и длительные на базе предложенной модели с подобранными параметрами. Решена модельная задача для сравнения поведения модели с данными наблюдательных станций в подземных горных выработках, полученных со скважинных стержневых экстензометров и контурных деформационных марок. Полученные аналитически коэффициенты нелинейного вязкого элемента модифицированной модели Бюргерса для всех проанализированных соляных пород не нуждались в коррекции по результатам мониторинга. В то же время для коэффициентов вязкоупругого элемента для всех рассмотренных пород требовалась оптимизация. Анализ модельных исследований показал удовлетворительную сходимость с данными по наблюдательным станциям. Проведенный на моделях сравнительный анализ по лабораторным испытаниям и наблюдениям в выработках свидетельствует о корректном определении параметров для соляных пород и верифицированности модели в целом.

**Паньков И.Л., Морозов И.А. Деформирование соляных пород при объемном многоступенчатом нагружении // Записки Горного института. 2019. Т. 239. С. 510-519. DOI: 10.31897/PMI.2019.5.510**



**Аннотация.** Представлено экспериментальное обоснование возможности применения метода объемного многоступенчатого нагружения для исследования процесса деформирования соляных пород в лабораторных условиях. Приведены результаты сопоставительных иссле-

дований объемного многоступенчатого и одноступенчатого нагружения образцов соляных пород. Представлены результаты исследования влияния уровня бокового давления на значения предела прочности и предела остаточной прочности сильвинита, определенные одноступенчатым и многоступенчатым методами. Представлены результаты исследования влияния уровня бокового давления на предел дилатансии каменной соли. Проанализировано влияние метода нагружения на значения параметров паспорта прочности Кулона – Мора сильвинита. Проанализировано изменение модуля упругости в процессе деформирования соляных пород в зависимости от уровня бокового давления. Показано, что метод многоступенчатого нагружения адекватно отражает процессы деформирования и разрушения соляных пород и позволяет не только уменьшить влияние неоднородностей внутреннего строения образцов на результаты экспериментальных данных, но также существенно снизить необходимый объем породного материала.

**Карасев М.А., Буслова М.А., Вильнер М.А., Нгуен Т.Т. Методика прогноза напряженно-деформированного состояния крепи вертикального ствола на участке сопряжения с горизонтальной выработкой в соляных породах // Записки Горного института. 2019. Т. 240. С. 628-637. DOI: 10.31897/PMI.2019.6.628**



**Аннотация.** Предложена методика и выполнен прогноз напряженно-деформированного состояния крепи вертикального ствола, расположенного в соляных породах, на участке сопряжения с горизонтальной выработкой. Рассмотрено развитие геомеханических процессов в соля-

ном массиве в окрестности сопряжения вертикального ствола, где крепь рассматривается как двухслойная среда: внутренний слой – бетон, внешний слой – компенсационный материал. Для этого применено решение задачи механики сплошной среды в пространственной постановке с учетом длительного деформирования солей и сжимаемости компенсационного слоя. Длительное деформирование соляных пород реализовано за счет введения в численную модель вязкопластической модели деформирования солей, а для моделирования деформирования компенсационного слоя принята модель уплотняемой пены. Такой подход в явном виде учитывает все стадии деформирования материала компенсационного слоя и развития длительных деформаций соляных пород, что позволяет повысить достоверность прогноза напряженно-деформированного состояния крепи вертикального ствола.

**Ковалев О.В., Мозер С.П.** Направления повышения эффективности размещения отходов в горных выработках соляных месторождений // *Записки Горного института*. 2014. Т. 207. С. 50-54. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/5379>



**Аннотация.** Рассмотрены основные аспекты размещения отходов в подземном пространстве. Проанализированы ключевые проблемы изоляции отходов в выработках соляных месторождений. Предложена технология размещения отходов, основанная на использовании для иммобилизации отходов природных минеральных солей.

**Барях А.А., Асанов В.А., Санфиоров И.А.** Методика контроля устойчивости соляных междуканальных целиков // *Записки Горного института*. 2012. Т. 198. С. 186-190. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/5940>



**Аннотация.** Исследование особенностей деформирования и разрушения соляных пород при отработке калийных пластов позволило реализовать методику оценки состояния грузонесущих элементов камерной системы разработки, которая заключается в инструментальном контроле целиков комплексом геофизических и прямых методов с последующим прогнозом остаточного срока службы целиков методами математического моделирования.

**Мозер С.П., Ковалев О.В., Тхориков И.Ю.** Использование выработанных пространств соляных месторождений России для хранения радиоактивных отходов // *Записки Горного института*. 2011. Т. 190. С. 105-107. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/6433>



**Аннотация.** Рост потребления энергии в мире вызывает потребность в увеличении мощностей имеющихся ядерных станций и строительстве новых. Радиоактивные отходы, получаемые при производстве электроэнергии, требуют высоконадежного захоронения. Одним из наиболее перспективных типов хранилищ являются подземные выработки в галогенных образованиях, создаваемые шахтным способом или подземным растворением через скважины с поверхности. Предложен новый подход к хранению и захоронению радиоактивных отходов в галогенных образованиях.

**Беспалов Л.А., Господариков А.П.** Об одном варианте метода граничных элементов при расчете параметров опорного давления применительно к угольным и соляным месторождениям // *Записки Горного института*. 2010. Т. 187. С. 11-15. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/6616>



**Аннотация.** Произведен анализ распределения напряжений в окрестностях выработок применительно к месторождениям угля и калийных солей. В качестве инструмента исследований использовался непрямой вариант метода граничных элементов.

**Сиренко Ю.Г., Бровко А.В., Санковский А.А.** Исследование выбросоопасности соляных пород на основе измерения их объемной усадки при растворении // *Записки Горного института*. 2010. Т. 186. С. 75-78. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/6713>



**Аннотация.** Работа посвящена исследованию выбросоопасности соляных пород на основе измерения их объемной усадки. Предложена конструктивная схема прибора для эффективного измерения объема микровключенного газа в породе. На основе этих измерений выявлен критерий выбросоопасности.

**Лыткина А.Ю.** Исследование закономерностей изменения прочности соляных пород от условий залегания // *Записки Горного института*. 2009. Т. 181. С. 43-45. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/7022>



**Аннотация.** Опыт горных работ свидетельствует, что геологическое строение и химический состав соляных пород оказывают существенное влияние на их механические свойства. В работе предпринята попытка использования данных по геологическому строению и химическому составу продуктивных пластов для прогноза их механических характеристик. Основная идея работы заключается в нахождении статистических связей между основными механическими показателями и параметрами геологического строения и химического состава с последующим построением корреляционных уравнений для прогноза механических свойств на перспективных участках, планируемых к разработке.

*Господариков А.П., Беспалов Л.А., Зацепин М.А. Об одном алгоритме расчета напряженного состояния кровли соляных пластов с учетом оптимального выбора параметров технологических схем // Записки Горного института. 2006. Т. 167. № 1. С. 254-259. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/8124>*



**Аннотация.** Проектирование и строительство подземных горных выработок, добыча полезных ископаемых, сооружение подземных объектов на больших глубинах и в сложных горно-геологических условиях тесно связаны с анализом напряженно-деформированного состояния (НДС) массивов горных пород. Для определения НДС массива в горной геомеханике используют данные инженерной геологии и геофизики, применяются результаты экспериментальных исследований, а также различные аналитические и численные методы механики сплошных (дискретных) сред.



*Коллекция образцов соли 1-го Калийного Комбината Союзкалия. Подарена горняками А.П. Герману в день его юбилея. 1934 год. Из коллекции Горного музея*

## Устойчивые геотехнологии и эффективная дегазация

*В связи с наращиванием темпов производства в российской угольной промышленности дегазация угольных шахт становится необходимым технологическим процессом.*

*При освоении газоносных угольных пластов газообильность выработок является одним из основных факторов, влияющих на скорость проведения работ и безопасность условий труда. Система поддержания метановой безопасности включает в себя, помимо вскрытия и подготовки месторождения, его разработки и вентиляции, такие обязательные элементы, как пылеподавление и мониторинг производственной среды. Дополнительные меры по извлечению метана приводят к повышению производительности предприятия.*

*Непша Ф.С., Воронин В.А., Ливен А.С., Корнеев А.С. Оценка целесообразности применения когенерационных установок на угольных шахтах Кузбасса // Записки Горного института. 2023. Т. 259. С. 141-150. DOI: 10.31897/PMI.2023.2*



**Аннотация.** Рассматривается проблема снижения эмиссии парниковых газов в процессе угледобычи при утилизации шахтного метана в системах электрообеспечения угольных шахт. Представлен алгоритм по формированию рекомендаций по внедрению распределенной генерации на шахтном метане. Для одной из угольных шахт Кузбасса разработана имитационная модель в программно-вычислительном комплексе PowerFactory, учитывающая неравномерный характер электропотребления горно-шахтного оборудования. В результате моделирования определены суточные профили электропотребления и уровни напряжения в системе электроснабжения до и после внедрения предлагаемых мероприятий. На основании полученных результатов оценивался технико-экономический эффект, заключающийся в снижении прямого и косвенного углеродного следа, платы за электроэнергию и мощность. Установлено, что стоимость

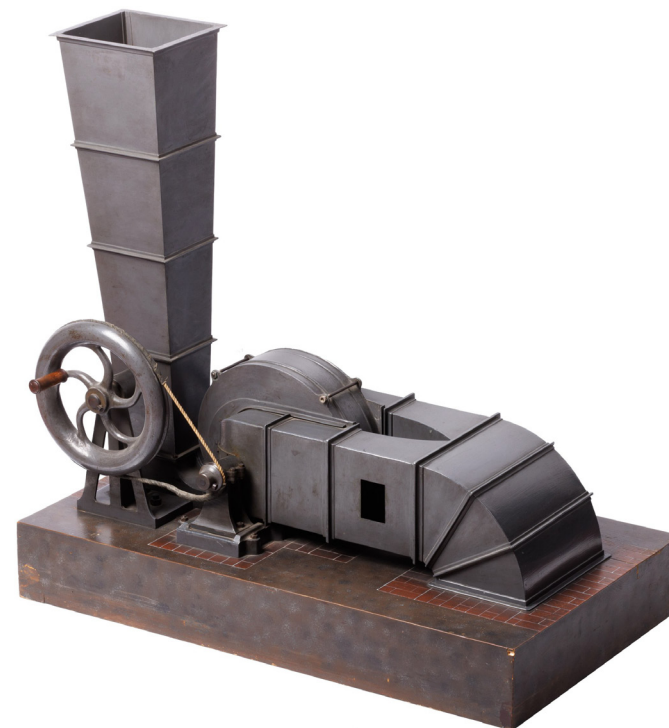


квот на выбросы углекислого газа значительно влияет на инвестиционную привлекательность проектов когенерации. На основании полученных результатов предложены рекомендации по стимулированию развития малой генерации на угольных шахтах.

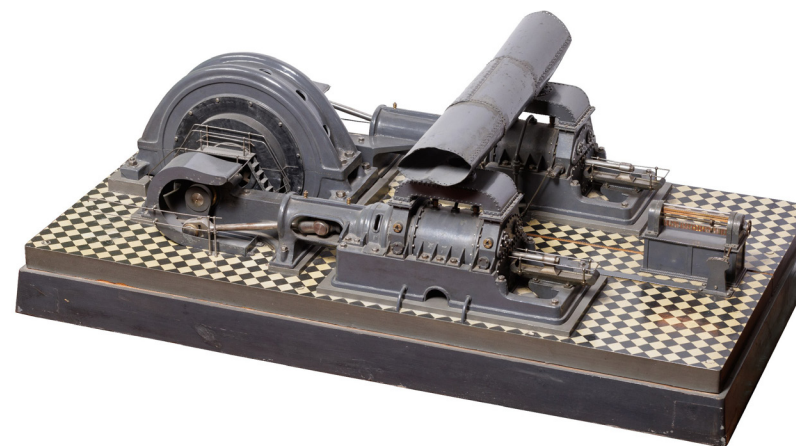
*Хоссейни А., Наджафи М., Моршеди А.Х. Определение подходящего расстояния между скважинами дегазации метана на механизированной угольной шахте Табас (Иран) на основе теоретических расчетов и полевых исследований // Записки Горного института. 2022. Т. 258. С. 1050-1060. DOI: 10.31897/PMI.2022.106*



**Аннотация.** При подземных горных работах выделяется большое количество газа, поэтому производительность горных работ снижается, а риски возрастают. Эффективное удаление метана из угольного пласта и окружающих пород в подземные выработки не только повышает безопасность, но и улучшает производительность. Дегазация угольного метана должна выполняться, когда вентиляционный воздух не может разбавить выбросы метана в шахте до уровня ниже допустимых пределов. Одним из методов дегазации метана является использование скважин вкрест простирания трещиноватости, заключающийся в бурении скважин от проходческого забоя до ненапряженной зоны в толще кровли или подошвы отработанного пласта. Это – основной метод, используемый на угольной шахте Табас № 1. Одним из эффективных параметров является расстояние между скважинами дегазации метана, которое напрямую влияет на длину скважин. Исследование основано на измерении содержания метана вентиляционных струй датчиками метана и анемометрами, размещенными на панели очистного забоя, а также на измерении количества дегазированного метана. Полученные и проанализированные данные были использованы для определения подходящего расстояния между скважинами дегазации угольного метана с использованием скважин вкрест простирания системы трещин. В полевых исследованиях были испытаны три схемы расположения скважин с разным расстоянием между кустами скважин на панели Е4 угольной шахты Табас № 1. Сравнивалось количество газа, отводимого по этим схемам. Наибольшая эффективность дегазации метана достигается при расстоянии 9-12 м между скважинами дегазации угольного метана.



*Модель рудничного вентилятора модели СЭР.  
Из коллекции Горного музея*



*Модель двоящей воздуходувной машины с электродвигателем.  
Из коллекции Горного музея*

**Каледина Н.О., Малашикина В.А. Индикаторная оценка надежности функционирования шахтных вентиляционно-дегазационных систем // Записки Горного института. 2021. Т. 250. С. 553-561. DOI: 10.31897/PMI.2021.4.8**



**Аннотация.** Управление газовыделением в шахтах осуществляется вентиляционно-дегазационными системами, которые обеспечивают аэрологическую безопасность шахт или минимизируют аэрологические риски. Система вентиляции шахты и отдельных ее участков включает значительное число технических устройств и оборудования, а воздуховодами являются преимущественно горные выработки, состояние которых определяет качество вентиляционной сети (ее пропускную способность) и зависит от ряда горнотехнических факторов. Аналогичным образом одними из важнейших элементов дегазационной системы, включающей свою цепочку технологического оборудования, являются скважины, а в ряде случаев и горные выработки. Таким образом, шахтные системы вентиляции и дегазации нельзя отнести к чисто техническим системам, так как они включают горнотехнические элементы, характеризующиеся высокой изменчивостью определяющих параметров. Для оценки их надежности приходится использовать различные комбинированные методы, включающие дополнительные характеристики применительно к горной составляющей. При этом надежность технических устройств, обеспечивающих функционирование шахтных вентиляционно-дегазационных систем, в значительной степени определяет эффективность (устойчивость и надежность) работы этих систем и, следовательно, влияет на уровень аэрологических рисков. Описанный подход к оценке надежности вентиляционно-дегазационных систем угольных шахт при анализе аэрологических рисков базируется на разработанной системе индикаторов риска по фактору метана и позволит определять динамику риска в автоматическом режиме на основе контроля параметров состояния вентиляционно-дегазационной системы.

**Джиоева А.К., Бригида В.С. Пространственная нелинейность динамики метановыделения в подземных скважинах для устойчивого развития геотехнологий // Записки Горного института. 2020. Т. 245. С. 522-530. DOI: 10.31897/PMI.2020.5.3**



**Аннотация.** Статья посвящена проблеме повышения энергоэффективности утилизации шахтного метана для обеспечения устойчивого развития геотехнологий в рамках перехода к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике. Ее актуальность обусловлена тем, что

антропогенное влияние эмиссии шахтного метана на глобальные процессы изменения климата в 21 раз превышает действие диоксида углерода. Свиты газоносных угольных пластов и вмещающих пород следует относить к техногенным углегазовым месторождениям, а извлекаемый из них газ – к альтернативным энергоресурсам. Существующие подходы и методы борьбы с шахтным метаном нуждаются в совершенствовании, поскольку в современной концепции «шахта – лава» не полностью учитываются пространственно-временные особенности развития очистных работ. Поэтому вопросы, связанные с ним, являются актуальными для большинства областей знаний, а особенно для экологизации добычи угля. Целью статьи является выявление закономерностей, описывающих нелинейный характер динамики метановыделения в подземных скважинах для обеспечения устойчивого развития геотехнологий, за счет повышения качества отводимой метановоздушной смеси. Впервые при пространственно-временном исследовании (в плоскости  $CH_4$ -S) динамики концентрации метана, согласно планируемому подходу, вводят параметр удаления от лавы (L), что позволяет сформировать пространство функции исследуемого процесса ( $CH_4$  от S-L). Результаты шахтных замеров обрабатывались методом локальной полиномиальной регрессии (LOESS). Исследование основано на использовании нелинейности изменений концентрации метана в подземных скважинах и особенностей их реализации для осуществления вакуумирования в максимально продуктивных зонах подрабатываемого массива с целью обеспечения безопасного аэрогазового режима выемочного участка при интенсивной отработке глубокозалегающих газоносных пластов. Установление закономерностей влияния ситуационных геомеханических условий отработки запасов на инициирование трансформации метастабильного газозольного раствора и генезис волновых процессов в углепородном массиве позволит повысить надежность прогнозирования динамики метановыделения, а также управляемость технологическими процессами горного производства. В приведенных результатах показано, что отработка высокометаносных пластов Донбасса сопряжена с недостаточной надежностью работы дегазационной сети в более чем 40 м позади забоя лавы. Полученные результаты подтверждают рабочую гипотезу о наличии пространственной миграции волн концентрации метана в подземных дегазационных скважинах. Необходимо продолжить исследования в области определения углов отклонений границы зоны «опережающей трещиноватости» от направления линии очистного забоя. Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности их использования при разработке научных основ трехмерной дегазации техногенного углеметанового коллектора с учетом пространственно-временного развития очистных работ.

*Смирняков В.В., Фьен Н.М. Обоснование методики аэрологической оценки метаноопасности при проведении подготовительных выработок на шахтах Вьетнама // Записки Горного института. 2018. Т. 230. С. 197-203. DOI: 10.25515/PMI.2018.2.197*



**Аннотация.** В статье предложены методы оценки аэрологической обстановки с учетом наличия мест потенциально возможных скоплений взрывоопасных газов при проведении подготовительных выработок, выполняемой с целью нормализация условий ведения горных работ.

Для повышения безопасности подготовительной выработки по газовому фактору разработана ее комплексная оценка согласно динамике метано-выделения и распределению воздуха по длине выработки, наибольшее влияние на которое оказывает характер утечек из трубопровода. При этом необходимо совершенствование методики расчета проветривания подготовительной выработки, заключающееся в учете общего аэродинамического сопротивления работе вентилятора местного проветривания, в состав которого входят дополнительные местные сопротивления участков выработки. Целочисленное моделирование программным комплексом FLOW Vision движения газоздушных потоков позволяет оценить изменение концентрации метана в зонах местных скоплений.

*Пейч Л.М., Торрент Х.Г., Аньез Н.Ф., Эскобар Х.-М.М. Предотвращение распространения взрывов метана и пыли в угольных шахтах // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 307-312. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.307*



**Аннотация.** За прошедший век в угольной промышленности произошло большое количество взрывов с многочисленными жертвами. Целью данного исследования является изучение методов предотвращения распространения взрывов метана и угольной пыли при помощи пассивных водных заслонов и возможность их применения на угольных шахтах Испании.

Описаны физические и химические свойства, а также условия воспламеняемости и взрываемости пыли угольных пластов Испании. Статья написана на основе стандарта EN-14591-2:2007, содержит требования к поперечному сечению горизонтальных выработок, параметрам крутопадающих пластов, особенности применения ВВ. Показана целесообразность требований стандарта для большинства штреков шахт Испании с учетом их длины и площади поперечного сечения, а также наличия различных препятствий в виде электровозов, конвейерных лент, вентиляционных сооружений и т.д.



*Лампа Ивана Томаса.  
Из коллекции Горного музея*



**Алабьев В.Р., Коришунов Г.И. Обеспечение безопасности при обогреве воздухоподающих стволов угольных шахт газовыми теплогенераторами с использованием дегазационного метана // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 346-353. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.346**



**Аннотация.** Рассмотрена новая технологическая схема обогрева воздухоподающих стволов угольных шахт Украины с использованием теплогенераторов (воздухонагревателей) смесительного типа и непрямого действия. Выполнено ее сравнение с традиционными схемами обогрева стволов и указаны присущие им недостатки. Показано, что применение новой технологической схемы обогрева позволит отказаться от строительства таких структурных элементов, как котельные и теплотрассы, и приобретения металлоемких калориферов. Все это значительно сократит капитальные и эксплуатационные затраты на строительство и эксплуатацию при существенном снижении сроков ввода отопительных систем в действие. Рассмотрен пример компоновки калориферной установки для обогрева воздухоподающего ствола шахты «Щегловская-Глубокая» шахтоуправления «Донбасс» с использованием теплогенераторов смесительного типа. Приведена схема размещения датчиков контроля параметров вентиляционной струи с учетом поступления вредных продуктов сгорания метановоздушной смеси в каналах калориферной установки. Указаны параметры системы автоматизации, обеспечивающей защиту теплогенераторов от работы в аварийных режимах. Отмечены недостатки теплогенераторов смесительного типа, ограничивающие их применение в Российской Федерации. Наряду с теплогенераторами смесительного типа рассмотрен принцип действия теплогенератора непрямого действия, наиболее полно отвечающего требованиям российского законодательства по его использованию в условиях угольных шахт. Приведена принципиальная схема компоновки калориферной установки с использованием такого теплогенератора. Показано, что после разработки нормативной документации, регламентирующей порядок проектирования, строительства и эксплуатации калориферных установок с использованием теплогенераторов непрямого действия, их применение на шахтах России станет возможным без нарушения требований Правил безопасности.

**Коришунов Г.И., Исаков Р.Р. Профессиональная заболеваемость и травматизм на угольных предприятиях // Записки Горного института. 2009. Т. 180. С. 25-26. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/7085>**



**Аннотация.** Представлены данные о заболеваемости и травматизме на угольных предприятиях. Выявлены профессии и возраст работников, наиболее подверженных заболеваниям.

**Говор Р.А. Технологические и технические решения по профилактике и тушению эндогенных пожаров на шахтах ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» // Записки Горного института. 2006. Т. 167. № 2. С. 89-92. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/7967>**



**Аннотация.** Риск возникновения эндогенных пожаров на шахтах Южного Кузбасса, разрабатывающих в основном пласты угля, склонные к самовозгоранию, достаточно высок. Возникновение подземных пожаров приводит к значительным материальным потерям, как прямым, так и на проведение аварийно-спасательных работ. Приведены данные об объемах добычи из мощных пластов на шахтах ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» и о количестве эндогенных пожаров за последние годы. Предложена комплексная система мер по профилактике и тушению эндогенных пожаров на стадии проектирования, разработки паспорта выемочного участка, отработки и изоляции выработанного пространства. Применение системы позволит существенно снизить риск возникновения самовозгорания угля, обеспечить безопасность отработки пластов угля, склонных к самовозгоранию, и существенно сократить материальные потери, связанные с тушением эндогенных пожаров.

**Винокуров В.А. Вопросы промышленной безопасности и комплексного использования недр в ОАО «Красноярсккрайуголь» // Записки Горного института. 2005. Т. 164. С. 58-60. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/8313>**



**Аннотация.** Рассматривается деятельность ОАО «Красноярсккрайуголь», касающаяся комплексного использования углей для попутного извлечения редких металлов, получения полукокса, брикетов и другой продукции. Освещены меры по реализации положений федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

*Джигрин А.В., Горлов А.Ю. Риск-анализ и предупреждение аварийных ситуаций, связанных со взрывом метана и угольной пыли в шахтах // Записки Горного института. 2006. Т. 168. № 3. С. 94-96. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/7918>*



**Аннотация.** Для угольной промышленности России вопросы разработки риск-анализа аварийных ситуаций, вызываемых взрывом метана и угольной пыли в шахтах, являются чрезвычайно актуальными. Технико-экономические исследования позволили предложить для классификационной оценки чрезвычайной ситуации коэффициент тяжести последствий аварий, учитывающий объем распространения взрыва, экономический ущерб от уничтожения основных фондов и потери добычи, а также тяжесть травматизма рабочего персонала.

*Трофимов А.Ю., Ярагин А.А. Влияние горного давления на газовый фактор выбросоопасности соляных пород в зонах геологических нарушений // Записки Горного института. 1980. Т. 82. С. 129-132. <https://pmi.spmi.ru/index.php/pmi/article/view/11020>*



**Аннотация.** Одним из основных факторов выбросоопасности соли и газа является газовый. Как установлено в работе, это относится и к выбросам, происходящим из зон локальных геологических нарушений, встречаемых при отработке третьего калийного горизонта Старобинского месторождения.

Научное издание

## ДЕНЬ ШАХТЕРА

Дайджест

ЗАПИСКИ ГОРНОГО ИНСТИТУТА

№ 12 • 2024

Ответственный за выпуск *С.В. Синявина*

Составитель *П.В. Котова*

Компьютерная верстка *С.А. Лысенко*

Фотографии предоставлены Горным музеем  
(фотограф *П.В. Долганов*)

Издательский дом  
Санкт-Петербургского горного университета  
императрицы Екатерины II  
<https://pmi.spmi.ru>

Горный музей  
<https://museum.spmi.ru>



Запрос на составление дайджеста по интересующей тематике  
можно направлять на [pmi@spmi.ru](mailto:pmi@spmi.ru)