

Научный журнал

# ВЕСТНИК

Сибирского  
государственного  
индустриального  
университета

№ 3 (25), 2018

Основан в 2012 году  
Выходит 4 раза в год

## Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

## Редакционная коллегия

М.В. Темлянецв  
(главный редактор)

А.В. Новичихин  
(отв. секретарь)

П.П. Баранов

Е.П. Волынкина

Г.В. Галевский

В.Ф. Горюшкин

В.Е. Громов

Л.Т. Дворников

Жан-Мари Дрезет

Стефан Золотарефф

Пенг Као

С.В. Коновалов

С.М. Кулаков

А.Г. Никитин

Е.Г. Оршанская

Т.В. Петрова

Е.В. Протопопов

В.И. Пантелеев

Арвинд Сингх

А.Ю. Столбошкин

И.А. Султангузин

А.В. Феоктистов

В.Н. Фрянов

В.П. Цымбал

Си Чжан Чен

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГОРНОЕ ДЕЛО И ГЕОТЕХНОЛОГИИ

**Волошин В.А., Риб С.В., Володина А.В., Фрянов В.Н., Гутак Я.М., Чаплыгин В.В.** Институт горного дела и геосистем. Путь длиной в 70 лет.....3

**Гутак Я.М., Капралова Т.П., Шипилова А.М.** Геологическое образование в СибГИУ (к юбилею института горного дела и геосистем и кафедры геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности).....15

**Домрачев А.Н., Риб С.В.** Разработка междисциплинарных компьютерных лабораторных работ как основа массового внедрения обучающе-тестирующих систем по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» .....18

**Гутак Я.М., Рубан Д.А.** Уровень моря в палеозое в свете информации о региональных перерывах каменноугольного периода.....21

**Ширяев С.Н., Агеев П.Г., Черепов А.А., Петрова О.А., Фрянов В.Н.** Обоснование направлений развития способов и средств дегазации угольных шахт .....28

**Лобанова Т.В.** Диагностика деформирования стволов Таштагольского рудника для прогнозной оценки их безопасной эксплуатации при подработке.....32

**Ширяев С.Н., Никитина А.М., Дадынский Р.А.** Применение современных методов дегазации при отработке пласта 48 в условиях филиала «Шахта «Ерунаковская-VIII»... ..41

**Русанов Г.Г., Тетерина И.И.** Сапропели высокогорной Тархатинской котловины Юго-Восточного Алтая.....47

**Ремизов А.В., Чаплыгин В.В.** Обеспечение безопасных условий труда на угольных разрезах.....50

**Ларин М.К.** Анализ способов и средств прогноза и предотвращения внезапных выбросов угля и газа на угольных шахтах...54

### МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

**Шугаев О.В., Воскресенская Т.П.** Оценка влияния водородных генераторов энергии на технико-экономические показатели работы тяговых агрегатов в условиях угольного разреза.....58

**Рефераты.....66**

**К сведению авторов.....72**

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:  
**ПИ № ФС77-52991** от 01.03.2013 г.

**Адрес редакции:**

654007, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский государственный индустриальный университет  
каб. 433 М  
тел. 8-3843-74-86-28  
http: [www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)  
e-mail: [vestnicsibgiu@sibsiu.ru](mailto:vestnicsibgiu@sibsiu.ru)

**Адрес издателя:**

654007, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский государственный индустриальный университет  
каб. 336 Г  
тел. 8-3843-46-35-02  
e-mail: [rector@sibsiu.ru](mailto:rector@sibsiu.ru)

**Адрес типографии:**

654007, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский государственный индустриальный университет  
каб. 280 Г  
тел. 8-3843-46-44-02

**Подписные индексы:**

Объединенный каталог «Пресса России» – 41270

Подписано в печать

28.09.2018 г.

Выход в свет

28.09.2018 г.

Формат бумаги 60×88 1/8.

Бумага писчая.

Печать офсетная.

Усл.печ.л. 4,5.

Уч.-изд.л. 4,9.

Тираж 300 экз.

Заказ № 274.

Цена свободная.

*В.А. Волошин, С.В. Риб, А.В. Володина, В.Н. Фрянов, Я.М. Гутак, В.В. Чаплыгин*  
Сибирский государственный индустриальный университет

## ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА И ГЕОСИСТЕМ. ПУТЬ ДЛИНОЙ В 70 ЛЕТ

В 1948 г. на базе Сибирского металлургического института в целях подготовки инженерных кадров для действующих и строящихся горнодобывающих предприятий Западной Сибири и особенно Юга Кузбасса был открыт горный факультет (в настоящее время – Институт горного дела и геосистем – ИГДиГ). Его развитие неразрывно связано с историей Сибирского металлургического института. Основу факультета составили кафедры: «Разработка месторождений полезных ископаемых» (РаМПИ), «Геология» и «Горная электромеханика». Первый выпуск специалистов горного факультета Сибирского металлургического института состоялся в 1952 г.

Первым деканом горного факультета был горный директор 2 ранга Николай Гаврилович Михайлов. Деканами горного факультета в разные годы были такие яркие личности, как С.Н. Белосусов, М.Н. Дедюкин, М.Ш. Гарипов, А.П. Дубок, Г.А. Карпов, Н.Г. Бабаев, В.П. Лавцевич, В.В. Губин, Л.Д. Осипов, Ш.В. Гумиров, И.В. Машуков, Я.М. Гутак. 20 лет (с 1987 по 2008 гг.) горный факультет возглавлял В.П. Дмитрин. С 2017 г. директором ИГДиГ является к.т.н., доцент В.А. Волошин, выпускник горного факультета.

Сегодня в состав ИГДиГ входят следующие кафедры:

- кафедра геотехнологии;
- кафедра открытых горных работ и электромеханики (ОГРиЭ);
- кафедра геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности (ГГиБЖД).

Главным достижением работы горного факультета, безусловно, являются его выпускники. За 70 лет своего существования факультетом подготовлено для народного хозяйства более 12000 специалистов горного профиля, в том числе: горных инженеров-технологов (рударей, подземщиков, открытчиков), горных инженеров-электромехаников, горных инженеров-механиков, горных инженеров-взрывников, горных инженеров-обогащителей, горных инженеров-геологов. Дипломы с отличием получили более 500 выпускников горного факультета.

Трудно найти хотя бы одно предприятие в Западной Сибири и особенно в Кузбассе, где бы не работали выпускники горного факультета.

Они – главная инженерная составляющая угольных предприятий Южного Кузбасса и предприятий горнорудного профиля.

Многие из выпускников горфака являются сегодня крупными хозяйственными руководителями, стали известными учеными и политическими деятелями. Наши выпускники успешно трудятся в научно-исследовательских и учебных организациях России.

Подавляющее большинство преподавателей выпускающих кафедр представлено выпускниками нашего университета и горного института.

Сегодня Институт горного дела и геосистем (ИГДиГ) готовит специалистов по следующим специальностям: 21.05.04 – Горное дело (специализации «Подземная разработка пластовых месторождений», «Открытые горные работы», «Горные машины и оборудование», «Обогащение полезных ископаемых», «Взрывное дело», «Электрификация и автоматизация горного производства», «Горно-промышленная экология»); 21.05.02 – Прикладная геология (специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых»). С 2014 г. на кафедре геотехнологии ведется подготовка горных техников-технологов по программе среднего профессионального образования 21.02.17 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых». Осуществляется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению подготовки 21.06.01 – «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых».

В настоящее время учебно-воспитательной работой в институте занято 56 преподавателей, в том числе: 7 профессоров, докторов наук и 30 доцентов, кандидатов наук.

При активной поддержке администрации университета, профессора, д.т.н. Е.В. Протопопова – ректора СибГИУ, спонсоров производственных предприятий материально-техническое обеспечение института находится на высоком уровне и включает 11 специализированных лабораторий, 5 компьютерных классов, 16 специализированных предметных аудиторий (в том числе 5 аудиторий с мультимедийным оборудованием), класс моделей горных машин, геологический музей.

Большинство преподавателей имеют опыт работы в вузе более 15 лет. Все преподаватели проходят повышения квалификации в таких формах, как: стажировка на предприятиях, участие в Российских и Международных конференциях, окончание различных курсов в области проектной деятельности и информационно-коммуникационных технологий.

У Института горного дела и геосистем налажена тесная связь с производителями, которые активно участвуют в учебном процессе в качестве членов государственных аттестационных комиссий, рецензентов выпускных квалификационных работ и лекторов по специальным дисциплинам.

Ведется воспитательная работа с обучающимися: обязательное курирование обучающихся 1 и 2 курсов, встречи заведующих кафедрами с обучающимися и их родителями, приглашение обучающихся-задолжников на заседания кафедр.

Важную роль в воспитательном процессе играет студенческое самоуправление. В ИГДиГ активно работает студенческий совет. Для формирования позитивного настроения к учебе и студенческой жизни студсовет ИГДиГ проводит непрерывную работу с первокурсниками, вовлекая их во внеучебную работу. Многие годы «на высоте» находится студенческая самодеятельность, радуют и спортивные достижения студентов института.

Активно ведется научно-исследовательская работа обучающихся (НИРС) на современной лабораторной и компьютерной базе. Эта работа проводится на всех кафедрах института. Результаты НИРС докладываются на конференциях, и лучшие из работ публикуются в сборниках научных трудов. Достижения обучающихся ИГДиГ отмечены многочисленными наградами областного и всероссийского уровня.

Институтом горного дела и геосистем заключен договор о стратегическом партнерстве с Федеральным государственным казенным учреждением дополнительного профессионального образования «Национальный аэромобильный спасательный учебно-тренировочный центр подготовки горноспасателей и шахтеров» (ФГКУ «Национальный горноспасательный центр»). В процессе реализации этого договора проводились ознакомительные практики для обучающихся первого курса и занятия с обучающимися 4 курса с использованием трехмерной виртуальной среды отработки действий в аварийных ситуациях «Специализированная система подготовки горноспасателей и шахтеров» (ССПШ), а также лекции и семинары с привлечением сотрудников кафедры геотехнологии в рамках программ повышения квалификации работников ВГСЧ МЧС России. В дальнейшем

планируется не только продолжить сотрудничество в уже сложившихся формах, но и расширить привлечение преподавателей кафедры геотехнологии к выполнению НИР в рамках реализации плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ МЧС России.

### ***1. Подготовка горных инженеров-технологов для работы в подземных условиях: угольщиков и рударей.***

История создания и развития системы подготовки горных инженеров технологов на **кафедре геотехнологии** в СибГИУ включает следующие этапы: открытие кафедры разработки месторождений полезных ископаемых (РаМПИ) и организация первого набора студентов в 1948 г.; формирование кафедры подземной добычи угля гидравлическим способом (кафедра гидродобычи) в 1955 г.; переименование кафедры гидродобычи в кафедру разработки пластовых месторождений в 1986 г.; организация кафедры геотехнологии в 2014 г. путем присоединения кафедры разработки рудных месторождений.

Первым заведующим кафедрой РаМПИ был доцент, к.т.н. Белоусов С.Н.

Заведующими кафедрой гидродобычи последовательно работали профессор, доктор технических наук В.С. Мучник, Б.А. Теодорович, В.Н. Фрянов. С 1984 года по настоящее время подготовкой горных инженеров-технологов руководит В.Н. Фрянов, действительный член Российской академии естественных наук и Академии инженерных наук, Почетный работник угольной промышленности, Заслуженный работник высшей школы, Почетный профессор Кузбасса, награжден Медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени.

За время существования кафедры подготовлено значительное количество горных инженеров, многие из которых стали известными руководителями предприятий, учеными и политическими деятелями, которые внесли значительный вклад в горную промышленность, создание учебной и лабораторной базы СибГИУ.

За 70-летний период обучения горных инженеров-технологов подготовлено более 8 000 высококвалифицированных специалистов для угольных шахт и рудников. Горные инженеры обеспечивают проведение научных исследований, проектирование горнодобывающих предприятий, добычу полезных ископаемых.

Существенный вклад в развитие горнодобывающей промышленности Кузбасса и России внесли многие выпускники кафедры геотехнологии, в том числе: А.Н. Говор, Р.А. Говор, А.Е. Гонтов, С.А. Гусаков, П.П. Дочев, А.А. Ерёмченко, М.А. Корбашов, А.И. Копытов, В.Н. Наумкин, С.И. Неверов, С.Р. Ногих, А.И. Петров,



Рис. 1. Компьютерный класс кафедры геотехнологии

В.В. Табачников, С.Р. Франк, А.А. Черепов, Н.И. Шатилов, С.Н. Ширяев и др. Выпускники кафедры активно помогают совершенствовать учебный процесс посредством организации практик обучающихся, оснащения лабораторий техническими и информационными средствами, методической литературой, проведением профессиональных консультаций. Например, выпускник кафедры Н.И. Шатилов, будучи председателем Совета народных депутатов Кемеровской области, помог отремонтировать и оснастить современным оборудованием именную аудиторию.

В настоящее время кафедра геотехнологии осуществляет подготовку горных инженеров – специалистов по специальности 21.05.04 «Горное дело», специализация «Подземная разработка пластовых месторождений» по следующим формам обучения: очная, заочная, очно-заочная; кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению подготовки 21.06.01: Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, направленность «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)», по очной и заочной формам обучения; горных техников-технологов по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» с нормативным сроком освоения образовательной программы 2 года 10 месяцев по очной форме обучения.

Учебный процесс обеспечивают квалифицированные преподаватели и инженеры, в том числе: В.Н. Фрянов, А.Н. Домрачев, А.В. Володина, В.А. Волошин, Ю.М. Говорухин, М.Г. Коряга, В.И. Любогощев, А.М. Никитина, О.А. Петрова, А.В. Чубриков, Д.М. Борзых, М.К. Ларин, С.В. Риб, Ю.И. Чижик, В.О. Шеховцова, П.А. Корнеев, Г.В. Столяр.

В настоящее время по всем формам подготовки на кафедре обучаются более 800 человек.

При непосредственной поддержке руководства Университета материальное оснащение кафедры представлено современным аудиторным



Рис. 2. Защита выпускной квалификационной работы

фондом, современными аудио-видео средствами, лабораторной базой, компьютерным классом, количественный и качественный состав профессорско-преподавательского состава полностью соответствует требованиям Федерального образовательного стандарта.

На рис. 1 представлен компьютерный класс, в котором обучающиеся осваивают современные цифровые технологии построения цифровых моделей угольных месторождений, проектирование схем вскрытия, подготовки и отработки угольных пластов в пределах горного отвода или всего месторождения

Защита выпускных квалификационных работ осуществляется на заседании ГЭК (рис. 2), в состав которых включены представители производства. Результаты защиты объявляются председателем ГЭК (рис. 3).

На кафедре геотехнологии создана и успешно функционирует научная школа «Создание интенсивных нетрадиционных информационно-материальных технологий добычи и переработки минерального сырья». Основы научной школы были заложены д.т.н., профессором В.С. Мучником в 1955 г. В рамках научной школы В.С. Мучника были созданы теоретические основы проектирования



Рис. 3. Поздравления выпускников после защиты выпускных квалификационных работ

гидрошахт, разработаны и реализованы проекты строительства гидрошахт в Кузнецком, Донецком и Карагандинском угольных бассейнах. В создание и развитие технологии подземной угледобычи в рамках научной школы большой вклад внесли: В.С. Мучник, Б.А. Теодорович, В.П. Лавцевич, Э.Б. Голланд, Б.М. Гохман, А.Е. Гонтов, М.Ш. Гарипов, Ф.П. Бублик, Г.И. Жабин, Б.Я. Лядовский, А.Н. Златицкий, В.Г. Ивановский, П.И. Хлебников, Ю.К. Власкин, А.П. Колесников, В.И. Любогощев, Г.В. Манжелевский, Б.П. Одинокоев, В.Р. Сальников, А.Я. Семенихин, В.В. Сенкус, В.В. Соин, Б.М. Стефанюк, В.А. Татьков, Г.Т. Тютиков, В.Н. Фрянов, В.М. Хазов и др.

С учетом требований экономической ситуации в рамках научной школы в период до 2005 г. исследования проводились по следующим основным направлениям.

1. Разработка и внедрение новых элементов технологии подземной гидродобычи с подземным обогащением горной массы и выдачей на поверхность концентрата. По предложенной технологии отработаны выемочные участки на Бунгуро-Чумышском, Байдаевском, Кедровском месторождениях. По результатам исследований защитили докторские диссертации В.Н. Фрянов, А.А. Атрушкевич, В.А. Атрушкевич, О.А. Атрушкевич, кандидатские диссертации А.Я. Семенихин, В.И. Любогощев, Г.П. Манжелевский, Б.Я. Целлермаер, Вал.В. Сенкус, Вас.В. Сенкус и др.

2. Совершенствование и адаптация традиционной технологии угледобычи к сложным горно-геологическим и горнотехническим условиям. По результатам исследований защитили докторские диссертации: В.Г. Лаврик, С.Р. Ногих, Л.Д. Павлова, Н.И. Синкевич, А.Н. Домрачев, И.Ф. Матвеев В.А., Сухоруков; кандидатские диссертации: А.Е. Гонтов, Г.В. Манжелевский, А.В. Косилов, О.А. Утиралов, С.Г. Фомичёв, В.Г. Криволапов, К.Д. Лукин, Т.В. Петрова, И.В. Абрамова, Е.А. Чувелева, А.В. Чубриков, В.Р. Кривошеин, В.А. Волошин, В.В. Соин, М.М. Шипулин, П.П. Дочев, А.В. Севостьянов, С.В. Шенгерей, В.В. Сухоруков, Ю.В. Дубовик, Ю.А. Златицкая, А.М. Никитина, Л.В. Разумова, М.А. Корбашов, О.А. Петрова, Ю.М. Говорухин, И.А. Поздеев, Ю.Д. Приступа и др.

Кадры высшей квалификации готовились по схеме студент → магистр → аспирант → докторант. Подготовка и защита диссертаций осуществлялась в диссертационных советах Института угля и углехимии СО РАН, ИГД СО РАН, КузГТУ, ВостНИИ, СибГИУ по специальностям: 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»; 25.00.20 «Геомеханика, разру-

шение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»; 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»; 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В связи с создавшейся при переходе к рыночным условиям негативной ситуацией и необходимостью реализации «Энергетической программы России на период до 2020 года», согласно которой необходимо добыть 375 – 430 млн. т угля, а в Кузбассе – более 200 млн. т угля, программа научной школы переориентирована по следующим направлениям.

1. Разработка теоретических основ для создания роботизированной шахты с обоснованием технологических, геомеханических, газодинамических и организационных параметров угледобывающего предприятия. По этой тематике защищены кандидатские диссертации: А.В. Шураков (2003 г.), А.А. Иванов (2006 г.), Е.С. Корнев (2016 г.). В настоящее время исследования продолжают В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова, А.Б. Цветков, О.А. Петрова, Е.С. Корнев, С.В. Риб, В.В. Басов и др.

2. Разработка адаптированной к условиям Кузбасса технологии отработки угольных месторождений комбинированным способом с использованием элементов открытой, подземной, гидравлической и нетрадиционной технологий. Защитили диссертации: докторскую А.Н. Домрачев (1996 г.); кандидатские: В.А. Сурков (1998 г.), А.Н. Говор (2000 г.), Ю.В. Степанов (2004 г.), Т.М. Кутцар (2007 г.). Исследования продолжают Д.М. Борзых, О.В. Ванякин, А.Н. Домрачев, С.В. Риб, В.В. Сенкус, В.Н. Фрянов, М.К. Ларин и др.

3. Создание научных и методических основ обеспечения промышленной безопасности посредством активной дегазации угольного массива, разработки методов прогноза предаварийной ситуации на угольных шахтах для профилактики взрывов метана, угольной пыли, воздушных ударов. Кандидатские диссертации защитили: И.В. Абрамова (1994 г.), М.И. Радиковский (1998 г.), С.В. Ясюченя (2005 г.), В.Г. Криволапов (2006 г.), В.Н. Наумкин (2006 г.), И.А. Поздеев (2018 г.). Исследования продолжают В.Н. Фрянов, А.Н. Домрачев, Ю.М. Говорухин, В.Г. Криволапов, В.А. Волошин, М.Г. Коряга, О.А. Петрова, А.А. Черепов, С.Н. Ширяев и др.

4. Математическое моделирование геомеханических и газодинамических процессов, происходящих в углепородном массиве под влиянием пространственно-временного расположения системы горных выработок. Диссертации защитили: докторскую Л.Д. Павлова (2007 г.); кандидатские Ю.В. Дубовик (2001 г.), А.В. Копеин (2001 г.), В.А. Волошин (2002 г.), Ю.А. Степа-

нов (2004 г.), Ю.А. Златицкая (2004 г.), А.М. Никитина (2006 г.), Л.В. Разумова (2007 г.). Исследования продолжают Л.Д. Павлова, А.Б. Цветков, В.Г. Криволапов, В.А. Волошин, С.В. Риб, В.В. Басов, и др.

5. Разработка стратегии управления социально-экономическими системами топливноэнергетического комплекса Кузбасса. Докторские диссертации: Т.В. Петрова (2005 г.), А.В. Новичихин (2017 г.); кандидатские диссертации: О.В. Дмитриева (2007 г.), Ю.Д. Приступа (2013 г.). Исследования продолжают В.Н. Фрянов, А.В. Новичихин, Л.Д. Павлова, Ю.Д. Приступа, А.А. Исаченко, С.В. Шишкина и др.

Проведение исследований по каждому направлению осуществляют студенты, аспиранты, докторанты и прикрепленные к СибГИУ соискатели.

Научно-исследовательская работа проводится в соответствии с планами НИР по грантам, хозяйственных работ и инициативных работ аспирантов и соискателей по темам диссертаций. В последние годы в связи с ограничением бюджетного финансирования научно-исследовательских работ на кафедре активизировались процессы по внедрению результатов исследований на угольных шахтах Кузбасса.

Основные результаты исследований опубликованы в 14 монографиях, 740 статьях ведущих научных изданий, учебных пособиях. Преподаватели кафедры и СибГИУ активно участвуют в организации и проведении Международной конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов», которая проводится в рамках выставки-ярмарки «Уголь России и Майнинг». Результаты исследований отмечаются на ярмарке призами, грамотами и медалями (рис. 4).



Рис. 4. Золотая медаль Международной выставки-ярмарки «Уголь России и Майнинг-2018»

В период руководства кафедрой разработки рудных месторождений (РРМ) доктором технических наук профессором В.С. Шеховцовым (с 1995 по 2013 гг.) работали: профессор, кандидат технических наук И.П. Гусев, доктор технических наук, профессор, академик академии горных наук Л.М. Цинкер; доценты, кандидаты технических наук В.Ф. Ведутин, В.А. Кропотов, В.К. Березин, Ю.К. Власкин, И.В. Машуков, Г.Н. Волченко, А.В. Володина, Н.Г. Волченко, С.М. Смирнов, И.И. Дмитриев, Т.П. Васильчиков; старшие преподаватели С.Ф. Чернов, Э.Н. Кузнецова.

За период с 1948 по 2013 гг. кафедрой РРМ подготовлено более 1600 горных инженеров, работающих на горных предприятиях Кузбасса и Хакасии, а также в других регионах России и странах ближнего зарубежья.

Выпускники кафедры РРМ трудятся как на производственных предприятиях, так и в сфере науки, проектного дела. Ряд выпускников защитили диссертации на соискание ученой степени кандидатов и докторов наук. Среди защитивших докторские диссертации: А.А. Еременко, А.И. Копытов, В.И. Тимофеев, Е.Г. Фурсов, Л.М. Цинкер, В.С. Шеховцов, Б.В. Шрепп; более 50 человек защитили кандидатские диссертации. Руководителями горнодобывающих предприятий и организаций в разное время являлись выпускники кафедры РРМ: В.М. Кирпиченко – зам. начальника технического отдела рудпрома; В.Г. Биншток – директор АО шахты «Зырянская»; В.В. Дорогунцов – генеральный директор АО «Шерегешское РУ»; С.Н. Жигун – директор Казского рудника ОАО КМК; В.П. Любкин – генеральный директор Антоновского рудоуправления; Г.Г. Монингер – генеральный директор Шерегешского РУ, генеральный директор Антоновского рудоуправления; Н.И. Скляр – директор Таштагольского рудника; И.Н. Солманов – директор АО «Краснокаменское управление»; А.В. Мозолев – генеральный директор АО «ВостНИГРИ»; В.А. Кудрявцев – главный инженер АО «Сибгипроруда»; Г.Н. Килин – главный инженер ОАО «Сибгипроруда»; В.А. Ереметов – директор Шерегешского РУ; А.И. Копытов – главный инженер шахты Шерегешского РУ, заместитель губернатора Кемеровской области; А.П. Гайдин – управляющий директор ОАО «Евразруда», кандидат технических наук; А.Ф. Мюнх – главный инженер ОАО «Евразруда»; Н.И. Шатилов – директор ОАО «Евразруда» по социальным вопросам; Н.И. Байбородов – директор Абаканского филиала ОАО «Евразруда»; Г.П. Ермак – директор Горно-Шорского филиала ОАО «Евразруда», кандидат технических наук; Г.Г. Монингер – генеральный дирек-

тор ООО «Темирский рудник»; Л.М. Цинкер – генеральный директор ОАО «ВостНИГРИ», доктор технических наук, профессор; В.В. Дорогунцов – глава муниципального образования «Шерегеш»; в настоящее время крупными руководителями являются Г.П. Ермак – начальник Управления по надзору в угольной промышленности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, кандидат технических наук; Д.Н. Распопин – генеральный директор АО «Институт по проектированию предприятий горнорудной промышленности «Сибгипроруда» и другие.

Перспективным этапом в развитии кафедры геотехнологии и направления подготовки специалистов и кадров высшей квалификации является переход от традиционной концепции подготовки специалиста как человека, владеющего определенной (фиксированной) суммой знаний и навыков, к компетентностному подходу, подразумевающему формирование у специалистов потенциала к самостоятельному обучению в рамках собственной и смежных специальностей, а также общему творческому развитию как работника и личности в соответствии с профессиональными функциями. Важными шагами в реализации этого направления являются создание методического обеспечения и организация контроля самостоятельной работы обучающихся на базе цифровых технологий при изучении профильных дисциплин в рамках специальности с расширением области исследований по направлениям развития угольной промышленности в России и за рубежом.

## **2. Подготовка горных инженеров-технологов для открытых горных работ.**

Созданию кафедры открытых горных работ предшествовала организация в 1996 г. секции «Открытых горных работ» при кафедре «Разработка рудных месторождений», которую возглавил к. т. н., профессор А.И. Федоренко.

2001 г. стал для кафедры открытых горных работ знаменательным – произошел первый выпуск горных инженеров-открытчиков, в этом же году кафедра стала самостоятельным структурным подразделением (приказ № 451 от 10.04.01), секция «Открытых горных работ» была преобразована в кафедру с одноименным названием.

Одними из первых преподавателей вновь образованной кафедры были доцент Б.П. Караваев – специалист с обширным производственным стажем в области разработки угольных месторождений открытым способом, д.т.н. В.А. Квочин – опытный исследователь в области геомеханики, А.И. Федоренко (зав. кафедрой 2001 – 2011 гг).

В последующие годы кафедра укрупнялась и развивалась, и вместе с кафедрой увеличивался и рос профессорско-преподавательский состав. Весомый вклад в воспитание специалистов в области разработки открытым способом внесли: д.т.н. Т.В. Лобанова – крупный специалист в области сдвига и деформаций породного массива, доцент А.В. Андреев – горняк с большим научным и производственным стажем, доцент Е.Д. Николаев – уникальный специалист в области карьерного транспорта, кандидат биологических наук И.С. Семина – специалист в области рекультивации, кандидат технических наук А.А. Стафеев.

В 2011 г. кафедру возглавил и по настоящее время осуществляет эффективное руководство кафедрой к.т.н., профессор, полный кавалер ордена «Шахтерская Слава» В.В. Чаплыгин – горняк с огромным опытом в области разработки угольных месторождений открытым способом.

Одними из приоритетных направлений научных исследований кафедры «Открытые горные работы» являются комплексное исследование полезных ископаемых и повышение безопасности буровзрывных работ на карьерах. В связи с этим для повышения эффективности научной работы и консолидации усилий в данных научных областях в 2014 г. в состав кафедры «Открытые горные работы» вошла кафедра «Обогащение полезных ископаемых» и секция «Взрывное дело», а в 2016 г. к ней была присоединена кафедра «Горная электромеханика». После этих реорганизаций кафедра получила название "Открытые горные работы и электромеханика".

Работа и исследования, проводимые на кафедре, направлены на развитие технологии открытой угледобычи по следующим основным направлениям:

- повышение технологического и экономического уровня горного производства на основе нового горно-транспортного оборудования и ресурсосберегающих природоохранных технологий добычи полезных ископаемых;

- существенное снижение негативного воздействия горных работ на окружающую среду посредством комплексного использования и утилизации производственных отходов, повышения инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности открытых горных работ;

- развитие перспективной организационной основы угольной отрасли, в том числе открытой угледобычи, посредством перехода к формированию угольно-энергетических кластеров, поставляющих на рынок энергопродукт для финального использования, либо электрическую и тепловую энергию.



Развитие открытой угледобычи по указанным направлениям невозможно без надежного кадрового обеспечения отрасли.

Кафедра обладает обширными ресурсами в сфере высшего горного образования: лицензированное современное специализированное программное обеспечение; оборудованные учебные лаборатории для практического изучения горно-технических задач; высококвалифицированные научно-педагогические кадры, применяющие в процессе обучения интерактивные технологии различных уровней и регулярно повышающие свою квалификацию.

Кафедра активно ведет научно-исследовательскую работу, в том числе по следующим направлениям:

- совершенствование методик планирования процессов горного производства на основе компьютерного моделирования;

- обоснование области применения приборных перерабатывающих комплексов и комплексов глубокой разработки угольных пластов на угольных разрезах;

- обоснование оптимальных параметров дробильно-сортировочных комплексов для угольных разрезов на основе использования результатов определения контактной прочности пород;

- развитие методик измерения прочностных показателей горных пород для оптимизации параметров буровзрывных работ и улучшения качества дробления;

- мониторинг процессов сдвижения и напряженно-деформированного состояния массива горных пород;

- разработка и внедрение в производство эффективной технологии очистки ленточных конвейеров.

Студенты в качестве исполнителей в процессе обучения участвуют в научно-исследовательской деятельности, при этом реализуется и развивается их творческий потенциал, формируется понимание научных основ горного дела. Участие в научно-исследовательской работе, ежегодные продолжительные стажировки в рамках производственных практик, высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав, применение современных средств и методов обучения – это факторы, формирующие фундаментальное ядро знаний, владение которыми повышает уровень адаптивности горного инженера будущего.

### **3. Подготовка горных инженеров-взрывников.**

Для повышения качества и безопасности ведения взрывных работ в горнодобывающей промышленности в России и Кузбассе стали создаваться специализированные предприятия по ведению взрывных работ: ООО «Кузбасс Взрывпром», ОАО

«Взрывпром Юга Кузбасса», ОАО «Завод «Знамя», Азот Майнинг Сервис, Нитровзрыв и многие другие. На многих предприятиях построены пункты по изготовлению взрывчатых веществ, появились новые системы инициирования: электродетонаторы с электронным замедлением, управляемые с персонального компьютера. Все это потребовало подготовки квалифицированных кадров инженеров-взрывников. Поэтому в 2002 г. на кафедре разработки рудных месторождений была открыта специальность «Взрывное дело», а с 2014 г. подготовка ведется на кафедре открытых горных работ. Подготовку инженеров-взрывников под руководством лауреата премии Правительства РФ, к.т.н. И.В. Машукова за этот период осуществляли преподаватели с большим производственным, проектным и исследовательским опытом: к.т.н. С.М. Смирнов, к.т.н. Г.Н. Волченко, Т.П. Васильченко, А.А. Хобта, О.В. Залеская, И.И. Дмитриев.

За это время подготовлено 99 горных инженеров-взрывников, большинство из которых успешно работают на предприятиях. СибГИУ – это единственный вуз за Уралом, осуществляющий подготовку горных инженеров этого профиля.

Производство взрывных работ сопряжено с негативным воздействием на окружающие территории – это ударные воздушные волны, загрязнение ядовитыми газами и сейсмические колебания. Снижение этого воздействия, повышение безопасности работ и эффективности – основные задачи горных инженеров-взрывников.

С увеличением количества угольных разрезов в Кузбассе, приближением горных работ к населенным пунктам и ростом объемов взрывающихся взрывчатых веществ усиливается сейсмическое воздействие массовых взрывов. Это привело к многочисленным жалобам населения жилого сектора, расположенного не только в непосредственной близости от участков открытых горных работ, но и находящихся на значительном удалении от них.

На основании обращений разрезов Юга Кузбасса за последние два десятилетия осуществлялся мониторинг уровня сейсмического воздействия на охраняемых объектах при производстве массовых взрывов на горных отводах ООО «Разрез Березовский», ООО «Разрез Бунгурский-Северный», ООО «Энергоуголь», ООО «Разрез «Корчаковский», «УК «Кузбассразрезуголь», «Галдинский угольный разрез», ООО «Разрез «Южный», ООО «Разрез Степановский», ОАО «Разрез «Томусинский», ОАО «Междуречье» на других разрезах и на рудниках Таштагольском, Горно-Шорском, Казском АО «Евразруда». Регистрация сейсмических колебаний земной поверхности от массовых взрывов, проводимых на горнодобывающих предприятиях, проводилась в по-



Рис 5. Установка датчиков СМ-ЗКВ в пос. Гавриловка студентами

селках Рассвет, Малиновка, Успенка, Учул, Гавриловка, Новомосковка, Ясная Поляна, Маганак, Матюшино, Притомский, Казасс, г. Таштагол, п.г.т. Шерегеш, п.г.т. Казском. Оценка величины сейсмических колебаний проводилась при производстве более 600 массовых взрывов в одном или в двух пунктах наблюдения. Пункты регистрации находились на расстоянии от 300 м до 12 км. Общая масса взрывчатых веществ на взрыв составляла от 3 до 270 т.

Научно-исследовательские работы по мониторингу сейсмического воздействия в СибГИУ начались с открытием подготовки горных инженеров взрывников в 2002 г. За это время выполнены два гранта на сумму 3 млн. руб и более 15 хоздоговорных работ с угольными разрезами и железорудными предприятиями по мониторингу уровня сейсмического воздействия массовых взрывов на охраняемые здания. По проведенным исследованиям подготовлены заключения экспертизы промышленной безопасности, в которых рекомендовались мероприятия по снижению негативного воздействия массовых взрывов на близко расположенные поселки.

Обучающиеся принимали активное участие в научных исследованиях. Под руководством к.т.н. И.В. Машукова был создан научно-исследовательский кружок «Сейсмоанализ». В нем обучающиеся изучали теоретические основы сейсмологии, работы с сейсмодатчиками, методику измерений регистрирующей аппаратурой в лаборатории.

По два-четыре обучающегося каждого выпуска принимали участие в научно-исследовательской работе, по результатам которой были опубликованы статьи, организованы выступления на конференциях в СибГИУ и других вузах России. В качестве выпускной квалификационной работы обучающиеся выполняли дипломную работу. Все участники НИРС защищали работы на отлично. На конкурсе диплом-

ных работ в Санкт-Петербургском горном институте Цветков Иван (гр. ГВД-08) в 2013 г. и Серг Алексей (гр. ГВД-10) в 2015 г. получили первые места по направлению «Взрывное дело».

Многие выпускники успешно работают на предприятиях «КРУ-Взрывпром», Взрывпром Юга Кузбасса, ОАО «Знамя», ООО «Азот Майнинг сервис» и других предприятиях России на руководящих должностях.

После обучения работы с аппаратурой обучающиеся принимали участие в измерениях сейсмических колебаний в полевых условиях (рис. 5).

#### **4. Подготовка горных инженеров-механиков.**

В 1952 г. в Сибирском металлургическом институте была организована кафедра горных машин и рудничного транспорта, поскольку комплексная механизация угольных и горнорудных предприятий диктовала необходимость подготовки горных инженеров-механиков в таком бурно развивающемся регионе, как Кузбасс.

Инициатором создания этой кафедры был Николай Васильевич Филатов, который, имея большой стаж работы на производстве, в проектно-конструкторских отделах и опыт преподавательской работы, смог быстро организовать учебный процесс, методическую и научно-исследовательскую работу на кафедре. Под его руководством были созданы новые научные направления в области безопасного гирозовозного транспорта в шахте, термического бурения крепких горных пород, инерционно-шагающих механизмов. Им была организована работа студенческого конструкторского бюро, в котором разрабатывался ряд проектов для заводов горного машиностроения и научно-исследовательских институтов на основе хозяйственных договоров.

На кафедре была создана лучшая в то время лабораторная база: лаборатория горных машин, действующий полигон транспортных и погрузочных машин. Обучающиеся на лабораторных работах водили шахтовые электровозы по специальной трассе, управляли работой комбайнов, конвейеров и погрузочных машин.

Первый набор студентов на специальность «Горные машины» был сделан в 1957 г. Но востребованность шахт в горных инженерах-механиках была настолько велика, что было принято решение перевести группу прокатчиков в 1958 г. с технологического факультета на специальность «Горные машины» и первый выпуск состоялся в 1961 г.

Выпускники этих лет успешно трудились на производстве и в науке. Выпускник 1961 г. Ю.Н. Зверев многие годы возглавлял трест «Кузбассшахтостроительство», А.Н. Яшин (гр. ГМ-56),

доктор технических наук возглавляет НПО «Уралгормаш» в г. Екатеринбурге, Г.В. Китриш (гр. ГМ-56) длительное время работал директором завода резервуарных конструкций в г. Новокузнецке, затем возглавлял проектный институт в Москве и закончил карьеру в должности заместителя начальника Главка, В.И. Зайцев – профессор, доктор технических наук, мастер спорта – чемпион России по шахматам возглавлял кафедру деталей машин СМИ в течение пяти лет. В.П. Дмитрин (гр. ГМ-58) в течение 20 лет являлся деканом горного факультета родного вуза. Ю.М. Крупин (гр. ГМ-58) длительное время работал директором машиностроительного завода в г. Ленинск-Кузнецке, Э.Я. Живаго (гр. ГМ-58) – профессор, доктор технических наук возглавлял кафедру теоретической механики нашего университета.

Многие выпускники кафедры в 1960-е годы пополнили научные кадры институтов ВостНИГРИ (Г.П. Копышев, Л.Н. Шариков, Ю.Н. Шкуркин, Н.И. Часовников); ВНИИГидроуголь (В.И. Ларионов, А.С. Горбачёв, Г.С. Щербина, А.Е. Якунин); ИГД АН СССР (В.Е. Бафталовский, В.В. Климашко, А.А. Бехтольд, А.И. Соловьёв).

Кафедрой заведовали доценты, кандидаты технических наук – Н.В. Филатов, В.В. Губин, И.А. Федин, В.П. Дмитрин, Л.С. Костерин. В 2010 кафедру возглавлял один из первых выпускников кандидат технических наук, доцент Щербина Г.С., в 2014 г. кафедра была объединена с кафедрой электромеханики, а затем слились в кафедру открытых горных работ.

За время своего существования кафедрой подготовлено 553 специалиста, по всем формам обучения осуществлено 24 выпуска горных инженеров-механиков, которые работают на шахтах и разрезах Кузбасса; 23 выпускника кафедры получили диплом с отличием. Некоторые из выпускников уже сделали карьеру и выросли до главных специалистов (А.Н. Юрьев – главный механик разреза, Е.В. Тинарский – заместитель главного механика Шерегешского рудника, И.В. Китаев – генеральный директор НПП «Завод МДУ», С.С. Нелидов - региональный представитель по развитию сервиса компании «Caterpillar»).

##### **5. Подготовка горных инженеров-электромехаников.**

Успешную подготовку инженеров-электромехаников на горном факультете вела кафедра электромеханики, которая была основана в 1950 г. Организатором и первым заведующим кафедрой был А.Л. Виноградов. В дальнейшем кафедру возглавляли И.К. Хрусталева, Н.Г. Бабаев, В.Д. Петунов, В.И. Вавиловский. С 1978 по 2015 гг. кафедрой заведовал д.т.н., про-

фессор Е.В. Пугачев, с 2015 по 2016 гг. обязанности заведующего исполнял А.С. Иванов. В настоящее время осуществляется подготовка высококвалифицированных специалистов по государственному образовательному стандарту, а также осуществляется подготовка обучающихся по программам аспирантуры и среднего профессионального образования.

За годы работы кафедрой подготовлено более 5 тысяч специалистов по дневной, очно-заочной, заочной и ускоренной формам обучения. Выпускники плодотворно трудятся в различных сферах науки и производства. Из них 115 человек получили диплом с отличием; 40 защитили кандидатские диссертации, 10 – докторские, многие занимают руководящие посты различного уровня.

Шахты и разрезы предоставляют места для прохождения производственной практики для обучающихся с перспективой дальнейшего трудоустройства. Ведущие специалисты шахт и разрезов осуществляют действенную помощь в подготовке специалистов-электромехаников, консультируя их по производственным вопросам и участвуя в работе ГЭК.

На кафедре создана современная лабораторная база, функционируют лаборатории, оснащенные ведущими фирмами: «ИНГОРТЕХ», «Шнайдер Электрик», «ДЭП».

С 2000 г. кафедра электромеханики является базовой в Кузбассе по разработке, внедрению и сервисному обслуживанию шахтных информационно-управляющих систем, обеспечивающих безопасность труда шахтеров. Кафедра работает по договору о стратегическом сотрудничестве с фирмой «ИНГОРТЕХ» (г. Екатеринбург), укомплектовавшей современной аппаратурой обучающий класс, где помимо занятий с обучающимися осуществляется повышение квалификации специалистов горных предприятий.

Кафедрой также заключены договоры о сотрудничестве с ЗАО «Шнайдер Электрик» (Франция), компанией «ДЭП» (г. Москва) и с Федеральным государственным унитарным геологическим предприятием «Запсибгеолсъемка».

Продуктивное сотрудничество кафедры с научно-производственной фирмой «ИНТЕХСИБ», разрабатывающей и внедряющей в производство инновационное автоматизированное электрооборудование, позволяет выполнять научные работы на сумму свыше 18 млн. рублей в год. Совместные разработки получили диплом лауреата Всероссийского конкурса «100 лучших товаров России», стали лауреатом конкурса «Лучшие товары и услуги Кузбасса», неоднократно награждались медалями и дипломами «Кузбасской ярмарки».

Сотрудники и обучающиеся ежегодно участвуют в работе Международной специализированной выставки «Уголь России и Майнинг». Статьи сотрудников и аспирантов регулярно публикуются в сборниках научных работ по материалам выставки. Руководителю научной школы д.т.н., профессору Е.В. Пугачеву неоднократно вручались благодарственные письма ЗАО «Кузбасская ярмарка» за плодотворное многолетнее сотрудничество. Сотрудниками и обучающимися кафедры получено на Всероссийских и Международных выставках и конкурсах более 30 дипломов, Золотых и Серебряных медалей.

С момента основания работниками кафедры проводится большая научно-исследовательская работа. Первые научные работы были посвящены созданию аппаратуры автоматизации режима динамического торможения для шахтных подъемов (руководители к.т.н., доцент В.И. Вавиловский и старший преподаватель В.И. Тарасов). Е.В. Пугачев возглавлял работы по исследованию режимов заряда, созданию и внедрению тиристорных зарядных устройств для аккумуляторных батарей.

Научные разработки кафедры широко известны специалистам Российской Федерации и бывшего СССР. Созданная и возглавляемая профессором Е.В. Пугачевым Кузбасская научная школа «Теория и практика построения и эксплуатации автоматизированных электромеханических систем шахтного назначения с аккумуляторными источниками питания» длительное время продуктивно работала в тесном взаимодействии с Минуглепромом СССР и Минэлектротехпромом СССР. Внедрение разработанных школой высокоэффективных методов, ресурсосберегающих технологий и технических средств способствовало развитию научно-технического потенциала угледобывающей отрасли Кузбасса и Российской Федерации. Конкретные разработки внедрены в серийное производство со значительным экономическим эффектом и обеспечили существенное повышение эффективности функционирования систем автоматизированного электрооборудования, а в ряде случаев позволили создать системы, не имеющие аналогов в отечественной и зарубежной практике.

С 1990 г. на кафедре сформировано основное научное направление «Теория и практика информационно-материальных технологий в электромеханических системах горно-металлургического комплекса», по программе которого в настоящее время работает научная школа.

В общей сложности по результатам деятельности научной школы опубликовано более 500 научных статей, тезисов, учебных пособий и монографий, получено более 30 авторских свидетельств и патентов, 3 свидетельства о государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности.

В 2014 г. кафедра электромеханики объединилась с кафедрой горных машин, а в 2016 г. в рамках реструктуризации университета – с кафедрой открытых горных работ. Главной задачей кафедры является подготовка специалистов высокого уровня, востребованных горными предприятиями.

#### **6. Подготовка горных инженерно-обогащителей.**

Создание кафедры «Обогащение полезных ископаемых» – это веление времени, завершающее звено в технологической цепи подготовки специалистов на горном факультете: геологоразведочные работы, добыча полезных ископаемых из недр, первичная их переработка и одновременно подготовка сырья для металлургического производства черных и цветных металлов.

У истоков создания кафедры стояли главный обогащитель Евразруды, к.т.н. Г.И. Ефанов и к.т.н. В.Р. Кривошеин.

Первый набор студентов-обогащителей был проведен в 2004 г. В тот период в Кузбассе развернулось интенсивное строительство обогащительных фабрик. Это и вызвало необходимость подготовки инженерных кадров по обогащению полезных ископаемых.

Весной 2009 г. кафедра выпустила первую группу в количестве 20-ти молодых специалистов, которые оказались востребованы на обогащительных фабриках не только Юга Кузбасса, но и в Норильске, Сорске и на других предприятиях Сибири.

За этот период кафедрой была проведена большая учебно-методическая работа с целью обеспечения учебного процесса на современном уровне.

После реорганизации ИГДиГ в 2014 году кафедра «Обогащение полезных ископаемых» вошла в состав кафедры «Открытые горные работы».

Выдающимися преподавателями специализации являются профессор, д.т.н В.И. Мурко, профессор, д.т.н Л.А. Антипенко. В.И. Мурко опубликовано более 150 публикаций, научных работ и монографий. Л.А. Антипенко является автором более 150 публикаций, из которых 9 учебно-методических, 130 научных работ и более 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения; объективно считается ученым специалистом мирового уровня, что подтверждено

ее многочисленными выступлениями на научных форумах. Л.А. Антипенко награждена медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина»; орденом «Трудового Красного Знамени»; знаком «Шахтерская слава» трех степеней; Почетным званием «Почетный работник ТЭК»; медалью «За особый вклад в развитие Кузбасса»; Почетным званием «Почетный гражданин Кемеровской области».

### **7. Подготовка горных инженеров-специалистов по специализации «Горнопромышленная экология».**

Важным звеном в подготовке горных инженеров является получение в соответствии с компетенциями знаний по обеспечению промышленной и экологической безопасности. Эти функции успешно реализуются на кафедре геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности (БЖД), основу современной научно-образовательной структуры которой составили кафедра геологии и геодезии и кафедра горнопромышленной экологии и БЖД.

Направление безопасности жизнедеятельности исторически первоначально было организовано на горном факультете в 1962 г. в рамках кафедры охраны труда и вентиляции путем выделения из кафедры разработки месторождений полезных ископаемых и гидродобычи. В дальнейшем, по мере расширения набора читаемых дисциплин, кафедра последовательно переименовывалась в кафедру «Общая экология и БЖД», а затем «Горнопромышленная экология и БЖД».

Первым заведующим кафедрой был избран к.т.н., доцент Г.А. Карпов (1962 – 1971 гг.). В дальнейшем кафедру возглавляли к.т.н., доцент А.М. Примыский, (1971 – 1976 гг.), д.т.н., профессор В.П. Лавцевич (1977 – 2006 гг.), к.т.н., доцент Н.К. Коротких (2006 – 2007 гг.), к.х.н., профессор, почетный работник высшего профессионального образования Т.В. Киселева (2007 – 2013 гг.), к.б.н., доцент И.С. Семина (2013 – 2017 гг.).

На этапах становления и развития кафедры значительный вклад в ее работу и подготовку специалистов внесли к.т.н., доцент З.М. Гусева, к.т.н., доцент В.В. Петунов, к.т.н., доцент П.И. Хлебников, доцент И.Г. Шилинговский, к.т.н., доцент Е.Б. Серебряная, доцент Г.М. Кабанова, д.т.н., профессор Н.О. Каледина, к.х.н., доцент С.А. Лежава, к.т.н., доцент В.В. Мячин, ст. преподаватель О.М. Стрелковская.

По инициативе и усилиями В.П. Лавцевича на базе кафедры в СибГИУ был создан и поныне функционирует «Учебный центр охраны труда и промышленной безопасности». Повышение ква-

лификации в учебном центре прошли несколько тысяч специалистов предприятий.

В 2014 г. кафедра «Общей экологии и безопасности жизнедеятельности» переименовывается в кафедру «Горнопромышленной экологии и безопасности жизнедеятельности» становится выпускающей. В этом же году осуществлен первый набор обучающихся, и преподаватели кафедры начали подготовку специалистов по специальности «Горное дело», специализация «Горнопромышленная экология».

За 55 лет своего существования кафедра внесла большой вклад в дело подготовки горных инженеров и других специалистов и выполнила ряд научно-исследовательских работ, имеющих большое теоретическое и практическое значение.

С 2017 г. в результате оптимизации административной структуры СибГИУ и слияния двух кафедр образовательный процесс в области экологии и БЖД ведется в рамках кафедры геологии, геодезии и БЖД.

Основными научными направлениями работы вновь образованной кафедры в сфере исследования безопасности и экологии являются:

- развитие фундаментальных основ экономически эффективной утилизации углеродосодержащих отходов на основе их использования в качестве топлива для автоматизированных котельных установок и производства строительных материалов из зольных остатков; по результатам научных исследований опубликована монография «Современные энерготехнологические процессы глубокой переработки твердых топлив», получен патент на изобретение «Способ использования конверторного газа для производства топлива» (д.т.н., профессор М.Б. Школлер);

- исследование условий труда и разработка методов обеспечения безопасности угольных шахт с целью обеспечения безопасных, комфортных условий труда для работников опасных производственных объектов путем совершенствования организации управления инженерно-технического и рабочего персонала; совершенствование организации управления безопасностью и эффективностью труда рассматривается по нескольким направлениям, а именно: совершенствование организации работы инженерно-технического персонала, совершенствование организации работы специалистов, совершенствование организации работы руководителей, порядок разработки целевых программ, условия развития предприятия и систем стимулирования; в результате исследований обоснованы и предложены методические рекомендации по оценке и идентификации опасностей, рисков и процедуре управления ими в условиях предприятий, эксплуатирующих опасные

производственные объекты (к.т.н., доцент В.В. Обрядин);

- мониторинг, оценка почвенно-экологического состояния и прогнозирование техногенно нарушенных территорий Кузбасса; совместно с Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН разработан спектр технологий рекультивации нарушенных земель и оценена их почвенно-экологическая эффективность в разных природно-климатических условиях (к.б.н., доцент И.С. Семина).

Обучающиеся ИГДиГ совместно с профессорско-преподавательским составом кафедры принимают участие в научно-исследовательских работах. На кафедре по результатам научных исследований регулярно проводятся студенческие научные конференции с обсуждением тем анализа причин травматизма на производстве, мероприятий по снижению травматизма и профзаболеваний, по мониторингу экологического состояния техногенно нарушенных территорий Кузбасса.

Профессорско-преподавательский состав кафедры ежегодно принимает участие в областном конкурсе на «Лучший учебник (учебное пособие)», а также активно участвует в специализированных выставках, конкурсах и научных конференциях. Результаты научных исследований изложены в шести учебных пособиях с грифом УМО и двух монографиях.

Международные связи кафедры представлены сотрудничеством с университетом г. Додома, Танзания: кандидат химических наук, доцент С.А. Лежава в течение двух лет осуществляла подготовку инженеров по дисциплинам «Индустриальная безопасность и защита окружающей среды» на английском языке в качестве профессора университета.

#### **8. Подготовка горных инженеров-геологов.**

Коллектив кафедры геологии, геодезии и БЖД успешно справляется с задачей преподавания геологических дисциплин. Кроме многолетнего опыта изучения базовых геологических дисциплин обучающимися непрофильных специальностей, в последние годы в ИГДиГ СибГИУ оформилось направление подготовки специалистов для горнодобывающих предприятий «Прикладная геология» (специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых»). Первый набор обучающихся на эту специальность выполнен в 2009 г., а в 2014 г. осуществлен первый выпуск горных инженеров-

геологов. В настоящее время кафедрой заведует доктор геолого-минералогических наук, профессор Я.М. Гутак. Кафедра располагает геологическим музеем, лабораторией минералогии и петрографии, а также учебными аудиториями с размещенными в них разнообразными геологическими стендами и макетами.

Инициатива открытия в СибГИУ подготовки горных инженеров-геологов принадлежала кандидату геолого-минералогических наук О.Г. Епифанцеву, заведовавшему в 1992 – 2009 гг. кафедрой геологии и геодезии.

Дальнейшее совершенствование технологии обучения инженеров-геологов теснейшим образом зависит от общего состояния дел в горной отрасли Кузбасса, от количества действующих горных и геологоразведочных предприятий. С учетом потребностей реального производства ежегодный набор абитуриентов на специальность «Прикладная геология» составляет 15 – 20 человек.

Сохраняя традиции и отдавая дань уважения истории, кафедра ГГ и БЖД уверенно смотрит в будущее и продолжает развивать новейшие педагогические технологии и подходы к реализации направлений научно-исследовательской деятельности.

Подводя итоги работы горного факультета (ИГДиГ) за истекшие 70 лет, можно отметить, что в лучшие годы развития горной промышленности и в сложное экономическое время задачи подготовки горных инженеров для региона в нашем университете решались и решаются успешно. На горных предприятиях Южного Кузбасса, где добывается свыше 60 % полезных ископаемых области, выпускники СМИ-СибГМА-СибГИУ являются главной инженерной составляющей. Поскольку горное дело является материальной основой экономики и энергетической безопасности нашего государства и Кузбасс долгое время будет оставаться центром угледобывающей промышленности России, профессорско-преподавательский состав ИГДиГ продолжает активно трудиться для достижения и поддержания высокой эффективности своей работы и региона в целом.

© 2018 г. *В.А. Волошин, С.В. Риб, А.В. Володина, В.Н. Фрянов, Я.М. Гутак, В.В. Чаплыгин*  
Поступила 10 сентября 2018 г.

*Я.М. Гутак, Т.П. Капралова, А.М. Шпилова*

**Сибирский государственный индустриальный университет**

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СИБГИУ ( К ЮБИЛЕЮ ИНСТИТУТА ГОРНОГО ДЕЛА И ГЕОСИСТЕМ И КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИИ . ГЕОДЕЗИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ)**

Подготовку специалистов по направлению 25.00.02 – Прикладная геология (квалификация горный инженер-геолог) в СибГИУ ведет кафедра геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности (до 2017 г. кафедра геологии и геодезии) Института горного дела и геосистем (ранее Горный факультет). В 2018 году институту и кафедре исполняется 70 лет со времени создания.

Первым заведующим кафедрой был Александр Павлович Дубок – горный инженер I ранга. Он был директором краеведческого музея, начальником Верхнетомской геологоразведочной партии. В Великую Отечественную войну был командиром артиллерийской батареи. Работал геологом на шахтах им. Орджоникидзе, Западной, им. Димитрова, главным геологом треста «Кузнецкуголь». Дважды с 1955 и с 1960 г. становился деканом Горного факультета и 15 лет возглавлял созданную им кафедру геологии. Исследования Александра Павловича касались изучения геологии и тектоники угольных месторождений и метаморфизма гумусовых углей Юга Кузбасса.

В разные годы на кафедре работали известные в Сибири и России геологи, прошедшие школу полевой геологии в партиях Западно-Сибирского геологического управления (позднее ПГО «Запсибгеология»), офис которого располагался в г. Новокузнецке. Среди них:

- Владимир Иванович Синяков – выпускник Ленинградского горного института, к.г.-м.н., пришел на кафедру в 1952 г. Занимался изучением геологии и генезиса железорудных месторождений Горной Шории. Заведовал кафедрой геологии в 1957 – 1962 г.;

- Иван Семенович Пельдяков окончил Томский государственный университет, к.г.-м.н. Изучал геологию угольных месторождений. На кафедре работал в 1966 –1982 гг. С 1968 по 1973 г. заведовал кафедрой;

- Виктор Павлович Студеникин – к.г.-м.н., главный геолог и начальник съемочных партий ЗСГУ. Работал на кафедре с 1968 по 1996 год. Заведовал кафедрой с 1973 – 1977 гг.;

- Ефим Давидович Шпайхер, выпускник Томского политехнического института, к.г.-м.н. Работал старшим геологом начальником партий Мартайгинской геологоразведочной экспедиции ЗСГУ. Работал на кафедре с 1971 по 2013 г., заведовал кафедрой с 1977 по 1987 г. Написал несколько учебников по геологии месторождений полезных ископаемых;

- Арнольд Аркадьевич Пермяков – выпускник Томского политехнического института, к.г.-м.н., на кафедре с 1965 по 2013 г. Заведовал кафедрой в 1987 – 1992 гг. и в 2010-2011 гг. Под научным руководством А.А. Пермякова при кафедре работала научно-исследовательская лаборатория экологии и комплексного использования минеральных отходов (ЛЭКИМО). Руководил подготовкой 3 кандидатских диссертаций;

- Олег Георгиевич Епифанцев – окончил Томский политехнический институт, к.г.-м.н. Работал в различных подразделениях Западно-Сибирского геологического управления. На кафедре работал 1975 по 2012 г., заведовал кафедрой в 1992 – 2009 гг. В 1998 году под его руководством и при непосредственном участии при кафедре был создан геологический музей Сибирского государственного индустриального университета. Создаваемый как учебный, музей приобрел популярность в городе и занял достойное место среди городских музеев [1, 2].

Геологическое направление подготовки на кафедре в настоящее время обеспечивают:

- Ярослав Михайлович Гутак, д.г.-м.н., профессор (работает на кафедре с 2000 г., с 2011 г. заведующий кафедрой); научные интересы: региональная геология юга Западной Сибири, палеонтология (брахиоподы девона и раннего карбона), минерагения;

- Шамил Валетдинович Гумиров, выпускник Новочеркасского политехнического институт, к.г.-м.н., доцент. Работает на кафедре с 1984 г. В период с 2008 по 2010 гг. был деканом Горного факультета СибГИУ, научные интересы лежат с области изучения особенностей адаптации геологических объектов и геодинамике;

- Валентина Анатольевна Антонова, выпускница Томского государственного университета,

к.г.-м.н., известный в Сибири и России палеоботаник. Пришла работать на кафедру в 2011 г. Основные интересы связаны с изучением стратиграфии и ископаемых растений девонского и каменноугольного периодов;

- Ольга Петровна Мезенцева, выпускница Новокузнецкого педагогического института, к.г.-м.н., доцент. Крупный палеонтолог. Пришла на кафедру в 2013 г. Основные научные интересы связаны с стратиграфией девонской системы Южной Сибири, изучением ископаемых мшанок, минералогией;

- Ася Максимовна Шипилова, выпускница Кузбасской государственной педагогической академии, к.с.-х.н. Пришла работать на кафедру в 2008 г. Занимается разработкой оптимальных способов рекультивации нарушенных горными работами земель. Автор двух научных монографий по этой тематике. Основные научные интересы лежат в области горнопромышленной экологии.

- Ирина Ивановна Тетерина, выпускница Томского государственного университета, к.г.-м.н. Пришла работать на кафедру в 2013 г. Область научных интересов палеонтология. Она изучает стратиграфию и ископаемых остракод из кайнозойских отложений юга Западной Сибири.

Геодезический блок дисциплин на кафедре курирует старший преподаватель Татьяна Павлова Капралова (ученый секретарь кафедры).

За кафедрой закреплен значительный аудиторный фонд (8 аудиторий, из которых три учебные лаборатории, оборудованные современным комплексом совмещенных с компьютерами петрографических микроскопов, приспособлениями для обучения приемам ведения геодезических наблюдений, геологическими картами Евразии, России, Западной части Алтае-Саянской складчатой области, Кемеровской области, Кузбасса, учебными коллекциями минералов, горных пород, окаменелостей). Две аудитории оснащены мультимедийным оборудованием. При кафедре функционирует геологический музей. Все это хозяйство поддерживается в надлежащем состоянии усилиями заведующей лабораториями кандидата географических наук Мариной Михайловны Адаменко.

Как ни парадоксально звучит, но из своих 70 лет только в последние девять кафедра стала выпускающей (подготовка специалистов по направлению 25.00.02 – Прикладная геология со специализацией «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых»). До этого специалисты кафедры читали курсы геологической направленности для металлургов, строителей, экономистов. И это не-

смотря на то, что в Новокузнецке все это время функционировало крупное производственное геологическое предприятие Министерства геологии СССР «Западно-Сибирское геологическое управление» (ПГО «Запсибгеология») – территориально обслуживало территорию Кемеровской области, Алтайского края и Республики Алтай. Предприятие постоянно испытывало острую потребность в обеспечении геологоразведочных работ квалифицированными инженерами-геологами. К этому нужно добавить большое количество горнодобывающих предприятий (разрезы, шахты, рудники, прииски), которые также остро нуждались в надежном геологическом обеспечении. Сейчас трудно понять причину такого парадокса. В Новокузнецке были и кадры (только в ПГО «Запсибгеология» в последние годы его существования работало более сотни геологов, имеющих ученую степень кандидата наук) и старейший в области вуз (Горный факультет Сибирского металлургического института). Однако справедливости ради следует отметить, что однажды на факультете предпринималась попытка организовать подготовку инженеров-геологов. Это произошло в 1960 г., когда был осуществлен единственный в истории кафедры геологии выпуск инженеров-геологов. Среди выпускников были геологи, ставшие впоследствии известными в России учеными. В качестве примера можно привести Степаниду Кузьминичну Батяеву, крупнейшего в Сибири специалиста палеоботаника (флора карбона и перми Ангариды). По неизвестным причинам сразу после первого выпуска обучение студентов геологического профиля на факультете было прекращено (проходившие обучение на младших курсах студенты были переведены для продолжения обучения в г. Томск) [3].

К идее организации в СибГИУ подготовки горных инженеров-геологов вновь вернулись только в начале двухтысячных годов, когда на кафедре геологии и геодезии создалась инициативная группа преподавателей, возглавляемая заведующим кафедрой О.Г. Епифанцевым. Предстояло преодолеть недоверие многих как в руководстве университета, так и на самой кафедре геологии и геодезии. Не все с энтузиазмом восприняли поставленную задачу. Для преодоления существующего в вузе скепсиса О.Г. Епифанцеву понадобилось приложить немалые усилия, к тому же объективные условия, сложившиеся в горнодобывающей отрасли Кузбасса, диктовали необходимость организации подготовки геологических кадров [4 – 6].

В 2009 г. кафедра геологии и геодезии осуществила первый набор студентов на обучение по направлению Прикладная геология, специа-



лизация – «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых». В 2014 г. осуществлен первый выпуск инженеров-геологов (семь специалистов, из них 1 диплом с отличием). До настоящего времени осуществлено пять выпусков: 2015 г. – 14 (2 диплома с отличием); 2016 г. – 5 (2); 2017 г. – 9 (3); 2018 г. – 14 (5). Среди наших выпускников многие успели сделать неплохую карьеру в горнодобывающих предприятиях (А.Р. Горбунова – выпуск 2014 г., занимает место главного геолога Краснобродского угольного разреза ОАО Угольная компания «Кузбассразрезуголь», М.В. Малышева и К.А. Сафронюк из того же выпуска работают главными геологами разрезов на Талдинском месторождении ОАО Угольная компания «Кузбассразрезуголь»). А.А. Сергеев (выпуск 2015 г.) возглавляет поисково-разведочную партию ОАО СНИИГГиМС (г. Новосибирск). Несколько человек выбрали для себя научное направление деятельности (А.Р. Горбунова обучается в аспирантуре СибГИУ, А.А. Сергеев обучается в аспирантуре СНИИГГиМС г. Новосибирска). Усилия коллектива преподавателей кафедры создали условия для качественного улучшения процесса обучения.

В ходе учебы студенты кроме лекционных занятий, лабораторных и практических работ проходят учебные геологические практики в окрестностях г. Новокузнецка (первый курс) и геологическом полигоне в районе спортивно-оздоровительного лагеря СибГИУ «Тарбаган» (второй курс). После третьего и четвертого курсов все студенты проходят производственную практику в горных и геологических предприятиях юга Кузбасса и других регионов Сибири. С целью совершенствования процесса обучения сотрудниками кафедры подготовлено и издано несколько учебных пособий по дисциплинам геологического цикла; в их числе учебное пособие «Основы палеонтологии» (авторы Я.М. Гутак, В.А. Антонова), отмеченное дипломом международной ярмарки «Уголь-майнинг: образование карьера, занятость».

В настоящее время кафедра взяла курс на омоложение состава и привлечение к преподаванию молодых перспективных ученых, развитие научной деятельности (публикации) и ее прикладного аспекта (хоздоговорных работ и научных грантов различного уровня). На кафедре успешно развивается научная школа, занимающаяся выявлением закономерностей в расположении и формировании месторождений полезных ископаемых осадочного генезиса (руководитель Я.М. Гутак) [7], на очереди оформление направлений по разработке эффективных приемов рекультивации нарушенных земель

(руководитель А.М. Шипилова) и геоэкологического мониторинга гляциологических процессов в Кузнецком Алатау и Горной Шории (руководитель М.М. Адаменко). При кафедре с 2017 г. функционирует Новокузнецкое отделение Палеонтологического общества при РАН (председатель В.А. Антонова). Ежегодно сотрудники кафедры публикуют в печати десятки научных статей, большинство из которых индексируется в отечественной базе данных РИНЦ и международных базах данных Scopus и Web of Science.

К сожалению, по независящим от коллектива кафедры причинам, в 2014 и 2015 гг. приема абитуриентов на обучение по направлению – Прикладная геология не было. Тем не менее кафедре к настоящему времени удалось не только восстановить достигнутый ранее рейтинг, но и заметно его превзойти. Как пример приведем набор 2018 г. (высокий средний бал поступающих абитуриентов, появились студенческие династии, когда брат сменяет брата, к продолжению обучения в нашем вузе обратились выпускники Осинниковского горного техникума).

Можно констатировать, что геологическое образование в СибГИУ состоялось и теперь на очереди его совершенствование и повышение качества. Дальнейшее развитие геологического образования в вузе видится в налаживании тесной кооперации с геолого-географическим факультетом Национального Томского научно-исследовательского университета, Кузбасским государственным техническим университетом, другими вузами страны, ведущими подготовку специалистов в области прикладной геологии и установлением тесных связей с геологическими отделами горнодобывающих предприятий Кузбасса. На этом, в общем благоприятном фоне имеются и негативные моменты. К таковым следует отнести отказ многих институтов СибГИУ от преподавания основ геологии и учебной геологической практики, а в некоторых дисциплины геологического цикла полностью исчезли из учебных планов. Понятно, что таким образом кафедры пытаются увеличить количество учебных часов по профильным дисциплинам и сохранить штат основных преподавателей. Но, вместе с тем, отсутствие у металлургов, строителей, экономистов основ геологических знаний во многом сужает их кругозор, поскольку геология несет не только профессиональные, но и общефилософские, мировоззренческие знания. Недостаточная геологическая грамотность специалистов, да и широких масс населения страны в настоящее время очевидна. Существующий уровень подготовки в области геологии не позволяет дипломированным специалистам предвидеть возможные последствия проводимых ра-

бот, возникновение по техническим причинам многих негативных геологических явлений (оползни, суффозионные воронки, плоскостная и струйчатая эрозия, процессы подтопления зданий и сооружений). Решение поставленных вопросов не входит в компетенцию кафедры, они призваны привлечь внимание к проблеме преподавания геологических дисциплин в не-геологических вузах и, возможно, помогут устранить созданный перекос.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Епифанцев О.Г., Гутак Я.М. Геологический музей Сибирского государственного индустриального университета (путеводитель). – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2003. – 39 с.
2. Тетерина И.И., Шпилова А.М. Коллекции геологического музея. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2015. – 58 с.
3. Епифанцев О.Г. Кафедре геологии и геодезии 60 лет. Горный факультет СибГИУ: вчера, сегодня, завтра. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2008. С. 43 – 48.
4. Епифанцев О.Г. Проблемы и перспективы геологического образования в Кузбассе // Экологические и мировоззренческие аспекты геологических дисциплин. – В сб. трудов региональной научно-методической конференции. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2005. С. 5 – 8.
5. Епифанцев О.Г., Гутак Я.М., Надлер Ю.С., Шпайхер Е.Д. Геологическое образование в Кузбассе. – В кн.: Современные вопросы теории и практики обучения в вузе. В.4. Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2005. С. 68 – 75.
6. Епифанцев О.Г., Гутак Я.М., Надлер Ю.С., Шпайхер Е.Д. Проблемы геологического образования в Кузбассе. – В кн.: Проблемы геологии и разведки месторождений полезных ископаемых. – Томск: изд. ТГУ, 2005. С. 582 – 585.
7. Гутак Я.М. Закономерности формирования месторождений осадочного комплекса полезных ископаемых: научно-справочное издание. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2014. – 50 с.
8. Гутак Я.М., Пугачев Е.В., Семина И.С., Фрянов В.Н., Чаплыгин В.В. Состояние и перспективы развития горного образования и науки в Сибирском государственном индустриальном университете // Вестник СибГИУ. 2015. № 1. С. 15 – 26.

© 2018 г. Я.М. Гутак, Т.П. Капралов,  
А.М. Шпилова  
Поступила 3 сентября 2018 г.

УДК 622 : 681.3.07

*А.Н. Домрачев, С.В. Риб*

**Сибирский государственный индустриальный университет**

### **РАЗРАБОТКА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ КАК ОСНОВА МАССОВОГО ВНЕДРЕНИЯ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩИХ СИСТЕМ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 21.05.04 «ГОРНОЕ ДЕЛО»**

Новые требования к подготовке горных инженеров (специалистов) ставят перед преподавателями высшей школы задачу разработки эффективных средств организации самостоятельной работы обучающихся. Особую актуальность использование таких средств имеет для обучающихся заочной и очно-заочной форм обучения.

Важнейшей особенностью заочного обучения является то обстоятельство, что совместная работа с преподавателем возможна только во время зачетно-экзаменационных сессий. Собствен-

но, это обстоятельство и формирует специфику рассматриваемой формы обучения.

Второе обстоятельство, обусловившее особое внимание к данной категории обучающихся, связано с организационными различиями очной и заочной форм подготовки специалистов. Очная форма обладает рядом преимуществ: многие умения и навыки будущих специалистов формируются в процессе постоянного погружения в образовательное пространство. У обучающихся заочной формы такой возможности нет.

Третьей особенностью обучающихся-заочников является социальный статус работающего человека. На заочную форму обучения в большинстве своем подлежат зачислению лица со средним специальным образованием, а часть обучающихся имеет профессионально-техническое и высшее образование. Более половины поступивших первокурсников уже могут осуществлять профессиональную деятельность согласно полученному ими профессиональному образованию. Но принципиальные различия в организации образовательных процессов обучающихся очной и заочной форм обучения обуславливают различие педагогических условий.

Навык визуализации является неотъемлемым требованием умения, приобретаемого в процессе обучения специалиста горняка. Для инженерной специальности горного профиля будущему горному инженеру необходимо уметь представлять технические решения в графической форме. Это же подтверждают стандарты высшего образования по специальности 21.05.04 «Горное дело», в частности: выпускники обязаны обладать компетенциями, связанными с умением работы с технической и нормативной документацией, в том числе в графической форме.

В Сибирском государственном индустриальном университете (СибГИУ) с 2016 г. взят курс на формирование основных образовательных программ всех направлений подготовки бакалавриата, специалитета и магистратуры, основой которых является проектная деятельность обучающихся [1]. В целях развития у обучающихся способности выполнять самостоятельно или в составе команды проекты различного уровня в учебные планы всех направлений подготовки бакалавриата, специалитета и магистратуры

введена дисциплина «Проектная деятельность», охватывающая, как правило, весь период теоретического обучения.

Ориентируясь на вышесказанное, необходимо подчеркнуть значение информационных технологий, в том числе учебно-диагностических программных комплексов, для активизации и повышения эффективности образовательного процесса, создания в системах профессионального образования творческой образовательной среды. При этом обучающимся предоставляется возможность активной и эффективной (с меньшими затратами их времени и энергии), в большей степени самостоятельной познавательной деятельности по освоению соответствующей области знаний.

За достаточно длительный период внедрения компьютерного тестирования по специальным дисциплинам для направления подготовки «Горное дело» на кафедре геотехнологии в Институте горного дела и геосистем СибГИУ в качестве основных форм тестовых заданий [2] были приняты выбор качественных характеристик технологии ведения горных работ для заданных горно-геологических условий и решение задач по определению количественных характеристик технических решений по добыче угля [3].

Однако в связи с необходимостью адаптации тестовых заданий к ограниченным возможностям системы Moodle направление развития и реализации компьютерного обучения было переориентировано на создание обучающе-тестирующих систем в форме компьютерных лабораторных работ.

По результатам внедрения первого варианта компьютерной лабораторной работы [4 – 6] были выявлены проблемы, пути устранения которых приведены в таблице.

**Проблемы внедрения первого варианта компьютерной лабораторной работы**

Выявленные проблемы	Предлагаемые пути решения	Ожидаемый результат
Отсутствие мультидисциплинарности	Разработка варианта системы для смежных дисциплин	Вариант обучающе-тестирующей системы для дисциплин «Технология отработки пологих пластов» и «Комбинированная разработка МПИ»
«Скрытый» выбор альтернативного варианта технологии	Реализация возможности явного выбора обучающимся двух и более альтернативных вариантов технологии	Выбор варианта технологии в виде формы с набором исходных данных, необходимых для определения параметров очистных работ и оценки эффективности принятых решений
Использование технических характеристик оборудования в качестве исходных данных	Включение в систему краткого контекстного справочника по техническим характеристикам оборудования	Реализация многооконного интерфейса с использованием технологии фреймов [5]
Монокритериальная оценка эффективности принятых решений	Разработка и реализация комплексного критерия оценки эффективности принятых решений	Критерий на основе сравнительной оценки отдельных вариантов технологии очистных работ и комбинированной технологии на их основе
Недостаточная расширяемость системы	Выполнить реализацию системы в виде набора отдельных компонентов	Повышение расширяемости за счет представления системы в виде комплекта отдельных страниц, отображаемых в определенных фреймах. Реализация отдельных страниц возможна силами обучающихся в рамках дисциплины «Проектная деятельность-5»

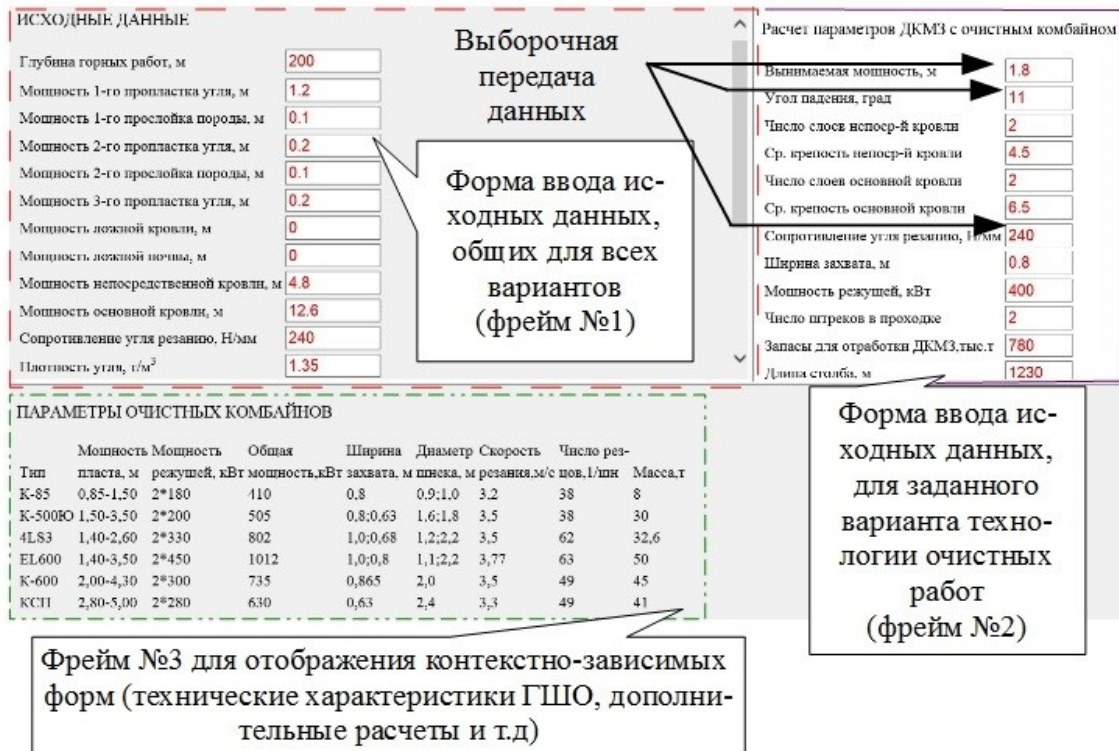


Рис. 1. Реализация интерфейса компьютерной лабораторной работы с использованием фреймов

На основе выполненного анализа был разработан новый вариант интерфейса, общий вид которого приведен на рис. 1 и 2.

Вывод графической информации в дополнительном окне (а не на единой главной форме, как это было реализовано в первоначальном варианте) позволит максимально привлечь внимание обучающегося к графической интерпретации принятых решений, «разгрузить» главную форму и расширить возможности интеграции

графических примитивов в компьютерную лабораторную работу.

**Выводы.** Несмотря на неблагоприятные условия для разработки и внедрения компьютерных лабораторных работ преподавателями кафедры геотехнологии делается все возможное для поддержания и развития этой составляющей учебного процесса при подготовке специалистов по направлению 21.05.04 «Горное дело».

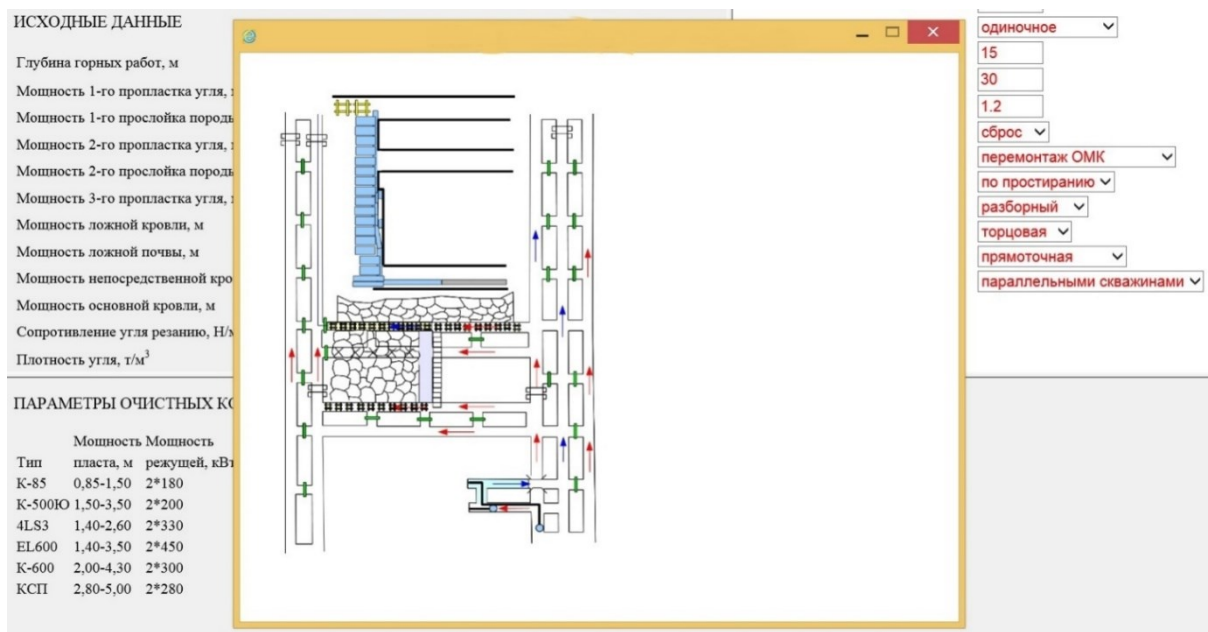


Рис. 2. Визуализация принимаемых технических решений в виде дополнительного окна

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Феоктистов А.В., Кольчурина И.Ю., Приходько О.Г. Разработка проектно-ориентированной основной образовательной программы высшего образования на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов и профессиональных стандартов. – В кн.: Современные вопросы теории и практики обучения в вузе: Сб. науч. тр. Вып. 19. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2016. С. 7 – 14.
2. Домрачев А.Н. Алгоритм и структура контента обучающе-тестирующей программы для базовых дисциплин специальности 130400 «Горное дело». – В кн.: Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов : Сб. науч. статей / Под ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 184 – 187.
3. Домрачев А.Н., Риб С.В. Сравнительная оценка аналитического расчета и результатов имитационного моделирования нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2016. №3 (17). С. 8 – 10.
4. Говорухин Ю.М., Домрачев А.Н. Разработка и внедрение в учебный процесс системы поддержки принятия решений при разработке технологической схемы очистного участка // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. 2018. № 1. С. 165 – 195.
5. Гудман Д., Моррисон М. JavaScript. Библия пользователя, 5-е издание. / Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1184 с.
6. Риб С.В., Никитина А.М., Любогощев В.И. Анализ опыта разработки и первого этапа внедрения компьютерной лабораторной работы «Выбор параметров технологии подготовки и отработки пологого пласта» // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2016. № 4 (18). С. 20 – 23.

© 2018 г. А.Н. Домрачев, С.В. Риб  
Поступила 17 сентября 2018 г.

УДК 551.73:551.35.06

*Я.М. Гутак<sup>1</sup>, Д.А. Рубан<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Сибирский государственный индустриальный университет

<sup>2</sup>Череповецкий государственный университет

## УРОВЕНЬ МОРЯ В ПАЛЕОЗОЕ В СВЕТЕ ИНФОРМАЦИИ О РЕГИОНАЛЬНЫХ ПЕРЕРЫВАХ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕРИОДА

Перерывы в осадочных последовательностях являются ценными свидетельствами для эффективной реконструкции динамики развития осадочных бассейнов, в том числе с использованием секвенс-стратиграфической методологии [1 – 3]. Информация о них может успешно использоваться и при обсуждении колебаний уровня моря в геологическом прошлом планеты (эвстатических флуктуаций) [4]. В этой связи представляет интерес обобщение сведений о региональных перерывах для решения вопроса о положении уровня Мирового океана в палеозое относительно мезозоя.

Отмеченный выше вопрос заключается в следующем. В течение фанерозойского зона уровень моря достигал пика дважды: в ордовике (ранний палеозой) и в мелу (поздний мезозой).

Однако точно неизвестно, в каком случае он находился на более высокой отметке [5]. Э. Хэллем показал главенство ордовикского пика [6]. С другой стороны, сводная фанерозойская эвстатическая кривая Б. Хака указывает на преимущество мелового пика [7]; то же самое видно и на ее обновленной версии [8]. Несмотря на формальную новизну последней, стоит учитывать, что предложенные к настоящему времени кривые, описывающие колебания уровня моря, являются разнородными по своей сути, поскольку «привязаны» к разной фактической основе и построены с использованием разных методов; более того, все они в той или иной степени несовершенны [9]. Следовательно, соотношение между уровнем моря в палеозое и мезозое остается

неясным. В настоящей работе предполагается решение этого вопроса путем анализа информации о региональных перерывах в каменноугольном периоде (поздний палеозой).

К настоящему времени опубликовано большое число сводных работ по геологии отдельных осадочных бассейнов, тектонических доменов и регионов, которые содержат богатый стратиграфический материал. Он может быть использован для установления региональных перерывов в каменноугольных последовательностях. Эта информация далее подлежит компиляции и «привязке» к современной шкале геологического времени, что обеспечит возможность межрегионального прослеживания поверхностей перерывов. В настоящей работе особое внимание уделено Южной Сибири (подробную характеристику см. ниже). Кроме того, учитывается информация по Аппалачскому бассейну [10], Аравийскому полуострову [11 – 13], Карнийским Альпам [14, 15], Донбассу [16], Великому бассейну в Северной Америке [17, 18], Пиренейскому полуострову [19, 20], Индии [21], бассейну Кару в Южной Африке [22], так называемому «Мидконтиненту» в Северной Америке [16], Средней Европе [23 – 26], Московской синеклизе [27, 28, 16], Северо-Восточной Африке [29], Северо-Западной Африке [29 – 31], Южному Китаю [16]. Также были учтены опубликованные значительно ранее данные по бразильским внутриматериковым бассейнам [32], Восточной Австралии [33], внутренней части Северной Америки [34, 35, 36].

Данные из основных работ по вышеуказанным территориям позволяют обозначить наиболее существенные перерывы в осадконакоплении, а также сопоставить их с действующей шкалой геологического времени для каменноугольного периода [16, 37]. Далее информация сводится в единую схему корреляции, которая позволяет проследить перерывы в глобальном масштабе. Те из них, что установлены в половине и более регионов, могут быть признаны квазиглобальными и должны объясняться действием процессов планетарного масштаба, такими как падение уровня моря, внедрение мантийных плюмов и т.п. Здесь отметим, что анализируемые в настоящей работе территории расположены в разных частях Земли, а потому скомпилированная информация видится действительно репрезентативной. В некоторых из вышеотмеченных регионов в позднем палеозое тектоническая активность была существенной. Однако при последующем сравнении тектонически обусловленные перерывы не будут находить аналогов в других регионах и легко могут быть отделены от условно глобальных. Безусловно, герцинский орогенез и развитие суперконтинента Пангея в позднем карбоне способствовали

сближению характера геологической истории многих регионов, однако не настолько, чтобы полностью тектонически гомогенизировать планетарное пространство.

Каменноугольные отложения широко представлены всеми отделами в большинстве геологических структур Юга Сибири и, в частности, Рудном Алтае, Горном Алтае, Томь-Колывани, Кузбассе и Горловском бассейне, Минусинских впадинах, Тувинском прогибе. Все районы выходов карбона хорошо изучены, имеются дробные стратиграфические схемы. Однако, до настоящего времени целый ряд проблем остался нерешенным. Главной из них выступает корреляция континентальной части разреза с подразделениями международной стратиграфической шкалы. Решение этого вопроса напрямую зависит от оценки значения и длительности перерыва между морской и континентальной частью разреза. Перерыв в осадконакоплении на этом рубеже зафиксирован на всей территории Южной Сибири. В Рудном Алтае он отмечен между бухтарминской и малоульбинской свитами [38]. В Кузбассе и Горловском прогибе он установлен между отложениями верхотомской и евсеевской (нижняя часть острогской подсерии) свит [39], в Минусинских впадинах окраин Сибирского кратона – между подсиньской и соленозерной свитами [40], в Тувинском прогибе – в основании онгажинской свиты [41], в Томь-Колыванской складчатой зоне – между лагерьносадской и басандайской свитами [42]. В Горном Алтае каменноугольные отложения пространственно разобщены, и судить о перерывах в разрезе не представляется возможным.

Перерыв между ниже- и верхнекаменноугольными отложениями в регионе отражает подъем территории Южной Сибири и прекращение в ее пределах морского осадконакопления. Он повсеместно подчеркнут наличием базальных конгломератов в основании континентального цикла седиментогенеза. По всей видимости, начало перерыва следует датировать концом визейского века (возраст формирования верхотомской свиты Кузбасса). Вышележащие отложения по крайне редким находкам морских окаменелостей (брахиоподы) датируются в Кузбассе в весьма широком диапазоне (верхний визе-серпухов). Более точный возраст начала формирования угленосного комплекса отложений, а значит и определения времени перерыва осадконакопления в карбоне Южной Сибири дает анализ сообществ фауны и флоры басандайской свиты Томь-Колыванской зоны, который указывает на серпуховское время формирования отложений [42]. Если правильна корреляция евсеевских и басандайских отложений, то длительность

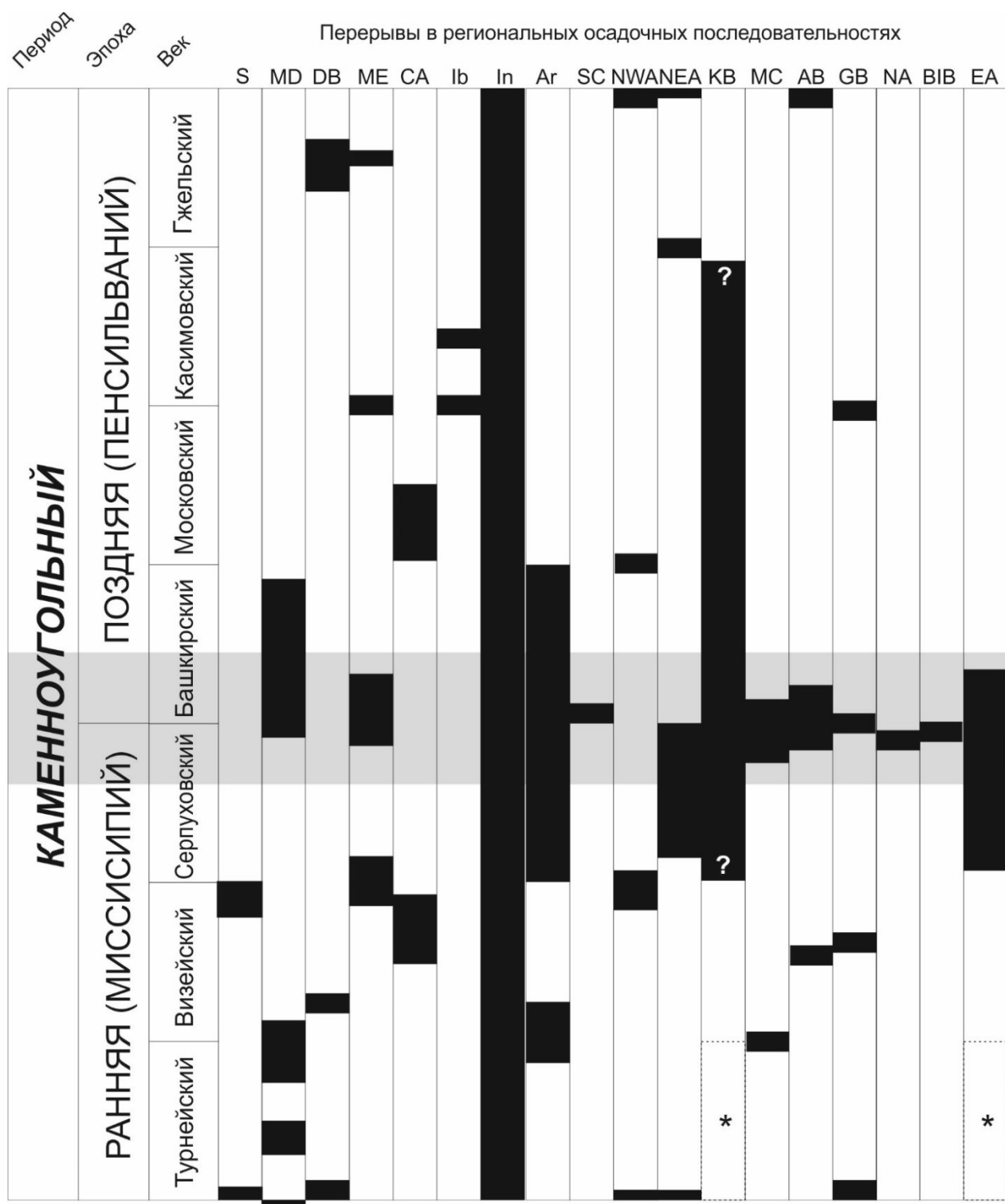


Рис. 1. Региональные перерывы каменноугольного периода. Серым показан квазиглобальный перерыв. Обозначения: АВ – Аппалачский бассейн, Аг – Аравийский полуостров, ВВВ – бразильские внутриконтинентальные бассейны, СА – Карнийские Альпы, DB – Донбасс, EA – Восточная Австралия, GB – Великий бассейн, In – Индия, KB – бассейн Кару, MC – Мидконтинент, MD – Московская синеклиза, ME – Средняя Европа, NEA – Северо-Восточная Африка, NWA – Северо-Западная Африка, S – Южная Сибирь, SC – Южный Китай, (NA – Северная Америка в целом), \* – отсутствие данных о турнейских отложениях, ? – предположительная длительность перерыва

ность перерыва между морскими и континентальными отложениями в Южной Сибири весьма незначительна и соответствует лишь заключительному интервалу визейского века, на что справедливо указывает большинство исследователей региона.

Еще один перерыв в осадконакоплении установлен в основании разреза каменноугольной системы. В Кузбассе он приурочен к границе топкинского и крутовского горизонтов [43]. Литологически он выражен очень резко (карбонатные

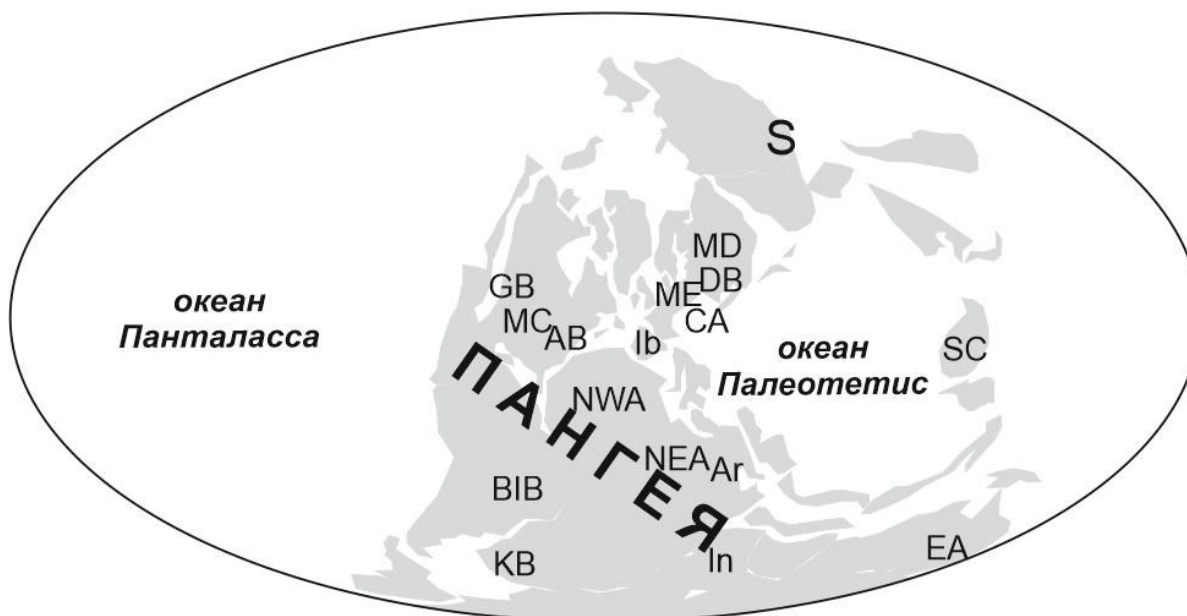


Рис. 2. Расположение изученных территорий в позднем палеозое. Глобальная реконструкция по К. Скотезе (Scotese, 2004)

морские отложения топкинского горизонта и вулканогенные отложения крутовского горизонта). Крутовские слои знаменуют собой кратковременное прекращение процессов осадконакопления в Кузбассе и массовое вымирание. Это событие весьма близко событию Хангенберг, ниже которого проводится глобальная граница девона и карбона. Вулканический эпизод широко представлен по территории Южной Сибири. В Рудном Алтае перерыв приурочен к основанию бухтарминской свиты [39], в Минусинских впадинах фиксируется между камыштинской и самохвальской свитами [40]. В Тувинском прогибе перерыв отмечен в основании суглукхемской свиты [41].

В отличие от срединнокаменноугольной границы данный перерыв спровоцирован вулканотектонической активизацией смежных с регионом с запада территорий. При этом центры вулканической активности, возможно, находились весьма далеко от Южной Сибири, на что указывает преимущественно туффитовый состав вулканогенных отложений. Время перерыва тоже крайне ограничено и вряд ли может быть определено палеонтологическими методами. В то же время это очень важный рубеж, с которым связано массовое вымирание организмов. Качественный состав комплексов окаменелостей до вулканического эпизода близок к составу позднедевонских ассоциаций, а после него имеет принципиально иной состав. В региональном плане этот перерыв изучен еще недостаточно полно, и в целом ряде регионов Южной Сибири он не фиксируется (Томь-Колыванская зона).

В отдельных геологических структурах Южной Сибири (Тувинский прогиб) разрез карбона

имеет отчетливое циклическое строение, и в основании каждого цикла залегают грубообломочные породы. Начало каждого из таких циклов можно идентифицировать как перерыв в осадконакоплении. Эти перерывы обусловлены тектонической активностью смежных с Тувинским прогибом территорий, часто очень четко выражены (до угловых несогласий), но их вряд ли можно трассировать через всю территорию Южной Сибири.

Сопоставление каменноугольных осадочных последовательностей Южной Сибири и других вышеуказанных территорий позволяет сделать два важных наблюдения. Во-первых, общее количество региональных перерывов оказывается довольно небольшим (рис. 1). Во-вторых, лишь перерывы вблизи границы миссисипия/пенсильвания прослеживаются в более, чем половине регионов (рис. 1), расположенных в разных частях Земли (рис. 2). Сказанное может быть интерпретировано следующим образом. Небольшое число перерывов означает практически полное отсутствие действия механизмов планетарного масштаба, которые могли бы существенно нарушать седиментацию. Это относится и к колебаниям уровня моря. Судя по скомпилированной информации, существенных падений этого уровня за единственным исключением не было. Пространственная ограниченность большинства перерывов легко объяснима действием процессов (прежде всего, тектонических) в пространственно ограниченных масштабах. Более того, даже развитие герцинских движений не привело к массовому формированию перерывов. Безусловно, такое возможно лишь при высоком положении уровня моря.



Квазиглобальный перерыв вблизи границы миссисипия/пенсильвания мог быть связан с внедрением мантийного плюма или эвстатическим минимумом. Первое объяснение видится маловероятным в связи с тем, что единственное плюмовое событие вблизи вышеуказанной границы имело место гораздо раньше [44] и не может объяснять прослеживаемого во многих регионах перерыва. Напротив, эвстатический минимум на переходе от ранне- к позднекаменноугольной эпохе уже аргументировался ранее [45, 46]. Он вполне мог быть связан с пульсом оледенения, охватившего гондванскую часть Пангеи в позднем палеозое [47, 48]. Эвстатический минимум на рубеже миссисипия/пенсильвания отчетливо выражен и на новейшей эвстатической кривой [8]. Скорее всего, именно он и объясняет квазиглобальный перерыв.

Информация о региональных перерывах дает ценное свидетельство о положении уровня моря не только в каменноугольном периоде, но и в палеозое вообще. Во-первых, выше уже было отмечено, что это положение, судя по небольшому количеству перерывов, было довольно высоким во второй половине эры. Во-вторых, сравнение с результатами аналогичного исследования, проведенного С.О. Зориной и др. для мелового периода [4], свидетельствует о том, что число региональных перерывов в каменноугольном периоде было меньшим, чем в меловом (в последнем отмечена целая серия квазиглобальных перерывов, тогда как в первом – лишь один такой перерыв). Следовательно положение уровня Мирового океана в каменноугольном периоде было выше, чем в меловом. Если известно, что уровень моря снижался с ордовика и до конца палеозоя [8] и при этом установлено, что в каменноугольном периоде он был выше, чем в меловом, то из этого вытекает, что именно в раннем палеозое был достигнут наибольший для фанерозоя эвстатический максимум. В каменноугольном периоде уровень моря был ниже, чем в ордовикском по причине развития в позднем палеозое глобального оледенения [47, 48]. Таким образом, подтверждается идея Э. Хэллема о преимуществе ордовикского эвстатического максимума над меловым [6].

Возникает закономерный вопрос относительно механизма, который обеспечивал высокое положение уровня моря на протяжении большей части палеозоя. Ранее было показано, что тектонические процессы в океане (Панталасса, Протопацифика), который в конечном итоге трансформировался позднее в современный Тихий океан, оказывали заметное влияние на эвстатические флуктуации в палеозое [5]. Активное образование океанической коры способствовало

снижению ее среднего возраста в этом сегменте Земли. Более теплая молодая кора «всплывала», что обеспечивало относительный подъем дна на значительных по площади участках. Такое «вытеснение» воды способствовало подъему уровня Мирового океана. Что касается квазиглобального перерыва на границе миссисипия/пенсильвания, то, как говорилось выше, логичнее всего связать его с развитием крупного оледенения [47, 48]. С одной стороны, оледенение способствовало крупному эвстатическому минимуму. С другой стороны, уровень моря оставался высоким и в позднекаменноугольную эпоху, когда оледенение продолжалось. При этом на границе миссисипия/пенсильвания имел место сильный пульс оледенения, после чего оно заметно сократилось, что дало возможность уровню Мирового океана снова вырасти до отметок, выше чем в меловом периоде. Такие представления подтверждают интерпретации Дж. Избелла и его коллег, которые свидетельствуют о пульсационном характере позднепалеозойского оледенения в целом и не столь сильном его проявлении в каменноугольном периоде [49, 50], хотя в совсем недавней работе эти специалисты показали, что в отдельных гондванских бассейнах оледенение было именно каменноугольным, а не раннепермским [51]. С предложенным вариантом хорошо согласуются также идеи И. Монтаньес и К. Поульсена, согласно которым позднепалеозойское оледенение развивалось дискретно, а его мелкие эпизоды не приводили к катастрофическим эвстатическим минимумам [47].

**Выводы.** На основании проведенного исследования могут быть сделаны три общих вывода. Во-первых, небольшое число и пространственная ограниченность региональных перерывов указывают на высокое положение уровня моря в каменноугольном периоде (в том числе в сравнении с меловым периодом), которое могло быть связано с тектонической ситуацией в Протопацифике. Во-вторых, наиболее высоким для всего фанерозоя было положение уровня Мирового океана в ордовике, а не в мелу. В-третьих, квазиглобальный перерыв в осадконакоплении на границе миссисипия/пенсильвания был вызван эвстатическим минимумом, обусловленным сильным, но кратковременным пульсом позднепалеозойского оледенения, тогда как на большем протяжении карбона это оледенение не провоцировало столь сильных падений уровня моря.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 113 с.
2. Catuneanu O. Principles of Sequence Stratigraphy. Amsterdam: Elsevier, 2006. – 375 p.
3. Miall A.D. The valuation of unconformities // *Earth-Science Reviews*. 2016. V. 163. P. 22 – 71.
4. Zorina S.O., Dzyuba O.S., Shurygin B.N., Ruban D.A. How global are the Jurassic-Cretaceous unconformities? // *Terra Nova*. 2008. V. 20. P. 341 – 346.
5. Ruban D.A., Conrad C.P., van Loon A.J. The challenge of reconstructing the Phanerozoic sea level and the Pacific Basin tectonics // *Geologos*. 2010. V. 16. P. 235 – 243.
6. Hallam A. Pre-Quaternary sea-level changes // *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences*. 1984. V. 12. P. 205 – 243.
7. Haq B.U., Al-Qahtani A.M. Phanerozoic cycles of sea-level change on the Arabian Platform // *GeoArabia*. 2005. V. 10. P. 127 – 160.
8. Boulila S., Laskar J., Haq B.U., Galbrun B., Hara N. Long-term cyclicities in Phanerozoic sea-level sedimentary record and their potential drivers // *Global and Planetary Change*. 2018. V. 165. P. 128 – 136.
9. Ruban D.A. A "chaos" of Phanerozoic eustatic curves // *Journal of African Earth Sciences*. 2016. V. 116. P. 225 – 232.
10. Swezey C.S. Regional Stratigraphy and Petroleum Systems of the Appalachian Basin, North America. Geological Investigations Series Map I-2768. Reston: USGS, 2002. – 1 p.
11. Al-Husseini M.I. Pre-Unayzah unconformity, Saudi Arabia // *Carboniferous, Permian and Early Triassic Arabian Stratigraphy*. *GeoArabia Special Publication*. 2004. No. 3. P. 15 – 59.
12. Sharland P.R., Archer R., Casey D.M., Davies R.B., Hall S.H., Heward A.P., Horbury A.D., Simmons M.D. Arabian Plate Sequence Stratigraphy // *GeoArabia Special Publication*. 2001. No. 2. P. 1-371.
13. Simmons M.D., Sharland P.R., Casey D.M., Davies R.B., Sutcliffe O.E. Arabian Plate sequence stratigraphy: Potential implications for global chronostratigraphy // *GeoArabia*. 2007. V. 12. P. 101 – 130.
14. Carta geologica delle Alpi Carniche, 1:25000. Firenze: S.E.L.C.A., 2002.
15. Krainer K. Late- and Post-Variscan Sediments of the Eastern and Southern Alps. // *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*. – Berlin: Springer, 2003. P. 537 – 564.
16. Menning M., Alekseev A.S., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Devuyst F.-X., Forke H.C., Grunt T.A., Hance L., Heckel P.H., Izokh N.G., Jin Y.-G., Jones P.J., Kotlyar G.V., Kozur H.W., Nemyrovska T.I., Schneider J.W., Wang X.-D., Weddige K., Weyer D., Work, D.M. Global time scale and regional stratigraphic reference scales of Central and West Europe, East Europe, Tethys, South China, and North America as used in the Devonian-Carboniferous-Permian Correlation Chart 2003 (DCP 2003) // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2006. V. 240. P. 318 – 372.
17. Trexler J.H.Jr., Cashman P.H., Cole J.C., Snyder W.S., Tosdal R.M., Davydov V.I. Widespread effects of middle Mississippian deformation in the Great Basin of western North America // *Geological Society of America Bulletin*. 2003. V. 115. P. 1278 – 1288.
18. Trexler J.H.Jr., Cashman P.H., Snyder W.S., Davydov V.I. Late Paleozoic tectonism in Nevada: Timing, kinematics, and tectonic significance // *Geological Society of America Bulletin*. 2004. V. 116. P. 525 – 538.
19. Colmenero J.R., Fernandez L.P., Moreno C., Bahamonde J.R., Barba P., Heredia N., Gonzalez F. Carboniferous // *The Geology of Spain*. London: Geological Society, 1992. P. 93 – 116.
20. *Geologia de Espana*. Madrid: SGE-IGME, 2004.
21. Stratigraphic Mega Charts for the Indian Subcontinent. International Commission on Stratigraphy, 2007.
22. Catuneanu O., Wopfner H., Eriksson P.G., Cairncross B., Rubidge B.S., Smith R.M.H., Hancox P.J. The Karoo basins of south-central Africa // *Journal of African Earth Sciences*. 2005. V. 43. P. 211 – 253.
23. Schneider J.W., Hoth K., Gaitzsch B.G., Berger H.J., Steinborn H., Walter H., Zeidler M.K. Carboniferous stratigraphy and development of the Erzgebirge Basin, Germany // *Z. dt. Ges. Geowiss.* 2005. V. 156. P. 431 – 466.
24. Stamberg S., Zajic J. Carboniferous and Permian faunas and their occurrence in the limnic basins of the Czech Republic // *Hradec Kralove: Museum of Eastern Bohemia*, 2008.
25. *Stratigraphische Tabelle von Deutschland*, 2002. Deutsche Stratigraphische Kommission.
26. *Stratigraphische Tabelle von Deutschland*, 2016. Deutsche Stratigraphische Kommission.
27. Alekseev A.S., Kononova L.I., Nikishin A.M. The Devonian and Carboniferous of the Moscow Syncline (Russian Platform) stratigraphy

- and sea-level changes // *Tectonophysics*. 1996. V. 268. P. 149 – 168.
28. Alekseev A.S., Goreva N.V., Isakova T.N., Makhlina M.Kh. Biostratigraphy of the Carboniferous in the Moscow Syncline, Russia // *Newsletter on Carboniferous Stratigraphy*. 2004. No. 22. P. 28 – 35.
  29. Guiraud R., Bosworth W., Thierry J., Delplanque A. Phanerozoic geological evolution of Northern and Central Africa: An overview // *Journal of African Earth Sciences*. 2005. V. 43. P. 83 – 143.
  30. Hoepffner C., Soullaimani A., Pique A. The Moroccan Hercynides // *Journal of African Earth Sciences*. 2005. V. 43. P. 144 – 165.
  31. Hoepffner C., Houari M.R., Bouabdelli M. Tectonics of the North African Variscides (Morocco, western Algeria): an outline // *Comptes Rendus Geosciences*. 2006. V. 338. P. 25 – 40.
  32. Soares P.C., Barbosa Landim P.M., Fulfaró, V.J. Tectonic cycles and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins // *Geological Society of America Bulletin*. 1978. V. 89. P. 181 – 191.
  33. Veevers J.J., Clare A., Wopfner, H. Neocraton-ic magmatic-sedimentary basins of post-Variscan Europe and post-Kanimbian eastern Australia generated by right-lateral transtension of Permo-Carboniferous Pangaea // *Basin Research*. 1994. V. 6. P. 141 – 157.
  34. Sloss L.L. Sequences in the cratonic interior of North America // *Geological Society of America Bulletin*. 1963. V. 74. P. 93 – 114.
  35. Sloss L.L. Tectonic evolution of the craton in Phanerozoic time // *Sedimentary Cover-North American Craton, The Geology of North America*, v. D-2. Boulder: Geological Society of America, 1988. P. 25 – 51.
  36. Wheeler H.E. Post-Sauk and Pe-Absaroka Paleozoic Stratigraphic Patterns in North America // *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*. 1963. V. 47. P. 1497 – 1526.
  37. Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein, F.M. *A Concise Geologic Time Scale 2016*. Amsterdam: Elsevier, 2016. – 234 p.
  38. Бубличенко Н.Л. Брахиоподы нижнего карбона Рудного Алтая (свиты бухтарминская, ульбинская, праволоктевская). – Алма-Ата: Наука, 1976. – 208 с.
  39. Бетехтина О.А., Горелова С.Г., Дрягина Л.Л., Данилов В.И., Батяева С.Г., Токарева П.А. Верхний палеозой Ангариды (фауна и флора). – Новосибирск: Наука, 1988. – 205 с.
  40. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-46 - Абакан. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. – 391 с.
  41. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист M-46-Кызыл. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. – 349 с.
  42. Парначев В.П., Парначев С.В. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска. – Томск: изд. ТГУ, 2010. – 144 с.
  43. Гутак Я.М., Родыгин С.А., Толоконникова З.А. Нижняя граница каменноугольной системы в западной части Алтае-Саянской складчатой области // *Верхний палеозой России: Стратиграфия и палеогеография*. – Казань: изд. КГУ, 2007. С. 94 – 97.
  44. Abbott D.H., Isley A.E. The intensity, occurrence, and duration of superplume events and eras over geological time // *Journal of Geodynamics*. 2002. V. 34. P. 265 – 307.
  45. Ross C.A., Ross J.R.P. Late Paleozoic depositional sequences are synchronous and worldwide // *Geology*. 1985. V. 13. P. 194 – 197.
  46. Saunders W.B., Ramsbottom W.H.C. The mid-Carboniferous eustatic event // *Geology*. 1986. V. 14. P. 208 – 212.
  47. Montanez I.P., Poulsen C.J. The late Paleozoic ice age: An evolving paradigm // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 2013. V. 41. P. 629 – 656.
  48. Smith A.G., Pickering, K.T.. Oceanic gateways as a critical factor to initiate icehouse Earth // *Journal of the Geological Society, London*. 2003. V. 160. P. 337 – 340.
  49. Fielding C.R., Frank T.D., Isbell J.L. The late Paleozoic ice age - A review of current understanding and synthesis of global climate patterns // *Special Paper of the Geological Society of America*. 2008. No. 441. P. 343 – 354.
  50. Isbell J.L., Henry L.C., Gulbranson E.L., Limarino C.O., Fraiser, M.L., Koch Z.J., Ciccioli P.L., Dineen A.A. Glacial paradoxes during the late Paleozoic ice age: Evaluating the equilibrium line altitude as a control on glaciation // *Gondwana Research*. 2012. V. 1-19.
  51. Griffis N., Mundil, Montañez I.P., Isbell J., Fedorchuk N., Vesely F., Iannuzzi R., Yin, Q.-Z. A new stratigraphic framework built on U-Pb single-zircon TIMS ages and implications for the timing of the penultimate icehouse (Paraná Basin, Brazil) // *Bulletin of the Geological Society of America*. 2018. V. 130. P. 848 – 858.

С.Н. Ширяев<sup>1</sup>, П.Г. Агеев<sup>2</sup>, А.А. Черепов<sup>1</sup>, О.А. Петрова<sup>3</sup>, В.Н. Фрянов<sup>4</sup><sup>1</sup>ООО «Распадская угольная компания»<sup>2</sup>ООО «Георезонанс»<sup>3</sup>Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева<sup>4</sup>Сибирский государственный индустриальный университет

## ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Одной из проблем современных угольных шахт в России и за рубежом является высокая природная метаноносность угольных пластов на глубине более 400 м, которая приводит к выделению метана в количестве более 20 м<sup>3</sup>/т добытого угля. Для оценки влияния метаноносности угольных пластов на темпы проведения подготовительных выработок на шахтах Кузбасса проведены натурные исследования. На рис. 1 показаны гистограммы распределения фактических и плановых темпов подвигания подготовительных забоев на пласте 48 шахты «Ерунаковская VIII», Кузбасс. Отчетливо проявляется стохастический характер распределения темпов подвигания подготовительных забоев. Отклонения фактических темпов проведения выработок от плановых в среднем по отдельным подготовительным забоям достигают 21 %.

Одной из причин снижения темпов подвигания подготовительных забоев являются их про-

стои и выполнение вспомогательных работ. Для оценки вида простоев проведены хронометражные наблюдения длительности процессов и операций, выполняемых в подготовительном забое. По результатам статистической обработки хронометражных наблюдений установлено, что в условиях шахты «Распадская-Коксовая» полезный фонд рабочего времени составляет 85,8 %. Структура видов простоев в одном из подготовительных забоев шахты «Распадская-Коксовая» показана на рис. 2.

Основная доля простоев подготовительных забоев (67 %) связана с реализацией мероприятий по дегазации углепородного массива и обеспечением регламентированных Правилами безопасности [1] параметров шахтной атмосферы.

Проведенный расчет и анализ хронометражных наблюдений по другим подготовительным и очистным забоям показал, что при устранении

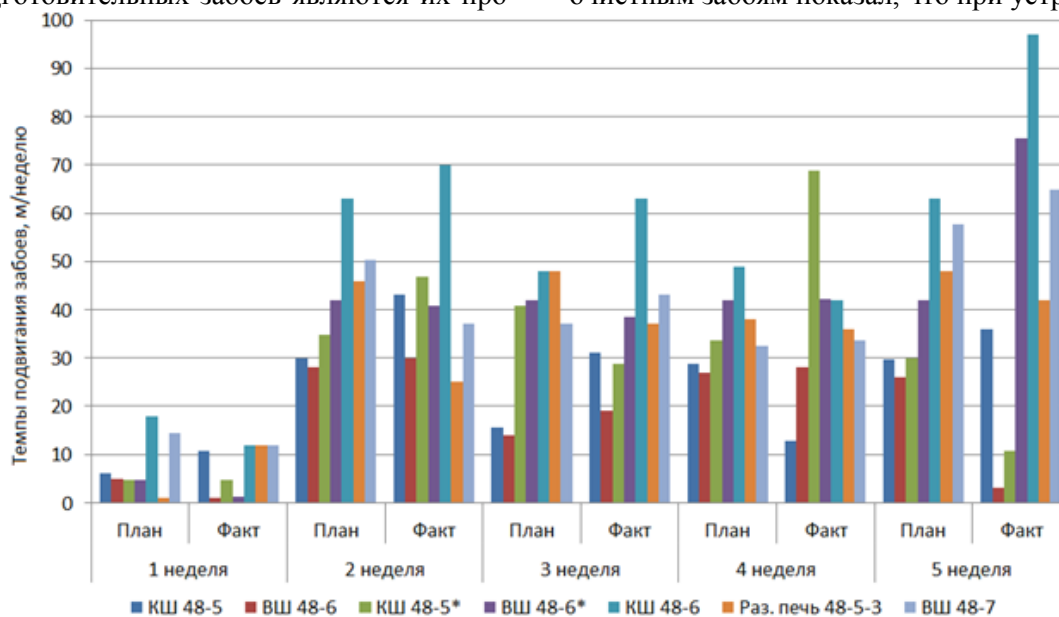


Рис. 1. Графики изменения темпов подвигания подготовительных забоев шахты «Ерунаковская-VIII», Кузбасс: КШ 48-5 – конвейерный штрек 48-5; ВШ 48-6 – вентиляционный штрек 48-6; КШ 48-5\* – конвейерный штрек 48-5; ВШ 48-6\* – вентиляционный штрек 48-6 (встречный забой); КШ 48-6 – конвейерный штрек 48-6; разрезная печь 48-5-3 – разрезная печь 48-5-3; ВШ 48-7 – вентиляционный штрек 48-7

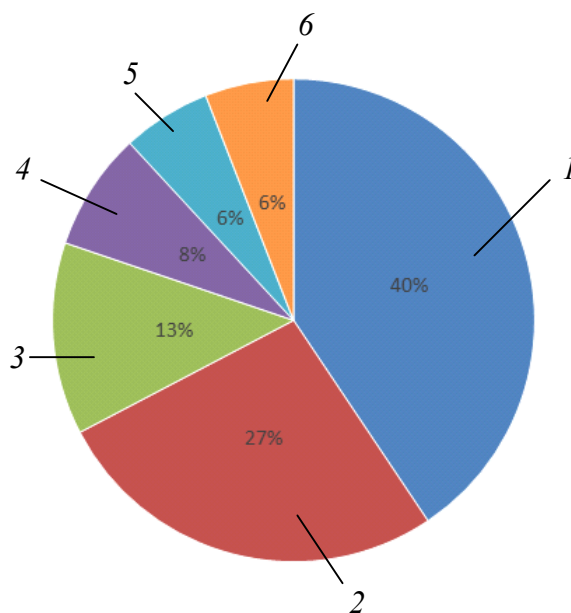


Рис. 2. Распределение простоев в проходческих забоях шахты «Распадская-Коксовая», октябрь 2016 г.:  
 1 – бурение профилактических скважин; 2 – превышение уровня CH<sub>4</sub>; 3 – прочие организационные простои;  
 4 – ремонты оборудования; 5 – отсутствие электроэнергии; 6 – поломка ленточного конвейера

влияния негативных факторов, связанных с газовой выделением, темпы проведения горных работ можно увеличить в 1,3 раза, а добычу угля из очистных забоев в 1,4 раза. Следовательно, проведение исследований взаимодействия геомеханических и газодинамических процессов в угленосном массиве с целью устранения ограничений по газовому фактору является актуальной научно-практической задачей.

Для решения поставленной задачи проведены анализ и оценка эффективности способов и средств извлечения метана угленосных пластов при их подземной разработке [2 – 6]. Выделены перспективные технологии извлечения метана на стадиях подготовки и отработки угольных месторождений, эффективность которых указана в табл. 1.

Наиболее эффективно происходит дегазация угольных пластов при активном воздействии на угольный пласт (табл. 1). Целью такого воздействия является повышение газопроницаемости угольного пласта. Среди способов активного воздействия на угольный пласт следует выделить следующие: гидрорасчленение, пневмовоздействие, пневмогидроимпульсное воздействие, воздействие физическими полями, вибрацией, пульсацией, нагнетанием и сбросом давления флюида, плазменно-импульсная дезинтеграция массива горных пород и др.

Дегазация с предварительным гидрорасчленением угольных пластов осуществляется через скважины поэтапно: гидродинамическое воздействие, освоение скважин в виде выдержки рабочей жидкости в пласте, промывка скважины, каптаж

метана самоистечением или с помощью вакуум-насосной установки. Примером применения активного воздействия на угольный пласт являются технологические решения по извлечению метана из угленосного массива, предложенные в работе ученых Республики Казахстан [7]. Авторы утверждают, что применение нескольких техногенных воздействий на породы через скважины, пробуренные с земной поверхности, не обеспечивает проектный дебит метана. Из 150 скважин в Карагандинском угольном бассейне только одиночные скважины давали приток газа 3 – 4 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Отмечается высокая трудоемкость и энергоемкость применения гидравлического разрыва пласта при низкой эффективности этого способа. Причинами снижения газоотдачи пласта после его гидрорасчленения является блокирование метана в порах и запыление трещин набухающими глинистыми частицами.

Перспективным направлением повышения проницаемости угольных пластов при заблаговременной дегазации является плазменно-импульсная дезинтеграция массива горных пород.

Технология заблаговременной дегазации свиты угленосных пластов с использованием предварительной плазменно-импульсной дезинтеграции массива горных пород и снижения уровня воды в массиве горных пород с целью извлечения вместе с водой газа и мелкодисперсных частиц угля разработана ООО «Георезонанс» [8 – 12].

Сущность метода состоит в следующем. После бурения с земной поверхности скважины в нее вставляется скважинный источник сейсмической энергии, который состоит из плазменно-

Способы и схемы дегазации углеметановых пластов

Способы и схемы дегазации источников метановыделения	Условия применения	Период каптажа метана, месяц	Коэффициент дегазации	
			без воздействия на угольный пласт	при активном воздействии на угольный пласт
Заблаговременная дегазация	Неразгруженные пласты, скважины пробуренные с земной поверхности	24 – 48	0,30 – 0,50	0,50 – 0,70
Предварительная дегазация	Неразгруженные пласты, скважины пробуренные из подземных выработок	6 – 12	0,15 – 0,25	0,20 – 0,50
Текущая дегазация	Неразгруженные пласты, барьерные или забойные скважины, пробуренные из подземных выработок	1 – 2	0,15 – 0,30	0,20 – 0,45
Дегазация подработанных пластов и выработанных пространств	Скважинами, пробуренными с земной поверхности	3 – 12		
	Скважинами, пробуренными из подземных выработок	3 – 12	0,30 – 0,40	0,50 – 0,80

импульсного разрядника, блока накопителей электрической энергии, зарядного устройства, системы управления механизмом подачи проводника для замыкания электродов [8]. Под влиянием интенсивного расширения плазменного канала между специальными электродами скважинного источника сейсмической энергии возникают мощные волны сжатия, а при замыкании проводников происходит взрыв и формируется мощная ударная волна, сжимающая и растягивающая окружающую среду. В горном массиве возникают микротрещины, которые заполняются водой и газом. В процессе откачки воды насосами по трещинам формируются фильтрационные потоки, в которых пузырьки газа являются «наездниками» на молекулах воды. В итоге вместе с водой и в затрубном пространстве дегаза-

ционной скважины выделяется метан. Уровень воды, необходимый для миграции воды и газа, регулируется с помощью автоматизированной системы управления технологическими процессами эксплуатации дегазационных скважин.

Результаты внедрения плазменно-импульсной дегазации углелодной толщи на шахте «Ерунаковская VIII» в Кузбассе представлены на рис. 3.

Процесс дегазации после плазменной дезинтеграции угольных пластов после начала откачки воды, как правило, характеризуется повышением дебита метана. Однако дебит метана неустойчивый, что связано с недостаточной надежностью оборудования и несоответствием теоретических положений фильтрации водогазовой среды в угольных пластах.

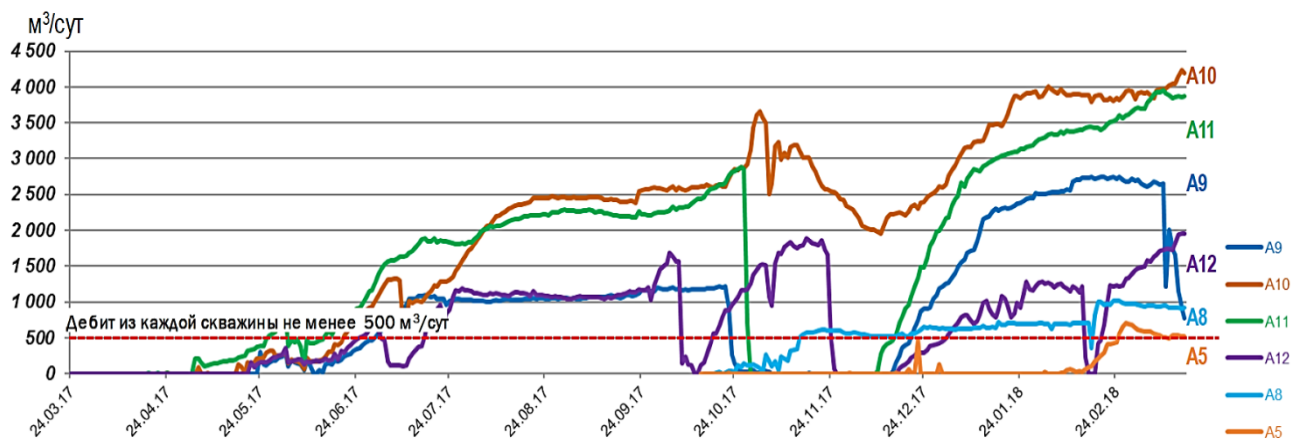


Рис. 3. Дебит метана при дегазации углеметановых пластов по скважинам после плазменно-импульсного воздействия на горный массив

**Условия применения плазменно-импульсного воздействия (ПИВ) на угольный пласт и скважин направленного бурения (СНБ), 2017 г.**

Показатель	Значение показателя при применении	
	ПИВ	СНБ
Количество скважин	В работе 4 скважины из 8 (А9-А12)	Отбурено 10 скважин (9,7 км)
Параметры дегазируемого участка		
- запасы угля в блоке, тыс. т	750	600
- запасы метана, тыс. м <sup>3</sup>	18 000	12 000
- природная газоносность, м <sup>3</sup> /т	24	20
Начало работы скважин	Май 2017 г.	Май 2017 г.
Результаты работы скважин		
- средний дебит метана из одной скважины, м <sup>3</sup> /сут.	1 025	1 904
- объем извлеченного метана, тыс. м <sup>3</sup>	615	2 865
- снижение газоносности в расчетном блоке, м <sup>3</sup> /т	0,8	4,8
- остаточная газоносность, м <sup>3</sup> /т	23,2	15,2
Стоимость извлечения 1 м <sup>3</sup> СН <sub>4</sub> , руб., за 5 мес.	97,5	8,5
Затраты, млн. руб.	на 4 скважины 60	на 10 скв. 24,2 (стоимость 1 м скважины 2 500 руб.)
Время работы скважин до запуска лавы, год	4	1

Перспективным направлением повышения эффективности дегазации угольных пластов является применение скважин направленного бурения. Эффективность этого способа доказана на шахтах Австралии. На шахтах Кузбасса в настоящее время осуществляется опытно-промышленное внедрение скважин направленного бурения [3, 4]. При этом бурятся дегазационные скважины длиной 1200 м диаметром 93 мм. Устье скважины обсаживается медной трубой на 12 м. В скважину, на всю ее глубину, вводится полиэтиленовая труба для дренажа газа от дна скважины (происходит увеличение скорости движения газовой смеси). В дальнейшем на устье скважины происходит отделение газа от капель воды и по скважине газ дренирует на поверхность. Выход метана составляет 95,5 %. На поверхности газ сжигается. Дегазация проводится за два года до начала работы очистного забоя и за 9 месяцев до начала работ по проведению выработок, оконтуривающих выемочный участок.

В табл. 2 и 3 приведены данные для сравнения эффективности двух способов дегазации в условиях шахты «Ерунаковская VIII» в Кузбассе.

Как следует из анализа результатов промышленного применения, оба способа являются перспективными и обеспечивают устойчивую работу очистных и подготовительных забоев за счет сокращения их простоев по газовому фактору.

**Выводы.** Согласно результатам анализа применение плазменно-импульсного воздействия на угольный пласт и скважин направленного бурения является перспективным, обеспечивает высокие месячные темпы проведения подготовительных выработок 200 – 400 м и добычу угля из одного очистного забоя 15 – 30 тыс. т в месяц. Удельные затраты на извлечение метана с применением скважин направленного бурения на порядок ниже по сравнению с дегазацией после плазменно-импульсного воздействия на угольный массив.

**Извлечение метана с применением плазменно-импульсного воздействия на угольный пласт и скважин направленного бурения, 2017 г.**

Способ дегазации	Извлечение метана, тыс. м <sup>3</sup>					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	итого
ПИВ, выемочный участок 48-9	15	48	141	203	207	615
СНБ, выемочный участок 48-6	60	388	670	1181	557	2856

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Правила безопасности в угольных шахтах. Приказ Ростехнадзора от 19.11.2013 № 550 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности в угольных шахтах" (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 № 30961). – М.: Федеральная служба по экологии, технологическому и атомному надзору, 2013. – 100 с.
2. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 22. – М.: ЗАО Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2012. – 250 с.
3. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов / А.Д. Рубан, В.Б. Артемьев, В.С. Забурдяев, В.Н. Захаров, А.К. Логинов, Е.П. Ютяев. – М.: Горная книга, 2010. – 500 с.
4. Дегазация газа метана из угольных пластов и вмещающих пород на шахтах Кузбасса. История. Действительность. Будущее / А.В. Ремезов, В.Г. Харитонов, А.И. Жаров, Д.И. Жмуровский, В.О. Торро, Н.В. Рябков. – Кемерово, 2012. – 848 с.
5. Пучков, Л.А., Сластунов С.В., Коликов К.С. Извлечение метана из угольных пластов. – М.: изд. Московского государственного горного университета, 2002. – 383 с.
6. Родин Р.И. Эффективность дегазации шахт Кузбасса // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2011. № 2. С.116 – 119.
7. Вареха Ж.П., Лис С.Н. Технологические решения по извлечению метана из углепородного массива // Горный журнал Казахстана. 2016. № 2. С. 6 – 9.
8. Агеев П.Г., Агеев Н.П., Агеев Д.П., Десяткин А.С., Пашенко А.Ф. Плазменно-импульсное воздействие – инновационный подход к добыче традиционных и нетрадиционных углеводородов и заблаговременной дегазации угольных пластов // Бурение и нефть. 2016. № 7-8. С. 34 – 40.
9. Пашенко А.Ф., Авдеев П.Г. Плазменно-импульсная технология повышения нефтеотдачи: оценка параметров механического воздействия // Наука и техника в газовой промышленности. 2015. № 3(63). С. 17 – 26.
10. Пат. 2521098 РФ. Способ добычи метана из угольных пластов / П.Г. Агеев, Н.П. Агеев, В.В. Стрельченко; ООО «Георезонанс». № 2012141137/03; заявл. 27.09.2012; опубл. 10.04.2014. Бюл. № 10.
11. Пат. 2554611 РФ. Способ добычи метана из угольных пластов / П.Г. Агеев, Н.П. Агеев, В.В. Стрельченко; ООО «Георезонанс». № 2014108013/03; заявл. 04.03.2014; опубл. 27.06.2015. Бюл. № 18.
12. Пат. 2521098 РФ. Скважинный источник сейсмической энергии (варианты) / П.Г. Агеев, А.А. Молчанов, В.Н. Сидора; ООО «Георезонанс». № 2011108527/03; заявл. 05.03.2011; опубл. 10.06.2011. Бюл. № 16.

© 2018 г. С.Н. Ширяев, П.Г. Агеев, А.А. Черепов, О.А. Петрова, В.Н. Фрянов  
Поступила 3 сентября 2018 г.

УДК 622.822.2

*Т.В. Лобанова*

**Научно-исследовательский центр «Геомеханика»**

**ДИАГНОСТИКА ДЕФОРМИРОВАНИЯ СТВОЛОВ ТАШТАГОЛЬСКОГО РУДНИКА  
ДЛЯ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ ИХ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ  
ПОДРАБОТКЕ**

Отработка запасов Таштагольского месторождения осуществляется в условиях развития процессов сдвижения земной поверхности и горных пород. Отставание строительства основных сооружений новой промплощадки взамен существующих привело к истощению свободных за-

пасов и размещению основных запасов руд Восточного участка в предохранительных целиках под существующими промышленными сооружениями и рекой Кондома. В пределы зоны влияния горных работ на земной поверхности попадают





Рис. 1. План поверхности Восточного участка с положением границ зон сдвижения:

1 – 5 – разломы Холодный, Кондомский, Нагорный, Шахтерский лог, Диагональный соответственно; 6 – субмеридиональное тектоническое нарушение; 7 – 10 – границы зоны обрушения, зоны трещин, зоны опасных сдвижений и мульды сдвижения

практически все сооружения действующей промплощадки и река Кондома, причем большая часть этих сооружений находится уже в зоне опасных сдвижений (рис. 1), что требует не только инструментального контроля, но и диагностики их деформирования на основе выяв-

ленных закономерностей и особенностей сдвижения пород месторождения. Особенно актуально это для объектов I категории охраны: стволов «Северный» и «Ново-Капитальный».

Стволы «Северный» и «Ново-Капитальный» с сооружениями их надшахтных комплексов по-

пали в зону опасных сдвижений в результате отработки запасов Восточного участка месторождения системой разработки с обрушением руд и вмещающих пород. В 2011 г. начата отработка запасов слепых рудных тел Северо-Западного участка и северного торца Восточного участка технологией с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями под объектами железной дороги и г. Таштагол.

В настоящее время несмотря на значительные объемы горных разработок с закладкой выработанного пространства добыча руды системой разработки с обрушением в общей добыче по месторождению составляет большую часть. Этим обусловлено развитие процессов сдвижения и деформирования горных пород на всех отработываемых участках месторождения, где, однако, имеются свои особенности.

Эксплуатация стволов «Северный» и «Ново-Капитальный» с сооружениями их надшахтных комплексов осуществляется в условиях допустимых предельных деформаций, рекомендованных действующими в регионе «Указаниями по охране сооружений...» [1]. Эксплуатация охраняемых объектов при превышении допустимых величин обеспечивается систематическим инструментальным контролем деформирования земной поверхности и строительных конструкций зданий и сооружений согласно разработываемым мерам охраны [2].

Инструментальные наблюдения за сдвижением горных пород Таштагольского месторождения, исследования развития процессов сдвижения, выбор мер охраны, разработка рекомендаций и заключений проводятся Научно-исследовательским центром «Геомеханика» СибГИУ на основании лицензии на осуществление деятельности по производству маркшейдерских работ № ПМ-68-001801 от 26.08.2011 г.

Диагностика деформирования стволов «Северный» и «Ново-Капитальный» выполнена на основе исследований изменения сдвижений (рис. 2, 3) и деформаций стволов по глубине и во времени.

Установлены закономерности развития во времени смещений, наклонов и кривизны стволов; выявлена изменчивость векторов смещения стволов по их глубине на горизонтах шахты; определена траектория их смещения во времени и в пространстве; выполнена оценка их изменения с увеличением глубины горных разработок и фронта очистных работ по простиранию месторождения.

В результате выполненных исследований установлены некоторые особенности.

Максимальные смещения и деформации развиваются в стволе «Северный», что вполне закономерно в связи с более близким его расположением к выработанному пространству, чем ствол «Ново-Капитальный».

В 2018 г. смещение Северного ствола на гор. +450 м относительно гор. –280 м составило 798 мм и уменьшилось на 21 мм по сравнению с сентябрем 2017 г., когда оно достигало 816 мм и было максимальным за весь период эксплуатации ствола. Также обратные смещения наблюдали в период 2014 – 2015 гг. с максимальными скоростями смещений до 23 – 27 мм/год на гор. +450 ÷ +270 м. Следует отметить, что такой характер смещения ствола зафиксирован на всех горизонтах шахты, но только с разными скоростями, уменьшающимися с увеличением глубины ствола. Максимальные скорости смещения стенок ствола на гор. +450 м в направлении горных работ наблюдали в 2001 – 2002 гг. и составляли 68 мм/год. В 2002 – 2003 гг. были зафиксированы максимальные обратные смещения ствола в сторону нетронутого массива, которые на гор. +450 м достигали 53 мм, а в следующий период 2003 – 2004 гг. сменились вновь прямыми смещениями до 62 мм. Аналогичные процессы сдвижения наблюдаются как в горных породах, так и на земной поверхности.

Наклон Северного ствола на отдельных его участках между горизонтами шахты отличается существенной изменчивостью по глубине ствола, особенно на верхних горизонтах: +450 ÷ +210 м. В этаже +450 ÷ +390 м развивается максимальный наклон стенок ствола, который в 2018 г. составил 4,65 мм/м, а в 2017 г. достигал 4,75 мм/м при допустимой величине 5 мм/м. В этаже +330 ÷ +270 м вследствие близких величин смещений на гор. +330 и +270 м наблюдается минимальный наклон ствола, который в 2016 г. был близок к нулю. Следует отметить выправление наклона ствола на участке от гор. +210 до гор. –280 м, где он изменяется плавно, уменьшаясь с увеличением глубины ствола, и не вызывает его искривления.

На гор. +270 м развивается максимальная кривизна вогнутого характера, которая возникает в результате разнонаправленных наклонов в этажах +330 – +270 м и +270 ÷ +210 м и является обратной общему характеру деформирования ствола. Допустимый параметр кривизны не регламентируется нормативными документами, однако он отражает возможность осложнения работы клетьевого подъема на этом участке ствола.

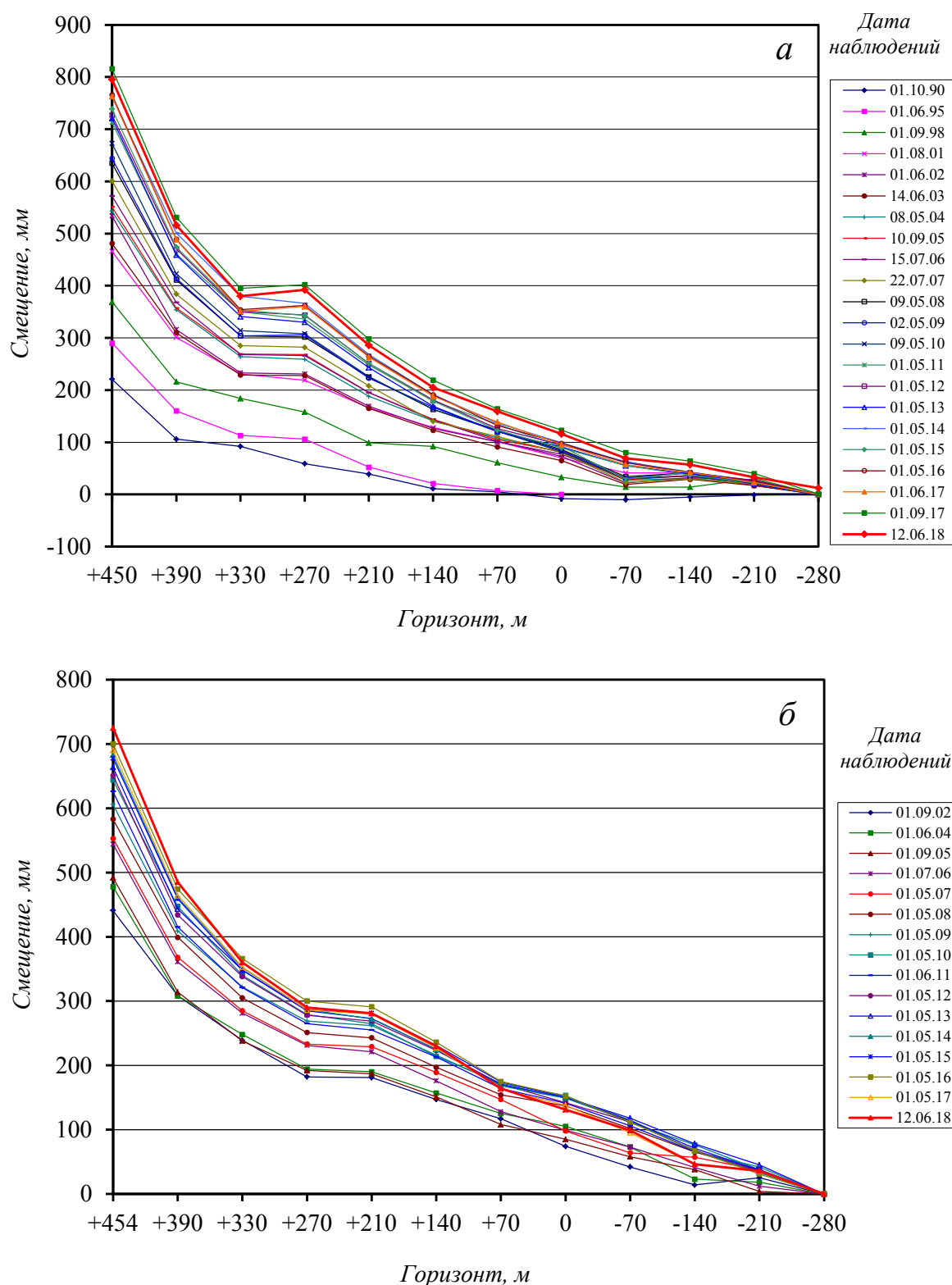


Рис. 2. Смещения стволов по горизонтам шахты в различные дни наблюдений:  
 а – ствол «Северный»; б – ствол «Ново-Капитальный»

Смещение устья ствола «Ново-Капитальный» относительно гор. -280 м на отметке +454 м в 2018 г. достигло 725 мм и по сравнению с 2016 г. увеличилось на 25 мм. Максимальная скорость смещения ствола 52 мм/год зафиксирована в период 2005 – 2006 гг., однако в дальнейшем таких скоростей не наблюдали и не ожидается.

В развитии смещений ствола выделяются также периоды обратных смещений, когда смещение ствола как на земной поверхности, так и по горизонтам шахты уменьшалось. На верхних горизонтах это наблюдали в 2011 и 2015 гг., когда обратные смещения достигали 32 мм на гор. +390 м.

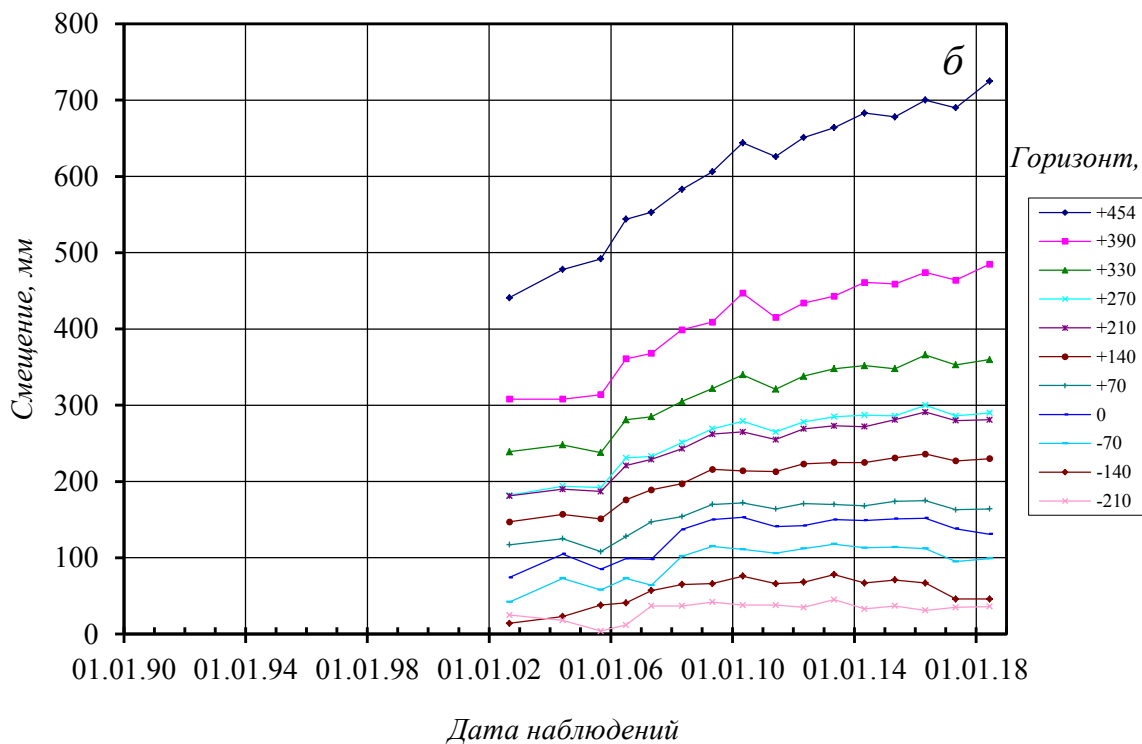
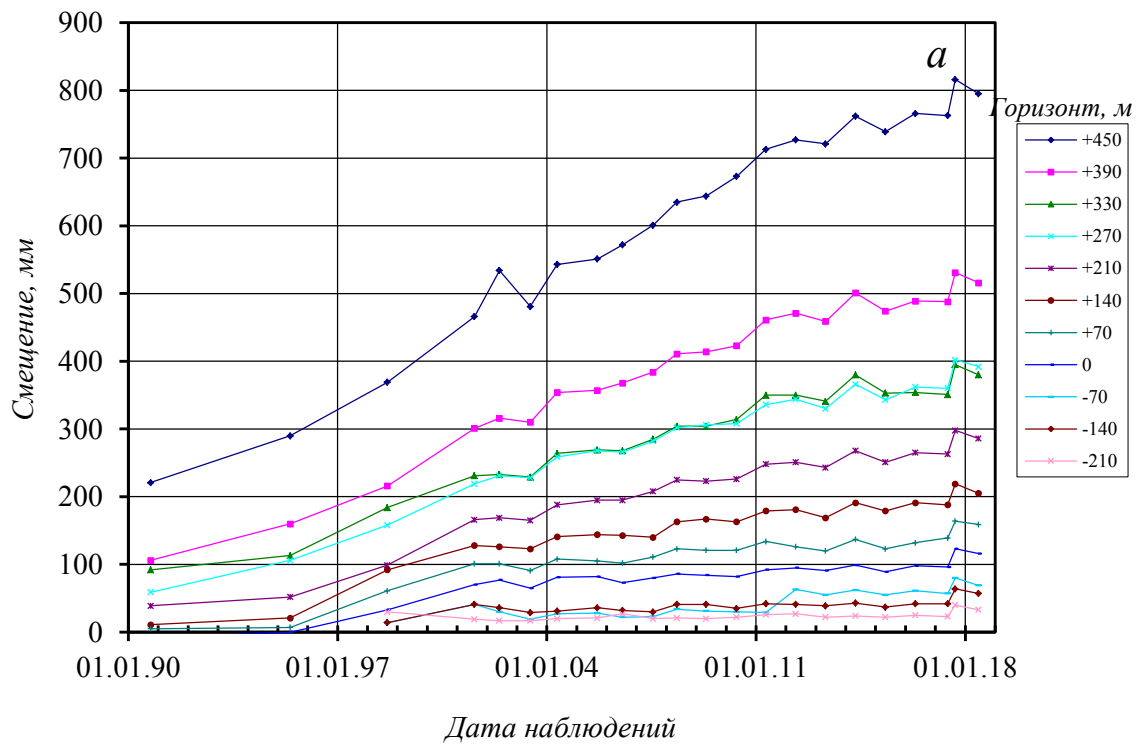


Рис. 3. Развитие во времени смещений стволов на горизонтах шахты  
 а – ствол «Северный»; б – ствол «Ново-Капитальный»

Средний наклон ствола, равный 0,99 мм/м, составляет около 50 % от допустимой величины 2 мм/м и во времени изменяется незначительно. Наклон ствола на отдельных его участках между горизонтами шахты отличается существенной изменчивостью по глубине ствола. Максимальный наклон ствола наблюдается в этаже +450 ÷ +390 м и в 2018 г. составил 3,75 мм/м при до-

пустимой величине наклона 5 мм/м. На верхних горизонтах от устья ствола до гор. +270 м происходит уменьшение смещения стенок ствола и уменьшается наклон, который в этаже +270 ÷ +210 м в 2016 г. был близок к нулю. Ниже гор. +210 м наклон вновь начинает расти, но изменяется незначительно.

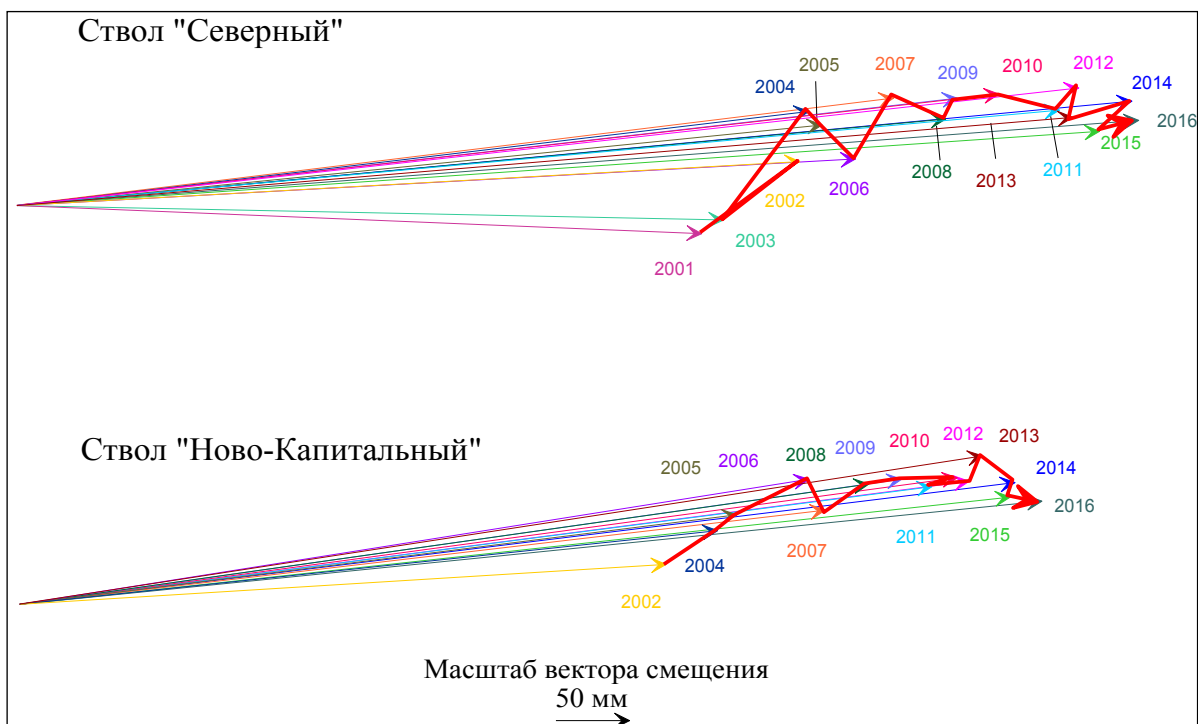


Рис. 4. Векторы максимальных смещений стволов на гор. +450 м

В соответствии с изменением наклонов изменяется и кривизна ствола, максимальные величины которой наблюдаются от земной поверхности до гор. +210 м. Допустимый параметр кривизны не регламентируется нормативными документами, однако он отражает возможность осложнения работы подъемных сосудов (в данном стволе – клетки и скипов).

Векторы смещения стволов как на земной поверхности (гор. +450 м), так и на горизонтах шахты в одни и те же периоды наблюдений существенно отличаются по своей ориентации относительно фронта очистных работ (рис. 4, 5), а траектория движения по горизонтам отражает существенную искривленность стволов.

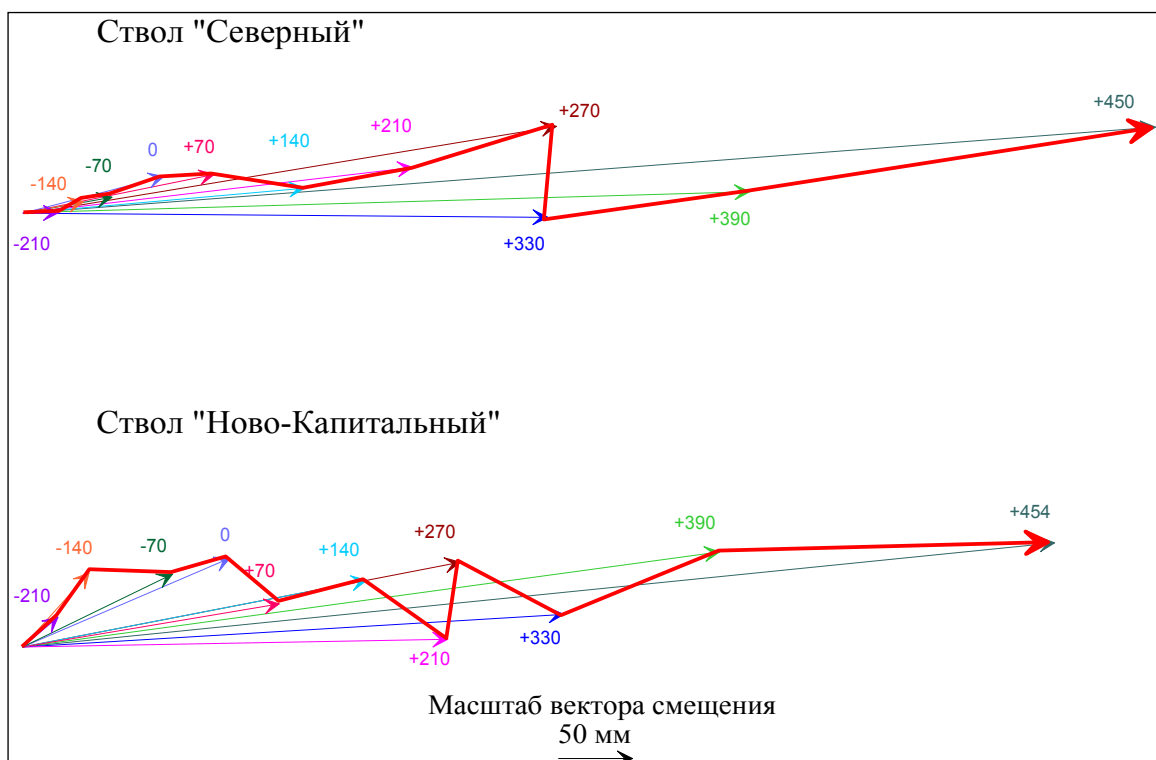


Рис. 5. Векторы смещения стволов по горизонтам шахты  $-210 \div +454$  м

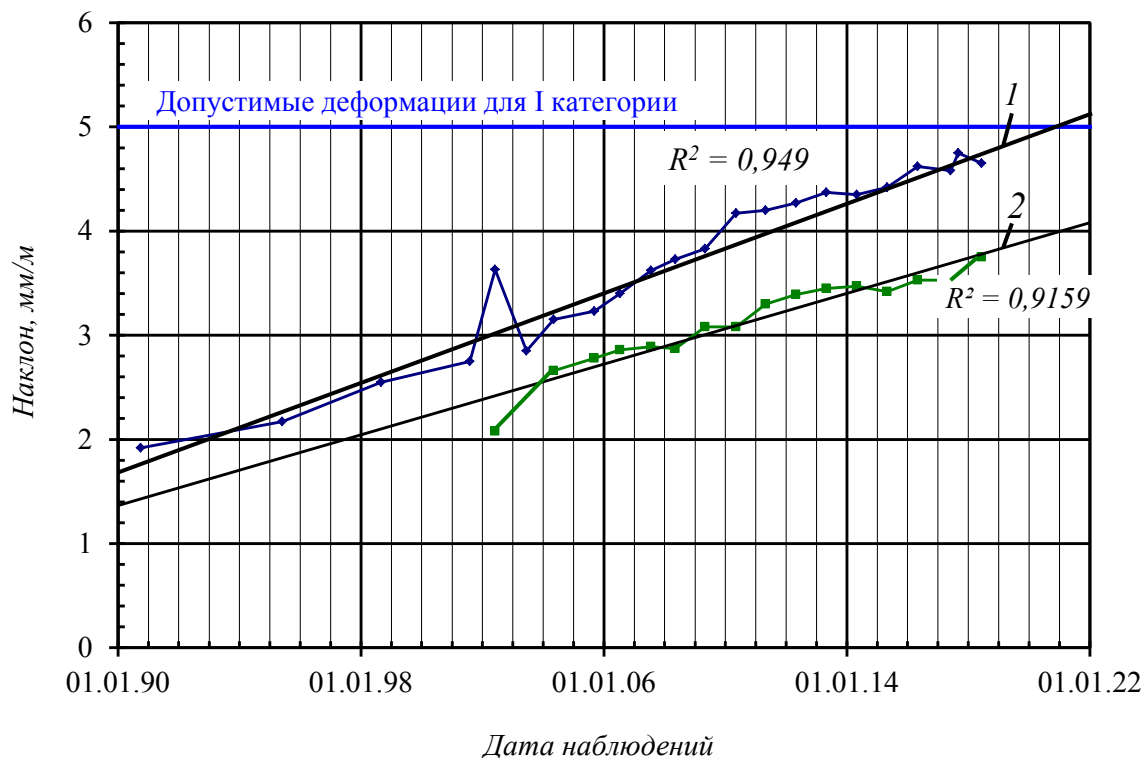


Рис. 6. Максимальные наклоны стволов "Северный" (1) и "Ново-Капитальный" (2) в этаже +390 ÷ +450 м

В последние годы несмотря на увеличение концентрации очистных работ системами с обрушением руд и вмещающих пород на северном фланге Восточного участка закономерного направления вектора смещения стволов в сторону выработанного пространства не наблюдается. Это говорит о том, что на смещение и деформирование стволов Таштагольской шахты влияют не только горные разработки, но и другие факторы. В первую очередь это изменение действующего в районе месторождения поля напряжений, которое происходит как под влиянием техногенных, так и природных факторов.

Характер изменения во времени смещения стволов на гор. +450 м и горизонтальных сдвижений реперов профильных линий «Шх. Северная» и «Западная» в районе стволов близок. В последние годы и в стволах, и на земной поверхности наблюдается снижение скоростей сдвижений, что обусловлено сокращением количества массовых взрывов и их мощности, а также в целом снижением объемов добычи системой разработки с обрушением руд и вмещающих пород по Восточному участку месторождения. Исходя из того, что объемы добычи на Восточном участке системой с обрушением в 2018 – 2019 гг. планируются на уровне 2015 – 2017 гг., а в последующем будут снижаться, не ожидается увеличения скоростей сдвижений и деформаций в районе стволов.

Развитие смещений и деформаций стволов во времени описывается линейным законом. Закономерное изменение смещений во времени с высокими (0,80 – 0,99) коэффициентами корреляции выявленных зависимостей установлено практически на всех горизонтах шахты. Достоверность закономерностей развития во времени наклонов и кривизны ниже и установлена только на верхних горизонтах, где наблюдаются максимальные деформации. Однако этого вполне достаточно для определения ожидаемых деформаций при дальнейшей эксплуатации стволов.

Максимальный наклон стволов «Северный» и «Ново-Капитальный» в этаже +450 ÷ +390 м изменяется во времени плавно и описывается линейным законом развития деформаций во времени с коэффициентами детерминации 0,916 – 0,949 (рис. 6) или коэффициентами корреляции 0,96 – 0,97.

В связи с наличием большого количества коммуникаций в стволе «Северный» эксплуатация его за пределами допустимых наклонов на отдельных участках ствола, равных 5 мм/м [1], вероятнее всего, будет затруднена. Поэтому следует ориентироваться на эксплуатацию ствола как объекта I категории охраны при фактических максимальных наклонах ствола в этаже +390 ÷ +450 м до уровня допустимых деформаций, достижение которых ожидается в конце 2020 г.

Эксплуатация ствола «Ново-Капитальный» также может быть ограничена 2020 г. по условию достижения допустимого наклона оси вала клетевой подъемной машины и допустимых деформаций растяжения для здания подъемных машин.

Для обеспечения безопасной эксплуатации стволов, их армировки и коммуникаций в стволах при достигнутых и ожидаемых деформациях разработан комплекс наблюдений и мероприятий (см. таблицу).

Периодичность инструментальных и визуальных наблюдений определяется состоянием подрабатываемого объекта, уровнем фактических сдвижений и деформаций, их соотношением с допустимыми и предельными деформациями, скоростями роста деформаций.

В процессе дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений стволов «Северный» и «Ново-Капитальный» при приближении фактических деформаций земной поверхности к предельным рекомендуется проводить ежемесячные контрольные наблюдения [3] по станциям ственных реперов внутри зданий.

Наблюдения за сдвижением земной поверхности, деформированием зданий и сооружений должны производиться в соответствии с «Инструкцией по наблюдениям за сдвижением...» [4] и соответствовать требованиям «Указаний по охране сооружений...» [1] и «Методических указаний по применению конструктивных мер защиты...» [3].

Опыт эксплуатации шахтных стволов Таштагольского рудника [2, 5, 6], а также развитие деформационных процессов земной поверхности в последние годы показывает, что для безопасной

эксплуатации подрабатываемых объектов необходимым условием является соблюдение следующих мероприятий:

1 – проведение контрольных инструментальных наблюдений за сдвижением горных пород месторождения и деформированием охраняемых сооружений, выполняемых специализированной организацией, которая имеет лицензию на производство маркшейдерских работ, совместно с маркшейдерской службой шахты;

2 – оперативный контроль за состоянием подрабатываемых зданий и сооружений и своевременное проведение их текущих ремонтов для поддержания в работоспособном состоянии;

3 – своевременное проведение экспертизы промышленной безопасности подрабатываемых объектов;

4 – исследование развития процессов сдвижения земной поверхности и деформирования сооружений во времени, выполняемые специализированной организацией, которая имеет лицензию на производство маркшейдерских работ, с анализом полученных данных, оценкой уровня достигнутых величин, определения закономерностей деформирования подрабатываемых сооружений и расчетом ожидаемых деформаций и предельных параметров безопасной эксплуатации зданий и сооружений;

5 – определение вертикальности (наклона) стволов специализированной организацией согласно разработанной Программе наблюдений;

6 – ежесуточный оперативный контроль за состоянием крепи и армировки стволов и их своевременный текущий ремонт;

7 – проведение ежегодного капитального ремонта крепи и армировки стволов;

### Программа наблюдений

Вид наблюдений		Срок выполнения	Ответственный за выполнение
1	Инструментальные наблюдения по всем профильным линиям наземной наблюдательной станции, специальным наблюдательным станциям в районах подрабатываемых объектов и подземным наблюдательным станциям в главных выработках шахты на участках «Восточный» и «Северо-Западный»	Один раз в год	НИЦ «Геомеханика» СибГИУ по договору с АО «Евразруда»
2	По подрабатываемым объектам		
2.1	Ствол «Северный»		
	1) инструментальные наблюдения по характерным реперам профильной линии «Шх. Северная» и сетевой станции реперов вокруг сооружений ствола «Северный» на поверхности	Три раза в год в весенне-осенний период (май, июль, сентябрь)	НИЦ «Геомеханика» СибГИУ по договору с АО «Евразруда»
	2) инструментальные наблюдения по ственным реперам в зданиях вентустановки и подъемной машины с привязкой к реперам линии «Шх. Северная»	Два раза в год (май, сентябрь)	Главный маркшейдер шахты
	3) проверка наклона ствола	Два раза в год	Главный маркшейдер шахты

Вид наблюдений		Срок выполнения	Ответственный за выполнение
	4) проверка геометрических элементов подъемного комплекса	Один раз в год	Главный маркшейдер шахты
	5) проверка наклона копра	Три раза в год в весенне-осенний период (май, июль, сентябрь)	Главный маркшейдер шахты
	6) осмотр крепи и армировки ствола	Один раз в месяц	Главный инженер шахты
	7) осмотр и контроль состояния армировки и бетонной крепи с регистрацией результатов осмотра в специальном журнале работниками участка подъемов шахты	Ежесуточно	Главный инженер шахты
	8) замер «маяков», закрепленных на трещинах в зданиях вентустановки и подъемной машины с регистрацией в специальном журнале	Два раза в год	Начальники участков № 18 и №1 2 шахты
2.2	Ствол «Ново-Капитальный»		
	1) инструментальные наблюдения по характерным реперам профильной линии "Западная" и сетевой станции реперов вокруг сооружений ствола "Ново-Капитальный"	Три раза в год в весенне-осенний период (май, июль, сентябрь)	НИЦ «Геомеханика» СибГИУ по договору с АО «Евразруда»
	2) инструментальные наблюдения по наружным стенным реперам в здании подъемных машин	Два раза в год (май, сентябрь)	Главный маркшейдер шахты
	3) инструментальные наблюдения по стенным реперам внутри здания подъемных машин	Ежеквартально	Главный маркшейдер шахты
	4) проверка наклона ствола	Два раза в год	Главный маркшейдер шахты
	5) проверка геометрических элементов подъемного комплекса	Один раз в год	Главный маркшейдер шахты
	6) проверка наклона копра	Три раза в год в весенне-осенний период (май, июль, сентябрь)	Главный маркшейдер шахты
	7) осмотр крепи и армировки ствола	Один раз в месяц	Главный инженер шахты
	8) осмотр и контроль состояния армировки и бетонной крепи с регистрацией результатов осмотра в специальном журнале специально назначенными работниками участка подъемов шахты	Ежесуточно	Главный инженер шахты
	9) замер «маяков», закрепленных на трещинах в здании подъемных машины с регистрацией в специальном журнале	Два раза в год	Начальник участка № 12 шахты
3	Комиссионное обследование состояния зданий и несущих конструкций подрабатываемых объектов	Два раза в год в весенне-осенний период	Главный инженер шахты. Ведущий инженер отдела ремонта и капитального строительства
4	Рассмотрение результатов всего комплекса наблюдений после их обработки и оценки в НИЦ «Геомеханика» СибГИУ	Один раз в год	При главном инженере шахты с участием НИЦ «Геомеханика» СибГИУ

8 – согласование условий эксплуатации подрабатываемых объектов на год в Ростехнадзоре при рассмотрении Программы развития горных работ Таштагольской шахты на следующий год;

9 – оперативное реагирование на ход деформационных процессов земной поверхности в районе охраняемых объектов и принятие решений вплоть до остановки отработки запасов руды с применением технологии с массовым обрушением и пре-

кращения эксплуатации зданий или сооружений по их назначению.

**Выводы.** В работе проведены мониторинг процессов сдвижения и деформирования земной поверхности в районах охраняемых и подрабатываемых сооружений; изучены закономерности деформирования сооружений действующей промплощадки в процессе отработки запасов; проведены анализ и прогноз изменения параметров деформирования во времени; дана оценка уровня накоп-



ленных деформаций и сроков возможной эксплуатации сооружений промплощадки рудника, которые обеспечивают безопасную эксплуатацию охраняемых и подрабатываемых объектов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на железорудных месторождениях ОАО «Евразруда»: согл. Управлениями по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Кемеровской обл. 09.10.2006 и по Республике Хакасия РФ 16.11.2006. – Новокузнецк, 2006. – 95 с.
2. Лобанова Т.В., Трофимова О.Л., Писарев Л.Н. Безопасная отработка запасов предохранительных целиков при применении научно обоснованных мер охраны подрабатываемых объектов // Научное издание «Технологии разработки и использования минеральных ресурсов». 2017. № 3. С. 418 – 424.
3. Методические указания по применению конструктивных мер защиты сооружений в зонах опасных сдвижений земной поверхности от подземных горных разработок на железорудных месторождениях Сибири: согл. ОАО "КМК" 14.10.2001, утв. ОАО "ВостНИГРИ" 19.11.2001. – Новокузнецк, 2001. – 43 с.
4. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений / Министерство цв. мет. СССР. Горное управление: введ. в действие с 03.07.1986. Разраб. ВНИМИ, ВНИПИГорцветмет. – М.: Недра, 1988. – 112 с.
5. Квочин В.А. Лобанова Т.В., Щербаков А.И. Опыт эксплуатации ствола шахты в условиях его подработки // Горный журнал. 2003. № 12. С. 44 – 45.
6. Лобанова Т.В. Обеспечение безопасной эксплуатации вентиляторов и зданий вентиляторных установок при их подработке // Безопасность труда в промышленности. 2009. № 4. С. 31 – 34.

© 2018 г. Т.В. Лобанова  
Поступила 14 августа 2018 г.

УДК 622.831

*С.Н. Ширяев<sup>1</sup>, А.М. Никитина<sup>2</sup>, Р.А. Дадынский<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>ООО «Распадская угольная компания»

<sup>2</sup>Сибирский государственный индустриальный университет

<sup>3</sup>Управление по монтажу, демонтажу и ремонту горношахтного оборудования

#### ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЛАСТА 48 В УСЛОВИЯХ ФИЛИАЛА «ШАХТА «ЕРУНАКОВСКАЯ-VIII»

В настоящее время на угольных шахтах при высокой скорости подвигания длинных очистных забоев возникают проблемы обеспечения безопасности горных работ, что связано с интенсификацией газовыделения в выработки. Газообильность выработок является одним из основных факторов, ограничивающих нагрузку на очистной забой и скорость проведения подготовительных выработок. Для снижения негативного влияния этого фактора необходимо применение современных методов дегазации [1 – 3].

В зарубежных странах (США, КНР, ФРГ, Великобритания, ЮАР, Польша и др.) имеется значительный опыт по снижению выделения метана в горные выработки шахт за счет дегаза-

ции угольных пластов и коллекторов природных скоплений свободного газа через скважины направленного бурения [4].

С целью внедрения направленного бурения на шахтах Кузбасса Распадской угольной компанией были приобретены буровые станки фирмы Deilmann-Haniel Mining Systems GmbH. В 2017 г. буровыми станками dh DL5, dhL1200, dhL600 и т.д. было отбурено 218 744 м различных скважин. Самая длинная (380 м) нисходящая дегазационная скважина была пробурена на филиале «Шахта «Ерунаковская-VIII» с вентиляционного штрека 48-6 бурильным агрегатом dh DL5. Технические характеристики навесного

устройства для бурения глубоких скважин dh DL5 приведены в табл. 1 [5].

Необходимость бурения дегазационных скважин при отработке пласта 48 филиала «Шахта «Ерунаковская-VIII» обусловлена высокой природной газоносностью – более 20 м<sup>3</sup>/т [6, 7].

Схемы расположения скважин направленного бурения на выемочных участках 48-6 и 48-7 шахты «Ерунаковская-VIII» приведены на рис. 1.

Расположение бурильного агрегата dh DL5 в вентиляционном штреке 48-7 показано на рис. 2.

Маркшейдерский отдел филиала «Шахта «Ерунаковская-VIII» перед забуриванием определяет угол, под которым необходимо бурить каждую дегазационную скважину, задает азимут бурения дегазационной скважины, а также выносит в натуру место забуривания дегазационной скважины.

Маркшейдерское обеспечение бурения дегазационных скважин предусматривает [5, 8]:

- составление рабочего маркшейдерского проекта бурения дегазационных скважин;
- вынос в натуру места забуривания, азимута, угла бурения дегазационных скважин;
- съемку фактического положения устья и угла бурения дегазационных скважин;
- нанесение на планы горных выработок фактического положения пробуренных дегазационных скважин.

Горизонтальные и вертикальные углы при задании направления измеряются теодолитами со средней квадратической погрешностью измерения угла не более 30". Длина линий измеряется стальными компарированными рулетками с точностью до 1 мм. Допускается натяжение рулеток без динамометра. Линии измеряются дважды. Отсчеты при измерении линий в теодолитных ходах берутся до миллиметров или для выноса в натуру устья скважины и ее проектных направлений используется электронный тахеометр Leica Flex Line plus TS06-5 Ex взрывозащищенный.

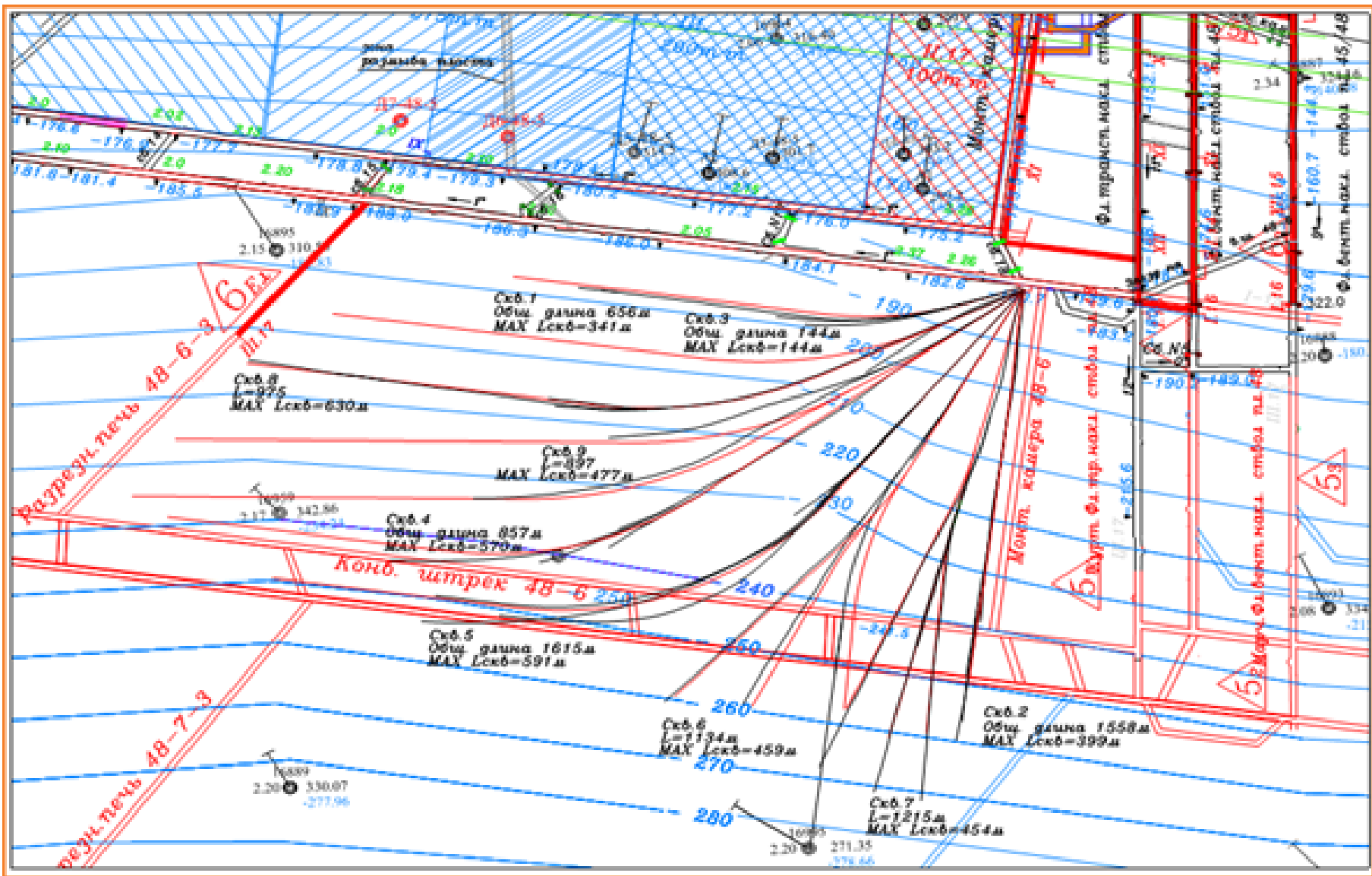
Пробуренная до проектной длины скважина принимается с участием горного мастера вентиляции и техники безопасности (при извлечении штанг) при обеспечении привязки к пунктам подземной съемочной или опорной сети (или к пикетам). При каждом посещении забоя выработок проводится подмер пробуренных дегазационных скважин с выдачей предписаний об имеющихся местах отклонениях от «Проектов бурения дегазационных скважин».

Дебит метана  $Q$  (и удельный дебит  $Q_y$ ) из скважин направленного бурения (ниша 1, вентиляционный штрек 48-6; ниша 2, вентиляционный штрек 48-7) на 16.04.2018 г. при длине скважины  $L$  приведен в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

### Технические характеристики навесного устройства для бурения глубоких скважин dh DL5 [5]

Характеристика	Значения
Мощность привода, кВт	75
Тип бурильной головки	DK 100 / 200 / 400
Тип резьбового соединения	Ermeto / DKO
Усилие подачи, Н	макс. 33 000 (при 180 бар)
Усилие отвода, Н	макс. 56 000 (при 180 бар)
Полезная глубина бурения, мм	1500
Управление процессом бурения	ручное дистанционное
Габариты бурильного лафета, мм	
– длина	3000
– высота	660
– ширина	535
Масса бурильного лафета, кг	1000



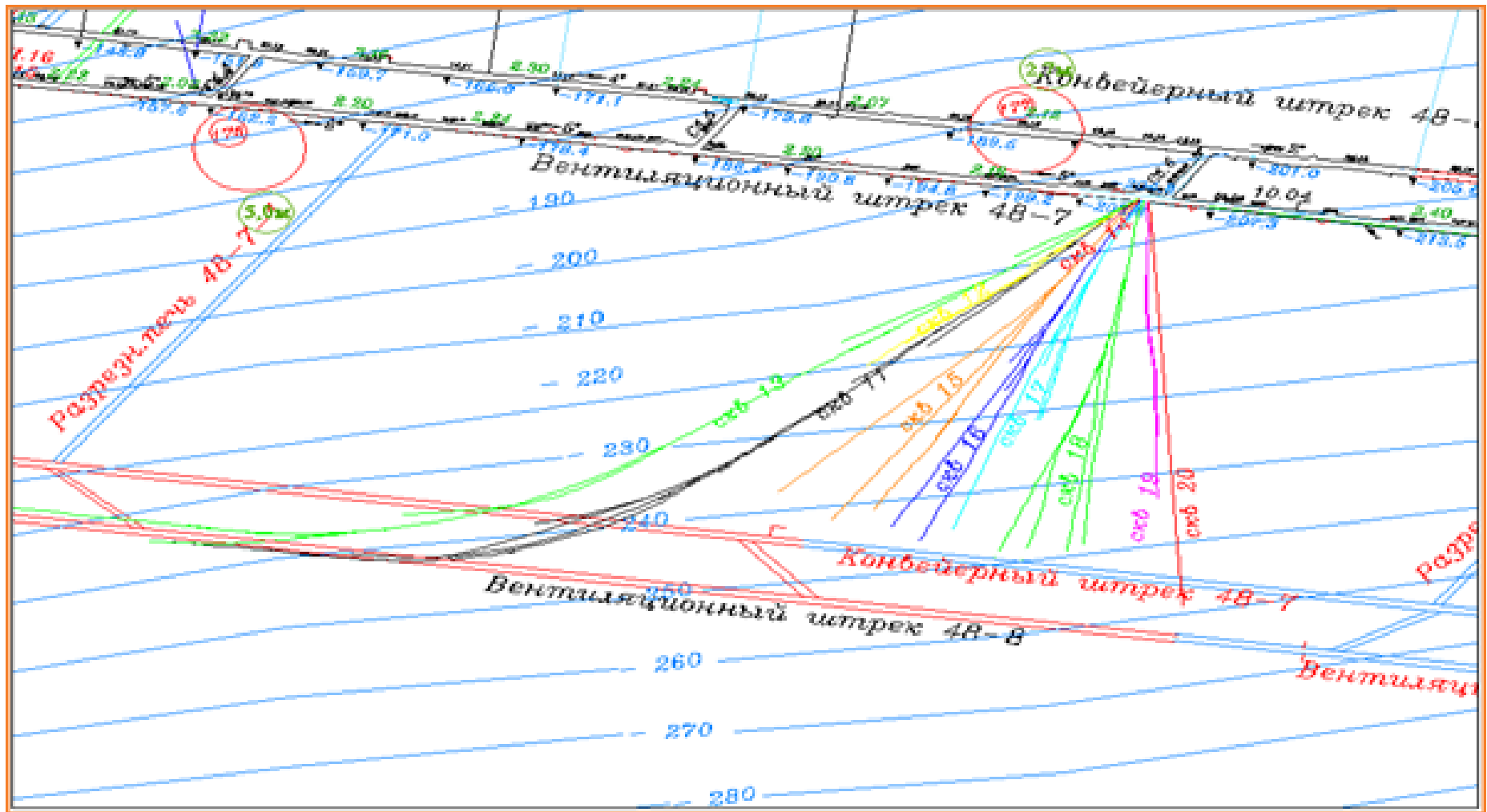


Рис. 1. Схема расположения скважин направленного бурения на выемочном участке 48-6 (а) и 48-7 (б) шахты «Ерунаковская-VIII»

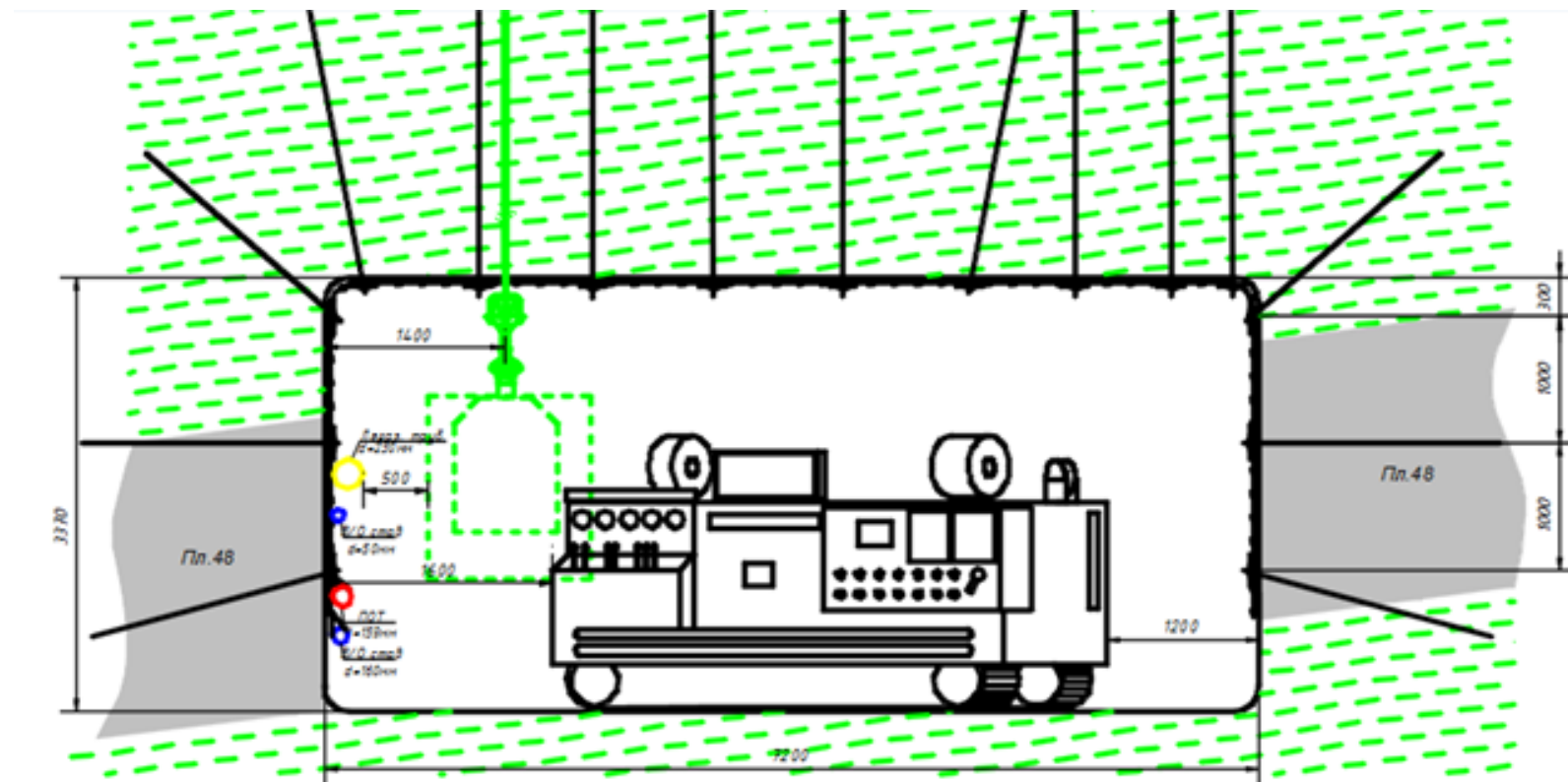


Рис. 2. Расположение бурильного агрегата dh DL5 в вентиляционном штреке 48-7

## Дебит метана из скважин направленного бурения на 16.04.2018 г.

Скважина	L, м	Q		Q <sub>v</sub> , (м <sup>3</sup> /сут)/м
		м <sup>3</sup> /мин	м <sup>3</sup> /сут	
Ниша 1 (вентиляционный штрек 48-6)				
1	656	отключена		
2	1 558	0,111	160	0,10
3	144	отключена		
4	857	0,009	12	0,01
5	1 615	0,386	556	0,34
6	1 134	0,059	85	0,07
7	1 215	0,227	327	0,27
8	975	0,045	65	0,07
9	897	0,081	117	0,13
10	703	0,084	121	0,17
<b>Итого</b>	<b>9 754</b>	<b>1,003</b>	<b>1 444</b>	<b>0,15</b>
Ниша 2 (вентиляционный штрек 48-7)				
11	1 350	0,379	546	0,40
11 <sup>о</sup>	150	0,002	3	0,02
12	606	0,409	589	0,97
13	1 422	0,093	158	0,11
14	30	отключена		
15	825	0,118	170	0,21
16	657	0,299	431	0,65
17	708	0,008	127	0,18
18	879	0,454	654	0,74
19	471	0,014	20	0,04
20	321	0,174	251	0,78
<b>Итого</b>	<b>7 419</b>	<b>2,030</b>	<b>2 923</b>	<b>0,39</b>
<b>Всего</b>	<b>17173</b>	<b>3,033</b>	<b>4367</b>	

Производственный опыт показал, что применение скважин направленного бурения в условиях Ерунаковского угольного месторождения Кузбасса является эффективным способом дегазации метаноносных пластов, обеспечивающим снижение метанообильности проводимых подготовительных выработок и содержание метана в исходящей струе воздуха из подготовительного забоя в пределах установленных норм.

**Выводы.** Предлагаемый подход позволит повысить безопасность горных работ в условиях шахт Кузбасса и снизить негативное влияние газового фактора на рентабельность работы угольных шахт.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2015 года. // Уголь. 2016. № 3. С. 58 – 72.
2. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов / А.Д. Рубан, В.Б. Артемьев, В.С. Забурдяев и др. – М.: Горная книга, 2010. – 500 с.
3. Дегазация газа метана из угольных пластов и вмещающих пород на шахтах Кузбасса. История. Действительность. Будущее /А.В. Ремезов, В.Г. Харитонов, А.И. Жаров, Д.И. Жмуровский, В.О. Торро, Н.В. Рябков. – Кемерово., 2012. – 848 с.
4. Забурдяев В.С. Зарубежный опыт промышленной добычи угольного метана // Уголь. 2003. № 2. С. 21 – 24.
5. Дополнение к документации по ведению горных работ по бурению скважин предварительной дегазации пласта из конвейерного штрека 48-6 филиала «Шахта «Ерунаковская - VIII», 2018. – 13 с.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2011 г. № 315 «О допустимых нормах содержания взрывоопасных газов (метана) в шахте, угольных пластах и выработанном пространстве, при превышении которых дегазация является обязательной». - Режим доступа: <http://poisk-zakona.ru/7592.html>. (Дата обращения: 01.09.2018 г.).
7. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 22. – М.: ЗАО Научно-

технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2012. – 250 с.

8. Методические рекомендации о порядке дегазации угольных шахт, РД-15-09-2006 – М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2007. – 64 с.
9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. – М.: ЗАО «Научно-технический

центр исследований проблем промышленной безопасности, 2014. – 200 с.

10. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Яновский А.Б., Скрыль А.И. Тенденции повышения безопасности на угольных шахтах с особо опасными горно-геологическими условиями // Уголь. 2017. № 3. С. 4 – 8.

© 2018 г. *С.Н. Ширяев, А.М. Никитина, Р.А. Дадынский*  
Поступила 3 сентября 2018 г.

УДК 551.8 (235.222)

*Г.Г. Русанов<sup>1</sup>, И.И. Тетерина<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>АО «Горно-Алтайская экспедиция»

<sup>2</sup>Сибирский государственный индустриальный университет

## САПРОПЕЛИ ВЫСОКОГОРНОЙ ТАРХАТИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ

На юго-востоке Горного Алтая в высокогорной Тархатинской котловине, расположенной между хребтами Южно-Чуйский и Сайлюгем, кроме одноименного крупного озера, есть еще не менее 30 небольших моренно-подпрудных и термокарстовых озер размером от первых десятков метров до 700 м. В настоящее время некоторые из них полностью спущены. Ванны осушенных моренных озер ограничены четко выраженными короткими крутыми задернованными склонами. Днища их плоские, слабо вогнутые, сложенные крупнощебнисто-мелкоглыбовым почти не окатанным материалом, осложнены криогенным микрорельефом (каменными кольцами), и только в центре выделяются незначительные по площади участки, покрытые сверху маломощным слоем частично сохранившегося сильно переувлажненного органоминерального ила (сапропеля) буроватого или коричневого цвета (рис. 1).

В южной части высокогорной Тархатинской котловины на выходе в нее из хребта Сайлюгем троговой долины реки Узной расположен мощный конечно-моренный комплекс, оставленный ледником, спускавшимся по этой долине на этапе деградации последнего (сартанского, МИС-2) оледенения. На его поверхности между двумя моренными валами на абсолютной высоте 2370 м сохранилось небольшое овальной формы безымянное озерко размером 150 × 60 м (рис. 2). В настоящее время оно наполняется водой лишь

во время весеннего снеготаяния, а уже к середине июля практически полностью пересыхает. Хорошо видны две слабо выраженные озерные терраски, уже заросшие травой, свидетельствующие о значительно больших размерах озера в прошлом и его глубине до 1,5 – 2 м.

Осушенную часть днища этого озера осложняет криогенный микрорельеф, представленный полигональными грунтами размером до 3 м в поперечнике, и только в центре сохранились органоминеральные илы (сапропели) коричневого



Рис. 1. Ванна спущенного моренно-подпрудного озера в восточной части Тархатинской котловины с частично сохранившимися сапропелями в центре



Рис. 2. Моренно-подпрудное озеро у выхода долины р. Узноик в Тархатинскую котловину

цвета (рис. 2) неустановленной мощности. С поверхности они покрыты тонкой довольно плотной подсохшей корочкой, под которой до глубины 15 – 20 см – пластичные и очень липкие с запахом сероводорода, а глубже эти илы перенасыщены влагой и имеют текучую консистенцию. Поэтому наша попытка вскрыть сапропели шурфом успеха не имела.

Из них были отобраны образцы на карпологический, микрофаунистический, литологический, минералогический и химический анализы, результаты которых, излагаемые ниже, представляют несомненный интерес для реконструкций палеогеографических условий времени накопления, а сами сапропели требуют детального комплексного изучения на всю мощность.

По своему химическому составу эти илы очень сильно отличаются от всех других типов озерных отложений, в них содержатся: 29,85 %  $\text{SiO}_2$ , 0,39 %  $\text{TiO}$ , 8,18 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 0,51 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2,84 %  $\text{FeO}$ , 0,05 %  $\text{MnO}$ , 1,71 %  $\text{MgO}$ , 11,13 %  $\text{CaO}$ , 0,68 %  $\text{Na}_2\text{O}$ , 0,98 %  $\text{K}_2\text{O}$ , 0,34 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 8,59 %  $\text{CO}_2$ , 0,16 %  $\text{S}_{\text{общ}}$ , 42,20 % ППП. Очевидно, низкие содержания основных породообразующих оксидов высокие значения содержания  $\text{CaO}$  и  $\text{CO}_2$ , потеря при прокаливании свидетельствуют о том, что основная роль в их образовании принадлежит растительной и животной (остракоды, моллюски) органике. Очень высокие значения отношений содержаний  $\text{FeO}:\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO}:\text{MgO}$ , равные соответственно 5,57 и 6,57, говорят о том, что накопление этих сапропелей могло происходить в восстановительной геохимической среде не пересыхавшего озера в условиях достаточно теплого климата [1].

По данным механического анализа минеральная составляющая этих илов представлена лишь глиной (76,28 %) и алевритом (17,12 %) с довольно существенной примесью карбонатной составляющей (6,60 %).

Минералогический анализ алевритовой фракции показал, что в ней минералы тяжелой

фракции представлены в основном промежуточными и неустойчивыми к выветриванию и механическому переносу гематитом (68 %), аутигенным лимонитом неправильной остроугольной комковидной формы (6,8 %), эпидотом (6,2 %), роговой обманкой (0,7 %), пироксенами (0,3 %), а высокоустойчивые минералы – магнетит, лейкоксен, циркон, гранат, турмалин, кианит, силлиманит, андалузит – представлены от единичных зерен до содержания 1,7 %. Легкая фракция состоит из обломков терригенных пород (67,4 %), полевых шпатов (22 %) и кварца (11 %). Высокий коэффициент выветрелости (3,4) и низкий коэффициент устойчивости (0,06) минералов тяжелой фракции в алевритовой составляющей сапропелей свидетельствуют о значительном поступлении в водоем затронутого выветриванием размываемого материала, слагающего окружающие конечно-моренные валы.

Отметим, что эти илы могут иметь большое практическое значение. Их тонкодисперсный состав, а также содержащиеся в них  $\text{CO}_2$  и оксиды железа могут свидетельствовать о возможном использовании в медицинских целях для лечения различных заболеваний.

В рассматриваемых сапропелях озерной котловины в устье долины речки Узноик с глубины 0,2 м И.И. Тетериной впервые определены раковины моллюсков *Limnaea peregra* (O.F. Müll.), *Anisus (Gyraulus) acronicus* Gr., а также мелкие створки раковин родов *Euglesa* и *Pisidium* [2]. Все они являются обитателями мелких временных водоемов, а моллюски рода *Euglesa* к тому же характерны для теплых мелководных постоянных солоноватых водоемов [3].

Кроме того, в этих илах, по определению авторов работы [2], содержатся многочисленные умеренно теплолюбивые и эвритермные, эвригалитные и солоноватоводные остракоды, представленные видами *Cyclocypris laevis* (Müll.), *Cyprinotus salinus* (Brady), *Eucypris crassa* Müll., *Cypris pubera* Müll., *Candona candida* (Müll.), *Candona stagnalis* Sars, *Limnocythere negadaevi* Popova, *Limnocythere inopinata* (Baird) [2].

Створки раковин хорошей сохранности, крупные тонкостенные, часто встречаются личиночные формы всех видов. *Cyclocypris laevis* является обычным видом для хорошо прогреваемых мелководных водоемов с нестабильными глубинами. Он образует популяции высокой плотности при температуре воды 20 – 23 °С, но уже единичен при 15 °С [4]. Этот же вид характеризует заросший растительностью водоем с умеренно-теплыми водами и высоким содержанием кальция [5]. Вид *Cyprinotus salinus* – типичный галобионт, обитающий в водоемах с соленостью воды не ниже 2 ‰. *Cypris pubera* –



весенне-летний вид, обитающий в хорошо прогреваемых богатых растительностью водоемах с температурой не менее 20 °С [6]. Теплолюбивый мезогалофильный вид *Limnocythere inopinata* (Baird.) также отражает условия довольно тепло-го неглубокого хорошо прогреваемого водоема с мягким, насыщенным кислородом грунтом и соленостью воды не выше 5 ‰ [5]. Среди них выделяется сравнительно холодолюбивый вид *Candona candida*, который наиболее часто встречается при температуре воды 10 – 16 °С, но он же отмечается и в водоемах, где вода прогревается выше 20 °С, а ее соленость может достигать 5,77 ‰ [7]. В целом же явно выраженные виды фригофилы отсутствуют.

Стратиграфически значимыми видами остракод являются *Limnocythere inopinata*, характерный для верхнего неоплейстоцена – голоцена, и *Candona stagnalis*, который считается характерным для голоцена. К верхненеоплейстоценовым и голоценовым отложениям приурочен вид *Cyprinotus salinus*, который в голоцене приобретает массовое развитие [8]. Поэтому по фауне остракод возраст вмещающих илов может быть определен не детальнее, чем голоцен.

Из этих же сапропелей известным палеокарпологом Е.А. Пономаревой впервые выделена ископаемая семенная флора *Potamogeton gramineus* L. (4 эндокарпия), *Potamogeton filiformis* Pers. (4 эндокарпия), *Potamogeton* cf. *lucens* (3 эндокарпия), *Potamogeton natans* L. (10 эндокарпиев), *Potamogeton perfoliatus* L. (15 эндокарпиев), *Potamogeton pusillus* L. (2 эндокарпия), *Potamogeton* sp. (40 обломков), *Poaceae* gen. indet. (1 тегмен), *Carex* ex gr. А (> 100 орешков), *Carex* ex gr. В (5 орешков), cf. *Cyperus* sp. (7 орешков), *Polygonum aviculare* L. (4 орешка), *Polygonum* cf. *hydropiper* L. (3 орешка), *Polygonum persicaria* L. (2 орешка), *Polygonum* sp. (4 обломка), *Batrachium* sp. (> 500 плодиков), *Potentilla anserina* L. (10 плодиков), *Thlaspi arvense* L. (2 семени), *Hippuris vulgaris* L. (2 эндокарпия), отражающая развитие водных и околоводных растений [2].

Среди карпофлоры доминирующими и разнообразными в видовом отношении являются представители рода *Potamogeton*. Практически все виды рдестов эвритермные и солоноватоводные, а преобладающий среди рдестов по количеству остатков *Potamogeton natans* – локальный термофил. По заключению Е.А. Пономаревой, рдесты, перечисленные выше, широко распространены растения как в ископаемых флорах квартала, так и в ассоциациях современной растительности, но редкие в современной флоре Горного Алтая. Так, например, *Potamogeton filiformis* в настоящее время известен только в

солоноватых озерах Чуйской котловины у села Кошагач, где в 1974 г. также впервые был обнаружен вид *Potamogeton lucens* L. [9], т.е. не менее, чем на 570 м гипсометрически ниже рассматриваемого озера.

Поэтому присутствие отмеченных выше рдестов указывает на более оптимальные условия климата времени формирования вмещающих отложений по сравнению с современными. Исходя из среднелетней температуры в Чуйской котловине, составлявшей в конце шестидесятых годов прошлого века 12,5 °С [10], современного повышения летних температур в ней еще на 0,4 °С [11] и температурного градиента в 0,69 °С/100 м [12], в Тархатинской котловине во время произрастания этих рдестов среднелетняя температура могла быть не менее чем на 4,35 °С выше, чем в Чуйской котловине, и составлять около 17 °С.

В карпологическом комплексе менее разнообразны, чем рдесты, представители рода *Polygonum* – растения, в основном, береговой зоны водоемов. Семейство *Cyperaceae* представлено осоками (*Carex*) и сытью (*Cyperus*). Из мезофитов отмечаются *Potentilla anserina*, *Thlaspi arvense*, *Polygonum aviculare*.

В количественном отношении (более 500 экземпляров) в комплексе резко доминирует лютик водный (*Batrachium* sp.). По данным И.С. Зюгановой [13], преобладание его плодов в карпологических комплексах свидетельствует о прогрессирующем похолодании климата. Такой вывод как-то не вписывается в реконструируемые ландшафтно-климатические условия, что, скорее всего, может быть объяснено следующим обстоятельством.

По заключению Е.А. Пономаревой, характерной особенностью этой карпофлоры является ее микстохронность. В комплексе встречаются семена и плоды одного вида как синхронные отложениям, так и занесенные из современных растительных ассоциаций. Многие карпоиды несут следы транспортировки, много обломков, погрызов животными (особенно эндокарпов рдестов). Очевидно, все эти процессы происходили в пределах одновозрастной толщи, и переотложение осуществлялось из слоя в слой при формировании вмещающих отложений в условиях частого и сильного колебания уровня озера, возможно, временами вплоть до его полного осушения.

**Выводы.** Материалы, изложенные выше, свидетельствуют о необходимости дальнейшего детального изучения озерных сапропелей высокогорной Тархатинской котловины не только в палеогеографическом, но и практическом плане.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукашев В.К. Геохимия четвертичного литогенеза. – Минск: Наука и техника, 1970. – 296 с.
2. Русанов Г.Г., Тетерина И.И. Карпофлора и микрофауна в отложениях высокогорных озер Алтая – индикаторы климата второй половины голоцена // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2015. № 1 (11). С. 76 – 80.
3. Старобогатов Я.И. Класс Двустворчатые моллюски. Класс Брюхоногие. – В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. С. 123 – 351.
4. Коновалова В.А., Шпанский А.В. Реконструкция условий осадконакопления Сергеевского яра (р. Чулым, Томская область) по палеонтологическим данным. – В кн.: Эволюция жизни на Земле. – Томск: Изд-во ТГУ, 2005. С. 349 – 351.
5. Хазин Л.Б., Хазина И.В., Кривоногов С.К., Кузьмин Я.В., Прокопенко А.А., Бурр Дж.С. Климатические изменения на юге Западной Сибири в голоцене по результатам анализа ассоциаций остракод // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 4. С. 729 – 742.
6. Бронштейн З.С. Ostracoda пресных вод. Ракообразные // Фауна СССР. – Л.: Изд-во АН СССР, 1947. Т. 11. Вып. 1. – 339 с.
7. Коваленко А.Л. Кандониды (*Candonidae*, *Ostracoda*) юго-запада СССР. – Кишинев: «Штиинца», 1988. – 175 с.
8. Казьмина Т.А. Остракоды плиоценовых и четвертичных отложений южной части Западно-Сибирской низменности. – В кн.: Кайнозой Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1968. С. 32 – 39.
9. Ильин В.В. Распространение некоторых водных растений в озерах Алтая и их новые местонахождения // Известия СО АН СССР. Серия биол. наук, 1981. Вып. 3. № 15. С. 89 – 97.
10. Горный Алтай / Под ред. В.С. Ревякина. – Томск: Изд-во ТГУ, 1971. – 252 с.
11. Чистяков К.В. Ландшафты Горного Алтая и их современная динамика // Известия Горно-Алтайского отдела Русского Географического Общества. 2008. № 1. С. 124 – 133.
12. Ганюшкин Д.А. Гляциогенные комплексы резкоконтинентального района северо-запада Внутренней Азии. Автореф. дисс. ... д.г.н. – СПб., 2015. – 42 с.
13. Зюганова И.С. Динамика интразональной растительности на юге Валдайской возвышенности в позднем плейстоцене и голоцене (по карпологическим данным). – В кн.: Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. С. 241 – 244.

© 2018 г. Г.Г. Русанов, И.И. Тетерина  
Поступила 10 сентября 2018 г.

УДК 622:862:622.271.3

*А.В. Ремизов, В.В. Чаплыгин*

**Сибирский государственный индустриальный университет**

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

Согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» к категории опасных отнесены производства, на которых ведутся разработка полезных ископаемых открытым и подземным способами, работы по обогащению [1].

Результаты исследований несчастных случаев показали, что важное значение на перспек-

тивное развитие предприятий угольной отрасли имеет соблюдение безопасных условий труда. Для повышения уровня безопасности труда необходимы правильная организация процесса управления персоналом на рабочих местах и предотвращение несчастных случаев.

Наиболее сложным и ответственным этапом в расследовании несчастного случая является

установление его причин. Часто на этом этапе допускаются ошибки, что не способствует разработке мероприятий по борьбе с травматизмом. Промышленная безопасность на предприятиях характеризуется достаточно высоким уровнем травматизма и аварийности, что обусловлено большим количеством нарушений требований и норм промышленной безопасности при проведении работ.

Следует отметить, что общие нормы и правила безопасного ведения работ не могут предусматривать всех особенностей конкретного производственного процесса. На рабочих местах нередко возникают опасности, предупреждение которых не отражается в правилах и инструкциях, что создает предпосылки для непредсказуемых с точки зрения управления действий персонала. Анализ причин аварийности и травматизма за последние годы показал, что указанные выше обстоятельства легли в основу большинства причин произошедших несчастных случаев. Слабое звено в системе управления промышленной безопасности обусловлено несвоевременным информационным обеспечением нормативно-технической базы и системы промышленной безопасности с реально существующими условиями производственного процесса [2]. Именно поэтому совершенствование механизма информационного обеспечения для повышения уровня промышленной безопасности является актуальной производственной задачей.

В период с 2010 по 2012 год на угольных предприятиях Кемеровской области наблюдается положительная динамика резкого снижения аварийности и травматизма. За этот период при

ежегодном росте объемов добычи угля общий травматизм снизился на 72 % (с 807 до 222 случаев). При этом значительно снизилось количество смертельных травм (в среднем 20 смертельных несчастных случаев в год). Если еще совсем недавно имелась тяжелая статистика (на один миллион добытого угля погибал 1 рабочий), то в настоящее время на 11 миллионов т угля – 1 погибший. Снижение уровня травматизма за этот период является следствием напряженного совместного труда Ростехнадзора, администрации Кемеровской области и собственников предприятий [3].

Важно учесть, что в 2012 – 2013 гг. по Кемеровской области количество несчастных случаев со смертельным исходом составляло 27 – 38 чел., а к 2015 году эта цифра уменьшилась в два раза – 19 чел. На рис. 1 показано количество несчастных случаев со смертельным исходом за последние восемь лет.

Основными видами аварий, происходящих на опасных производственных объектах по добыче полезных ископаемых, являются пожары, взрывы, аварии с обрушением, прорывы воды, разрушение сооружений, падение самосвалов. При анализе причин аварий и несчастных случаев на предприятиях угольной промышленности констатируется нарушение требований безопасности при неудовлетворительной организации технологических процессов, неэффективности производственного контроля, низкой квалификации специалистов, игнорировании персоналом требований безопасности при ведении горных работ [4].

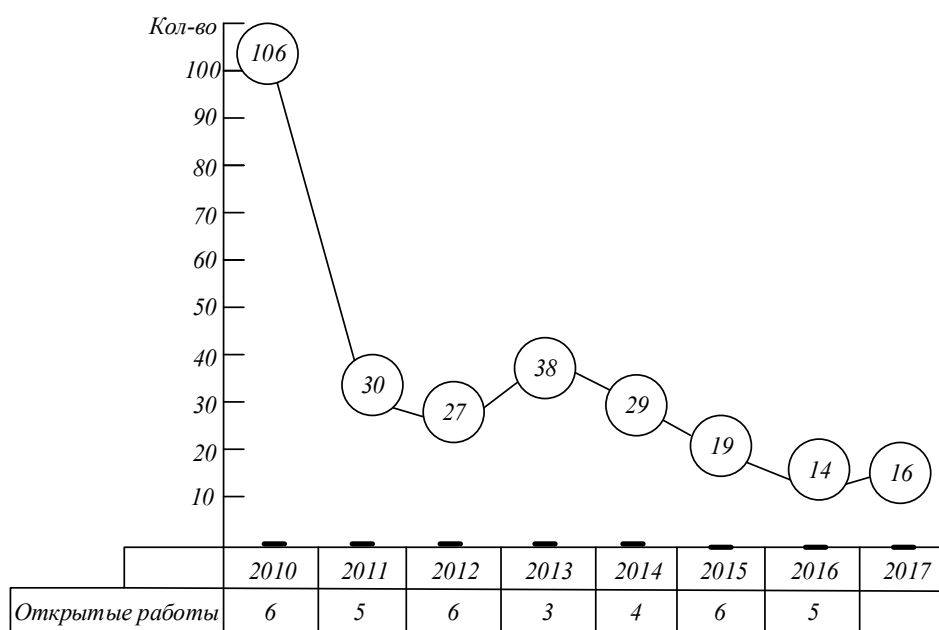


Рис. 1. Число несчастных случаев со смертельным исходом на угольных предприятиях Кемеровской области

Рабочий не всегда воспринимает опасность и в силу своего непрофессионализма подвергает опасности в первую очередь себя и рабочих, непосредственно выполняющих работу на участке. Также распространены случаи травматизма при несоответствии паспортов на ведение горных работ, отсутствие записей в журналах приема-передачи смен о случившихся поломках и т.д. В связи с этим персонал всех уровней управления зачастую действует вразнобой, что приводит к возникновению опасной ситуации и травматизму. Особенно следует отметить причины личностного характера работников, заключающиеся в способности оценивать обстановку, в скорости психомоторных реакций на потенциальные опасности, в различных фобиях, в пренебрежении правилами безопасности при проведении работ. Отсюда и возникает необходимость найти способ обеспечения безопасности производственных процессов путем осуществления стратегического и оперативного контроля за работой оборудования и персоналом в режиме реального времени. Такой способ успешно применяется на предприятии ООО «Ресурс» по добыче каменного угля открытым способом. Добыча осуществляется на двух лицензионных участках недр «Кыргайский-Средний» (участок № 1) и «Отвальный Южный № 2 «Глубокий» (участок № 2) Северо-Талдинского и Талдинского месторождений (КЕМ № 01626ТЭ, КЕМ №01679) с запасами каменного угля 55 млн. т на участке № 1 и 26 млн. т на участке № 2. На участках залегают угли марок ДГ, Д, Г и ГЖО.

Выполнение работ на предприятии осуществляется в рамках системы управления промышленной безопасностью, которая включает процессы стратегического и оперативного управления системой безопасности производства в целом. Управление безопасностью осуществляется на основе разработки и реализации плана мероприятий, направленных на совершенствование и повышение безопасности технологических процессов, объектов жизнеобеспечения, повышения качества работы с персоналом. Инструментом стратегического управления является Комплексный план мероприятий по промышленной безопасности. Оперативное управление осуществляется в соответствии с Указаниями по производству работ повышенной опасности, выполняемых по наряду-допуску. Сущность оперативного управления – обеспечение текущего непрерывного соблюдения требований безопасности в ходе технологического процесса, эксплуатации оборудования и рабочих мест.

Для решения вопросов оперативного управления при обеспечении промышленной безопасности работ в ООО «Ресурс» была разработана и внедрена «Система GPS-навигации». Эта систе-

ма включает в себя установку датчиков GPS на технологическое оборудование, датчики давления, систему видеонаблюдения за проведением работ. Система доступна в реальном режиме времени, что позволяет отслеживать, контролировать и руководить процессом.

Горные диспетчера снабжены системой мониторинга Wialon PRO – это программная платформа, разработанная для обеспечения мониторинга и считывания данных автомобиля посредством спутниковой навигации. С помощью этой системы диспетчер может определить местоположение горнотранспортной техники, отклонение от маршрута движения, скорость движения транспорта, осуществлять контроль простоев техники. Например, часто причиной несчастных случаев является нарушение техническим транспортом скоростного режима, а система мониторинга отображает скорость каждой единицы техники и при нарушении выдает скорость (данные отображаются красным цветом). Это позволяет вовремя среагировать и сообщить по радиации водителю о нарушении. В настоящий момент датчиками GPS-навигации оснащены 90 единиц технологического транспорта, обеспечивающих транспортировку горной массы на двух участках разреза ООО «Ресурс».

Кроме того, на добычных участках установлены камеры видеонаблюдения. Система видеонаблюдения на производстве регламентирована внутренними правилами безопасности и организации производственных процессов. Обнаружение нарушений технологии производства путем визуального контроля через систему видеонаблюдения позволяет остановить тот или иной процесс до решения вопроса дальнейшей работы и предотвращения нарушений. На добычных участках применяются стационарные камеры видеонаблюдения, некоторые из них имеют функцию поворотного действия, что позволяет расширить обзор территории и увеличить площадь контроля.

Для улучшения качества погрузки горной массы применяются датчики давления, которые установлены на кузовах транспорта. При помощи датчиков можно отследить процессы погрузки, наполнения кузова и разгрузки горной массы. Контроль погрузки горной массы существенно влияет на повышение уровня безопасности работ. Опасная ситуация возникает при максимальной перегрузке сверх установленной нормы. Датчики давления осуществляют контроль эксплуатации транспорта в оптимальном режиме.

Установленные на экскаваторах видеорегистраторы круглосуточно ведут запись ведения работ и предоставляют возможность получить достоверную информацию в ходе расследования несчастных случаев.

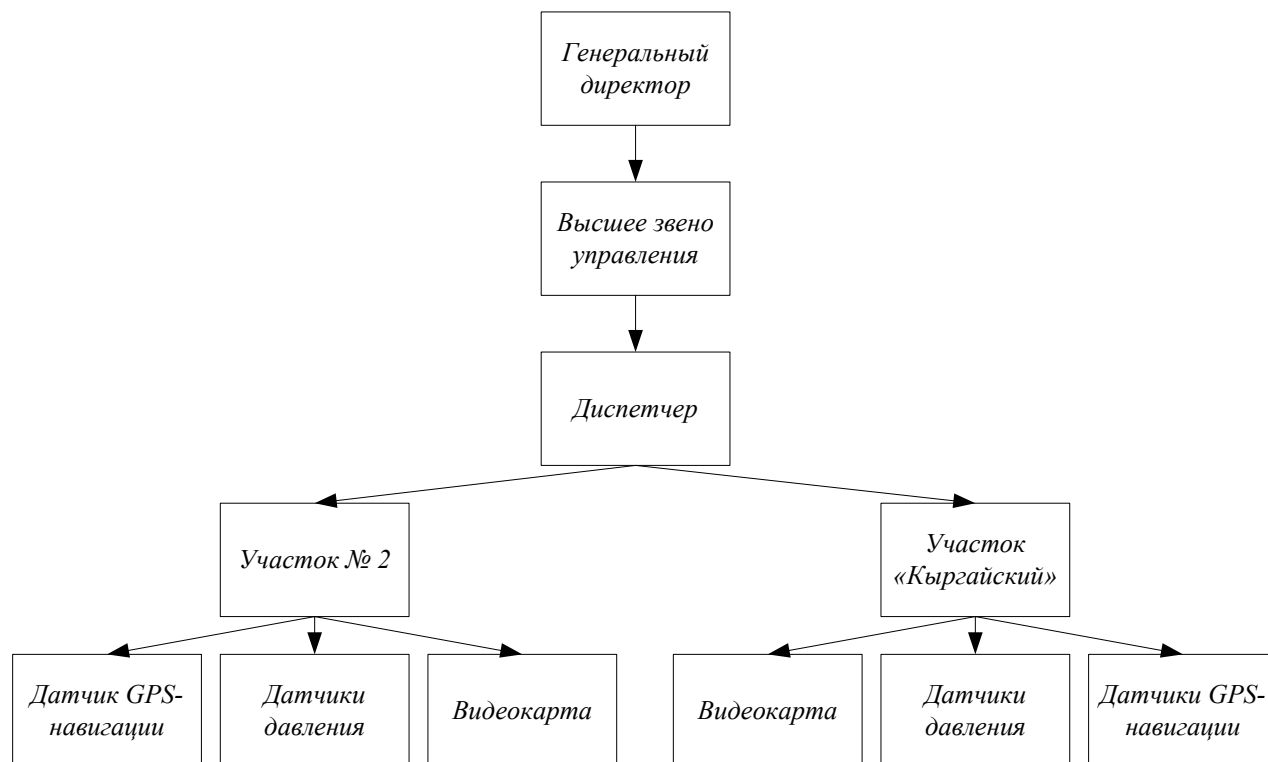


Рис. 2. Схема информационного сообщения с системой «GPS-навигации»

Таким образом, вышеперечисленные средства обеспечения промышленной безопасности при помощи оперативного контроля производства формируют своевременную и достаточную защищенность персонала и способствуют повышению уровня безопасности труда. На рис. 2 представлена схема передачи информационного сообщения системой «GPS-навигации».

Вместе с тем следует отметить, что устранение организационных причин производственного травматизма не требует особых капитальных затрат и должно быть направлено на усиление ответственности за нарушение требований промышленной безопасности и охраны труда, с одной стороны, и повышение мотивации к безопасному труду работников – с другой. Это должно быть включено как обязательный пункт в текст трудового договора при устройстве на работу; подобное широко применяется за рубежом [3, 4].

**Выводы.** Применение оперативного видеопреупреждения и средств контроля на разрезе ООО «Ресурс» позволило значительно повысить безопасность труда на предприятии, создать комфортные условия, качественно контролировать рабочие процессы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». 5-е изд., с изм. – М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2005. – 28 с.
2. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Кравчук И.Л. Безопасность производства (организационный аспект). – М.: Горная книга, 2015. – 144 с.
3. Шевченко Л.А. Специфика и тенденции производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников организаций Кемеровской области // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 3. С. 65 – 71.
4. Мартынюк В.Ф., Лисанов М.В., Кловач Е.В., Сидоров В.И. Анализ риска и его нормативное обеспечение. Безопасность труда в промышленности // 1995. № 11. С. 55 – 62.

© 2018 г. А.В. Ремизов, В.В. Чаплыгин  
Поступила 3 сентября 2018 г.

*М.К. Ларин*

**Сибирский государственный индустриальный университет**

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПРОГНОЗА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

Актуальность исследований методов прогноза участков угольных пластов, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа, состоит в относительно высокой вероятности возникновения инцидентов и аварий, связанных с газодинамическими проявлениями горного давления. По результатам анализа заключений комиссий по расследованию несчастных случаев на шахтах в Кузнецком бассейне зарегистрировано 271 газодинамическое явление.

Подземный геофизический мониторинг на участках проводимых горных выработок осуществляется по схемам продольного электропрофилирования и дипольного электромагнитного зондирования. Мониторинг выполняется на опасных пластах и пластах, подвергнутых угрозе внезапных выбросов, с периодичностью, предписываемой «Инструкцией...» по внезапным выбросам [1].

Геофизические наблюдения осуществляются с помощью аппаратных комплексов типа АЭШ, «АНГЕЛ» [2], которые позволяют регистрировать импульсные электромагнитные излучения в горном массиве на различном удалении от обнажений угольного пласта (бесконтактный метод) с целью прогноза напряженного состояния массива, выбросоопасности и установления признаков дискретного строения угольного пласта и вмещающих пород. Прогнозные оценки осуществляются по структуре распределения аномалий потенциальных электрических полей, выявляемых в краевых частях пласта и кровле выработок.

Признаками нестабильного состояния недр и состояний повышенного геодинамического риска в указанных зонах являются:

1 – участки нестабильных (во времени) значений импульсного электромагнитного излучения, выявляемые по сериям режимных или повторных наблюдений;

2 – участки локально проявленной аномально высокой интенсивности излучения;

3 – участки резких контрастных перепадов регистрируемого излучения на смежных точках профиля.

Предложенные схемы размещения датчиков систем деформационного мониторинга предусматривают возможность их демонтажа и пере-

установки на участки формирующихся геомеханических рисков.

Наблюдения по схеме электромагнитного профилирования представляют собой серии периодически повторяющихся измерений интенсивности и величины естественного импульсного электромагнитного излучения, исходящего из массива горных пород. Излучение регистрируется в замерных точках, равноотстоящих друг от друга на расстоянии 10 м вдоль оси горных выработок. С помощью указанных аппаратных комплексов типа АЭШ, «АНГЕЛ» регистрируются источники природных и наведенных импульсных электромагнитных излучений (к которым относятся и сместители геодинамически активных нарушений) на удалениях до 50 м от точек регистрации.

Метод оценки геомеханического состояния горного массива при помощи инструментальных геофизических наблюдений аппаратурой АЭШ-1 основан на зависимости электропроводности горных пород от величины горного давления (напряженного состояния пласта), степени расчленения и трещиноватости. В основе такой оценки лежит зависимость амплитуды электромагнитного поля от удельной электропроводности горных пород.

Напряженность массива оценивается по величине относительного параметра  $F$ , равного соотношению амплитуд регистрируемых электромагнитных импульсов соответственно в плоскости, перпендикулярной оси выработки ( $V_{xx}$ ), в направлениях бок – бок ( $V_{yy}$ ) и кровля – почва ( $V_{zz}$ ). Отношение амплитуд  $V_{xx}/V_{yy}$  характеризует напряженное состояние и нарушенность пласта впереди лавы (в боках выработки), отношение амплитуд  $V_{xx}/V_{zz}$  характеризует напряженное состояние и нарушенность пласта кровля – почва

При каждом единичном измерении комплексами АЭШ, «АНГЕЛ» обе рамочные антенны (приемная и передающая) поочередно устанавливаются в трех положениях: в плоскостях  $ZX$ ,  $ZY$ ,  $XY$ . При этом направление излучаемого и регистрируемого сигналов одновременно на обеих антеннах ориентируется поочередно в направлении плоскости пласта  $ZX$ , в воздушное пространство выработки  $ZY$  и в кровлю пласта  $XY$ .

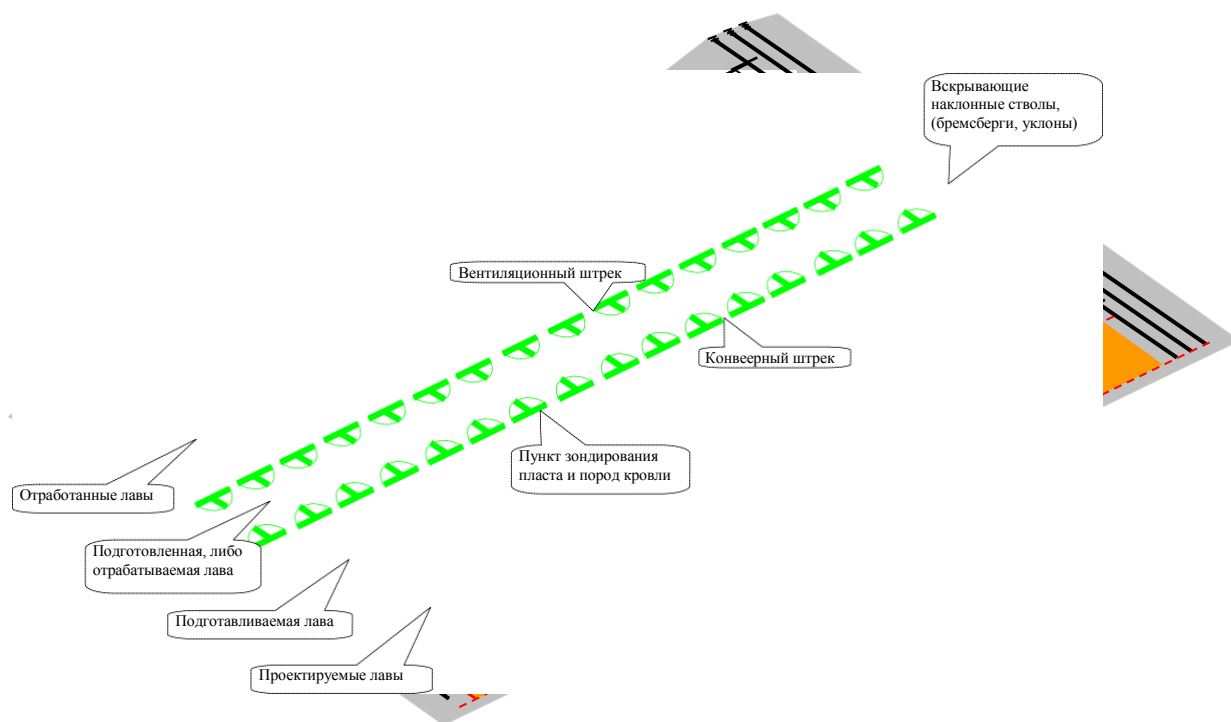
Положение антенны вдоль оси выработки (в плоскости  $YZ$ ) используется для регистрации «эталонного» уровня излучения в данной измерительной точке и при конкретной величине разности рамочных антенн. По методике численное значение эталонного уровня излучения используется для получения безразмерных параметров регистрируемых сигналов из пласта и кровли. Этот «базовый» уровень учитывает геометрический разнос установки и соответствующую ему среднюю электропроводимость вмещающей геологической толщи.

На рисунке представлена типовая схема проведения геофизического обследования для организации контроля за геомеханическим состоянием угольного пласта и пород кровли оконтуренных выемочных участков системы разработки угольных пластов длинными комплексномеханизированными забоями с целью оценки удароопасности пласта, а также выявления аномальных тектонических зон и других участков изменения геомеханических характеристик кровли.

Область контроля в типовой схеме охватывает приконтурную часть выемочного столба со стороны конвейерного и вентиляционного штреков, а по возможности – и со стороны монтажной камеры и промежуточных печей [4]. Профильные линии прокладываются по протяженности всего выемочного столба или на его каком-либо про-

блемном участке (например, в районе зон повышенного горного давления (ЗПГД), участках пересечения крупного геологического нарушения, при подходе очистного забоя к передовой выработке и др.)

Профильные линии состоят из совокупностей чередующихся по протяженности выработок микропрофилей длиной до 30 – 40 м. Каждый профиль представляет собой один пункт измерений. Среднее расстояние между пунктами измерений (центрами микропрофилей) составляет 50 – 60 м, однако на проблемных участках это расстояние может быть уменьшено до 10 – 15 м, и, соответственно, увеличено до 100 м на спокойных участках. Первичный цикл наблюдений проводится в период пуска очистного забоя в эксплуатацию и осуществляется по всему периметру выемочного столба. Вторичные наблюдения могут проводиться лишь на участках с наиболее сложной геомеханической обстановкой: перед первым обрушением пород основной кровли, в ЗПГД, на участках проявления горного давления, вблизи геологических нарушений, при подходе к передовой выработке, в межлавном целике и в опасных зонах. Перечень и очередность участков наблюдений утверждает главный инженер предприятий. Программа наблюдений включается в состав «Комплекса мер по борьбе с внезапными выбросами при отработке угрожаяемых и опасных пластов» на очередной год.



Типовая схема размещения пунктов геофизического мониторинга при оценке геомеханического состояния подготовленного или отрабатываемого выемочного участка с использованием аппаратуры бесконтактного зондирования типа АЭШ-1 [2]

При проведении измерений на каждой замерной точке проводится позиционирование точек микропрофиля с привязкой их к имеющимся пикетам или с разбивкой отдельной сети привязочных точек геофизических наблюдений и их маркировка по единому правилу для всех участков наблюдений. Закрепление точек должно обеспечить возможность выполнения повторно (либо любого очередного) замера при максимально близком к начальному положению антенн (в пределах погрешности 0,2 – 0,4) как вдоль профиля, так и в сечении выработки (как правило – с соблюдением одинаковой удаленности антенн от боков выработки).

Необходимо тщательно контролировать одновременное изменение пространственного положения принимающей и излучающей рамочных антенн с поочередной ориентацией их в плоскостях  $XZ$ ,  $YZ$ ,  $XU$ . Указанная выше точность позиционирования антенн вдоль микропрофилей (не ниже 0,2 – 0,4 м) диктуется необходимостью соблюдения однотипных условий проведения начальных и всех последующих циклов измерений.

Контроль за состоянием массива в методическом плане предусматривает отслеживание динамики изменения параметров геомеханического состояния пласта и пород кровли в выбранных точках регистрации. Мерой их изменения является величина расхождения уровня регистрируемого сигнала в каждой из этих точек в первичной и последующих сериях наблюдений. Этим и объясняются требования к обеспечению наиболее точного позиционирования точек наблюдений, не превышающего указанной выше предельной погрешности.

Технология проведения наблюдений заключается в осуществлении однотипных измерительных процедур на каждой замерной точке, включающих в себя операции измерений излучаемого и регистрируемого сигналов соответственно при разном положении излучающей и регистрирующей антенн от центра на расстояния 1, 2 и до 17 – 20 м. При выполнении замеров в призабойной части выработок осуществляется разнос лишь одной из антенн от забоя выработки в сторону ее устья при неизменном положении второй антенны.

Многолетними исследованиями ВНИМИ [1] обоснованы критерии оценки напряженного состояния массива горных пород. Так, по значению показателя  $F < 1,0$  выделяется разгруженная, преимущественно трещиноватая зона в краевых частях пласта в зонах геологических нарушений. Значение показателя  $F = 0,07 \div 0,12$  соответствует высокому уровню напряженного состояния, при котором фиксируется категория «**ВЫБРОСООПАСНО**». Значение показателя  $F = 0,13 \div 0,20$  соответствует

пограничному уровню напряжений (переходу от категории «**НЕОПАСНО**» к категории «**ОПАСНО**»). Значение показателя  $F = 0,20$  указывает на плотное, но слабонапряженное (невыбросоопасное) состояние пласта. Измерения аппаратурой АЭШ-1 проводятся в режимах дипольного электромагнитного зондирования.

Таким образом, на основании результатов проводимых наблюдений выявляются зоны различного геомеханического состояния угольного пласта, разделяемые по диапазонам численных значений показателя  $F$ . Выделяются зоны пяти описанных выше качественных состояний пласта и пород кровли, включая три типа зон напряженного состояния (то есть зон аномально высоких, повышенных и умеренных напряжений), а также зоны двух уровней нарушения углей пласта и пород основной и непосредственной кровли (зон повышенной трещиноватости и наличия крупных расщелений соответственно).

Зонирование пласта по указанным признакам изменения его свойств и состояния осуществляется посредством построения графиков и диаграмм распределения показателей  $F$  в указанных диапазонах. На графиках зонирования пласта в различных цветовых гаммах выделяются зоны преобладания опасных, повышенных и умеренных напряжений, а также зоны повышенной трещиноватости и расщелений угольного пласта и пород кровли.

Существенным недостатком геофизических методов в современных угольных шахтах является необходимость остановки работы машин и оборудования, так как возникающие «шумы» не позволяют разделить сигналы от технологических процессов и импульсов массива горных пород при дезинтеграции угля и пород; а остановка работы машин и оборудования приводит к существенным экономическим убыткам.

В этой связи актуальной является научно-практическая задача создания способов и средств мониторинга состояния массива горных пород без остановки технологических процессов. Для решения этой задачи необходимо продолжить начатую работу.

**Выводы.** На основе проведенного анализа области применения и получаемых результатов измерений геофизическим способом установлено, что объем и качество получаемой в шахтных условиях информации достаточны для разработки и реализации мероприятий, обеспечивающих профилактику внезапных выбросов угля, породы и газа. Актуальной является научно-практическая задача разработки способов и средств мониторинга состояния массива горных пород без остановки технологических процессов.



**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Предупреждение газодинамических явлений в угольных шахтах. Сборник научно-нормативных документов. Научно-технический центр по безопасности в промышленности. – М.: Госгортехнадзор России, 2004. – 50 с.
2. Поляков А.Н., Мулев С.Н. Системы контроля состояния горного массива: методические указания по созданию систем контроля состояния горного массива и прогноза горных ударов как элементов многофункциональной системы безопасности угольных шахт. – Санкт-Петербург: Научно-исследовательский институт геомеханики и макшейдерского дела, 2012. – 82 с.
3. Дегазация метаноносных угольных пластов и вмещающих пород на шахтах Кузбасса. История, действительность, будущее / А.В. Ремезов, В.Г. Харитонов, А.И. Жаров и др. – Кемерово, 2012. – 848 с.
4. Трубецкой К.Н. Прогноз и предотвращение опасных газопроявлений при разработке угольных месторождений: Сб. статей / Под ред. К.Н. Трубецкого. – М.: Институт проблем комплексного освоения недр, 2011. – 131 с.

© 2018 г. *М.К. Ларин*  
Поступила 3 сентября 2018 г.

*О.В. Шугаев, Т.П. Воскресенская*

**Сибирский государственный индустриальный университет**

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОДОРОДНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ЭНЕРГИИ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТЯГОВЫХ АГРЕГАТОВ В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

Карьерный транспорт, выделяющий в атмосферу диоксид углерода, углеводороды, оксиды азота и серы, в связи с увеличением глубины разреза требует альтернативных решений с проблемой загазованности, так как вышеперечисленные выбросы накапливаются из-за плохой выветриваемости системы открытых разработок полезных ископаемых. В связи с обозначенной проблемой значительно ухудшаются условия труда, происходит периодическая остановка эксплуатации карьера. Кроме того, на работу карьера также влияют климатические факторы. Простои открытой системы разработок полезных ископаемых ежегодно могут достигать 1000 ч и более [1], что влечет к значительным убыткам.

Железнодорожный транспорт обладает достаточно высокими экологическими показателями, имеет относительно небольшие затраты на тонно-километр перевозок, при этом потребляет сравнительно небольшое количество энергии при трогании с места и при движении. По сравнению с автомобильной технической дорогой железнодорожное полотно не требует при транспортировке груза увлажнения, приводящее к дополнительным расходам, однако нуждается в периодическом перенесении в связи с истощением места добычи полезных ископаемых.

С учетом вышеизложенного, определяется цель настоящего исследования, направленная на выбор более эффективного, для переоборудования под топливные элементы тягового, железнодорожного подвижного состава в открытых разработках полезных ископаемых.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ эксплуатационных характеристик электровозов и тепловозов, работающих в карьере;
- выявить тип тягового подвижного состава, наиболее совместимого с использованием топливных элементов;
- сравнить эксплуатационные характеристики подвижного состава на топливных элементах с характеристиками традиционных локомотивов.

На сегодняшний день наиболее часто используемым тяговым подвижным составом, работающим в карьерах, является электровоз. Такой вид транспорта требует бесперебойного питания от электросетей, а в связи с технологией работы разреза требуется периодический монтаж, демонтаж и транспортировка контактной сети, что в свою очередь приводит к дополнительным затратам, делает его менее мобильным.

Тепловозы более мобильны и не требуют периодического перенесения контактной сети, однако они потребляют дизельное топливо, что приводит к экологической проблеме, связанной с загазованностью карьера, и дополнительным убыткам от простоя техники.

Тяговый агрегат, объединяющий положительные качества электровоза и тепловоза, способствует снижению всех расходов к минимуму, при этом решая большинство проблем железнодорожного транспорта. Решением этого вопроса, возможно, станет использование твердополимерных топливных элементов в качестве основного силового агрегата тягового подвижного состава. Наряду с этим возникает актуальная проблема выбора вида железнодорожного транспорта, переоборудование которого не вызовет чрезмерного изменения конструкции и снизит экологические и технические расходы, не ухудшая тяговые характеристики подвижного состава.

Для исследования на основании данных, приведенных в работах [2, 3, 4, 5] были рассмотрены сравнительно мощный тепловоз ТЭМ-7, имеющий возможность обслуживать открытые разработки полезных ископаемых, и наиболее распространенный промышленный электровоз ОПЭ1АМ, предназначенный для работы в карьере, мощностные характеристики которого не уступают характеристикам представителей данного класса. На основании справочных данных [2 – 4, 6] была составлена таблица, включающая сводные технико-эксплуатационные характеристики приведенных локомотивов (табл. 1).

**Сводные технико-эксплуатационные характеристики тепловоза ТЭМ-7А и промышленного электровоза ОПЭ1АМ**

Характеристики	Значение	
	ТЭМ-7А	ОПЭ1АМ
Мощность тяговых электродвигателей (ТЭД) / с учетом использования МД, кВт	1080	3344/ 5016
Мощность дизельного двигателя, л.с.	2000	1500
Служебный вес/ с учетом использования моторного думпкара (МД), тс	180	248/327+45(грузоподъемность)
Сила тяги при продолжительном режиме/ с учетом использования МД, кгс	30600	39422/55064
Марка дизеля/трансформатора	2-2Д49	3А-6Д49/ОДЦЭ-8000/10
Габаритные размеры дизельного двигателя, мм:		
длина	5287	3355
ширина	1920	1665
высота	2475	2305
объем, м <sup>3</sup>	25,123	12,876
вес сухого дизельного двигателя, т	20	9,6
Тип ТЭД	ЭД-120А	ДТ-9Н
Характеристики ТЭД:		
мощность номинальная, кВт	138	418
максимально допустимая частота вращения якоря, об/мин	1820	685
напряжение при продолжительном режиме работы, В	205	1500
Удельный расход топлива (дизельный двигатель), г/кВт·ч	208 – 217	204 – 215
Расход топлива (с учетом мощности дизельного двигателя), л/ч	368 – 384	231 – 243

Сводные технико-эксплуатационные характеристики тепловоза ТЭМ-7А и промышленного электровоза ОПЭ1АМ показывают, что тяговый подвижной состав рассматриваемой марки на электрической тяге обладает более мощными ТЭД, позволяющими значительно увеличить грузоподъемность состава, что напрямую зависит от силы тяги при продолжительном режиме. Двухсекционное исполнение электровоза позволяет использовать его в нескольких режимах работы: тяговые двигатели работают от контактной сети, ТЭД работают от генератора дизельной секции. Тепловоз ТЭМ-7А обладает сравнительно более мощным 12-цилиндровым [2] дизельным двигателем. Работающая на дизельном топливе (ДТ) автономная секция ОПЭ1АМ оснащена 8-цилиндровым [2] двигателем, способным обеспечить электроэнергией (955 кВт) [2] тяговые двигатели основной секции электровоза. При использовании рассматриваемого режима работы электровоза сила тяги при продолжительном режиме снизится на 43 % (11235 кгс). Так как суммарная максимально допустимая мощность ТЭД составляет 1672 кВт, тяговые двигатели не развивают необходимое тяговое усилие, наряду с этим уменьшится максимально допустимый вес состава. Тепловоз ТЭМ-7А по сравнению с электрово-

зом ОПЭ1АМ обладает минимальной скоростью продолжительного режима, при которой ТЭД работают без перегрева статорно-роторной части, позволяющей ему преодолевать затяжные подъемы с минимальным значением радиуса кривизны профиля.

Для детального сравнения эксплуатационных характеристик тепловоза и электровоза, применяющихся для работы в условиях разреза, необходимо построить диаграмму, отражающую зависимость массы брутто поезда от уклона, величина которого, в условиях карьера, изменяется от минимального (15‰) до максимально допустимого значения (60‰) [7].

Для составления диаграммы зависимости массы брутто поезда от уклона определим необходимость включения подталкивающего локомотива в состав, исходя из максимально допустимого продольного усилия на автосцепке при трогании (930 кН) и при движении по уклону (1275 кН) [7].

Продольное усилие, действующее на автосцепное устройство локомотива с учетом массы брутто поезда, определяется по типовым расчетам, приведенным в работе [7]. Результаты расчетов отражены на диаграмме зависимости допустимого продольного усилия на автосцепке от

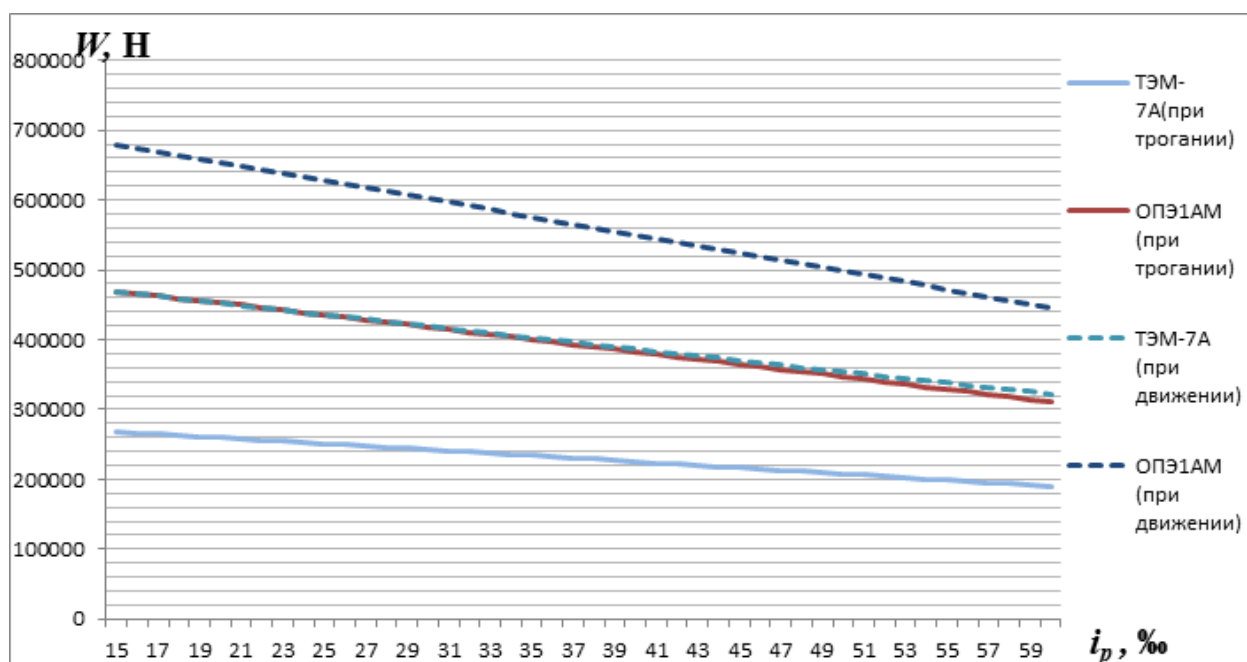


Рис. 1. Зависимость допустимого продольного усилия на автосцепке от уклона для тепловоза ТЭМ-7А и электровоза ОПЭ1АМ

уклона для тепловоза ТЭМ-7А и электровоза ОПЭ1АМ (рис. 1).

Анализ диаграммы (рис. 1) показал, что продольное усилие, действующее на автосцепное устройство локомотивов, не превышают максимально допустимых значений при трогании (930 кН) [7] и при движении по уклону (1275 кН) [7]. Использование подталкивающего локомотива

необходимо лишь в случае увеличения количества перевозимого груза.

Масса брутто поезда определяется по типовым расчетам, приведенным в работе [7]. Для расчетов используются вагоны думпкары серии 32-4079 массой 38 т и грузоподъемностью 90 т [8].

Диаграмма, отражающая зависимость массы брутто поезда от уклона (рис. 2), показывает, что

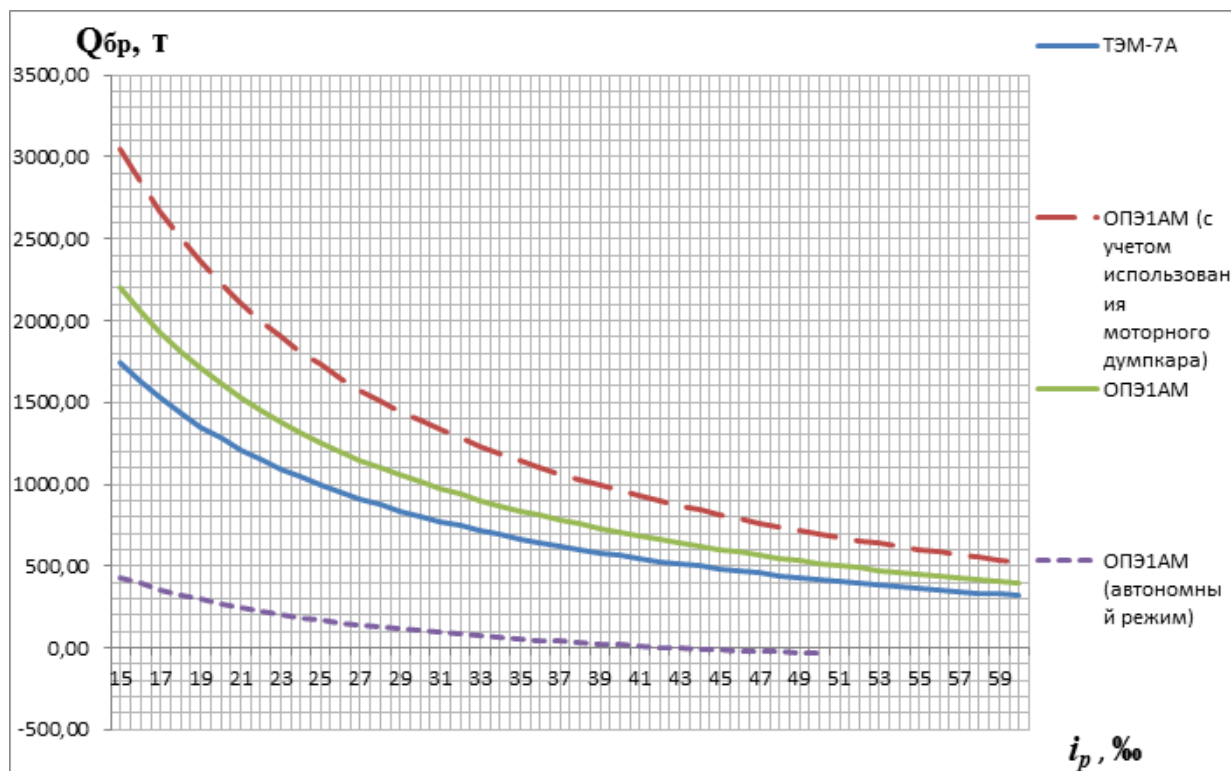


Рис. 2. Зависимость массы брутто состава от уклона для тепловоза ТЭМ-7А и электровоза ОПЭ1АМ

**Эксплуатационные характеристики топливных элементов марки НурМ HD-180**

Характеристики	Значение
Удельный расход топлива (0 градусов °С, 760 мм рт.ст.), м <sup>3</sup> /кВт·ч (кг/кВт·ч)	0,648(0,0583)
Расход топлива (учитывая мощность ТЭ), м <sup>3</sup> /ч (кг/ч)	128,3 (11,54)
Рабочее давление, кПа	101,3
Напряжение, В	360-720
Допустимая сила тока, А	500
Номинальная мощность, кВт	198
КПД, %	55
Рабочая температура, °С	от -40 до +65
Степень чистоты водорода, требуемая для работы ТЭ, %	99,98
Масса, т	0,654
Габаритные размеры, мм:	
длина	955
ширина	1525
высота	690
объем, м <sup>3</sup>	1,004

тяговая подвижная единица марки ОПЭ1АМ по сравнению с ТЭМ-7А в условиях разреза может транспортировать состав с более высокой массой брутто, особенно при условии использования моторизованного думпкара. Тепловоз не имеет возможности использовать МД, так как, если учесть мощность, необходимую для работы ТЭД (1104 кВт) [2] и вырабатываемую дизельным двигателем (1491 кВт) [6], остаточной мощности 387 кВт недостаточно для работы 4-х тяговых двигателей марки ЭД-120А (138·4 кВт) [2], при этом часть этой энергии расходуется для питания систем управления. Автономная секция питания электровоза эффективна на незначительных подъемах. Предельный уклон для ОПЭ1АМ при потреблении электроэнергии от дизельного двигателя равен 42 %. Если учитывать использование одного думпкара серии 32-4079, максимально допустимое значение уклона снизится до 27 %. Автономная секция эффективна при преодолении прямых, не электрифицированных участков.

На основании анализа диаграммы зависимости массы брутто состава от уклона и сводных технико-эксплуатационных характеристик можно сделать вывод: электровоз по сравнению с тепловозом выполняет работу по транспортировке грузов наиболее эффективнее. Однако этот вид тягового подвижного состава имеет ряд недостатков, препятствующих перевозке грузов. К основным недостаткам можно отнести следующие: «косвенная мобильность» – локомотив оснащен автономной секцией, которая выделяет недостаточную мощность для работы на затяжных уклонах свыше 27 %; высокое значение

скорости продолжительного режима; необходимость перенесения контактной сети благодаря периодическому истощению мест разработки полезных ископаемых; вредные выбросы при работе в режиме питания тяговых двигателей от генератора и дизельного двигателя.

Для частичного решения вышеперечисленных проблем предлагается в качестве основного источника питания использование топливных элементов (ТЭ). Для исследования были взяты водородно-кислородные генераторы электроэнергии марки НурМ HD-180, электролит которых состоит из протонопроводящей полимерной мембраны [9]. На основании данных, приведенных в работах [9, 10], была составлена таблица, включающая эксплуатационные характеристики вышеперечисленных ТЭ (табл. 2).

Для дальнейшего сравнения локомотивов наиболее пригодных для переоборудования системы питания, на основании данных, приведенных в работах [2 – 4, 9, 10], составлена таблица, отражающая отличительные характеристики локомотивов ТЭМ-7А и ОПЭ1АМ, оснащенных вышеперечисленными топливными элементами без значительных конструктивных изменений (табл. 3).

После использования ТЭ тяговые подвижные единицы стали обладать общими отличительными достоинствами, но учитывая силу тяги при продолжительном режиме как основную сравнительную характеристику, электровоз ОПЭ1АМ является наиболее подходящим карьерным локомотивом для использования топливных элементов в качестве основного источника питания.

Т а б л и ц а 3

**Отличительные характеристики локомотивов ТЭМ-7А и ОПЭ1АМ, оборудованных топливными элементами марки НуРМ HD-180**

Характеристики	Значение	
	ТЭМ-7А	ОПЭ1АМ
Мобильность	+	+
Вредные выбросы	-	-
Необходимость использования контактной сети	-	-
Суммарная мощность ТЭ, кВт	1386	3366
Количество ТЭ соответствующей марки, шт	7	17
Сила тяги при продолжительном режиме/ с учетом использования МД, кгс	30600	39422/55064
Служебный вес/ с учетом использования моторного думпкара (МД), т·с	500	246,25/370,25
Расход топлива с учетом мощности локомотива, м <sup>3</sup> /ч (кг/ч)	699,84(62,98)	2166,91(195,02)

При переоборудовании ОПЭ1АМ с незначительными конструктивными изменениями возможен демонтаж дизельного двигателя автономной секции питания и использование освобожденного пространства для топливных элементов. Учитывая объем ДВС (12,876 м<sup>3</sup>) и топливных элементов НуРМ HD-180 (1,004 м<sup>3</sup>), можно предположить, что количество ТЭ рассматриваемой марки составит 12 единиц, свободно вписывающихся в пространство демонтированного дизеля. Вырабатываемая мощность автономной секции составит 2376 кВт, а служебный вес снизится на 1,752 т. Для работы ТЭД электровоза, без учета использования моторизованного думпкара (МД), необходимо 3344 кВт, следовательно, полноценная эксплуатация локомотива возможна при использовании дополнительных пяти топливных элементов марки НуРМ HD-180. Размещение ТЭ возможно в головной секции (ГС) локомотива вместо тягового трансформатора, объем которого составляет 12,76 м<sup>3</sup>, соответственно количество ТЭ, которые возможно разместить вместо ОДЦЭ-8000/10, без нарушения конструктивных особенностей локомотива, составит 12 единиц, при этом служебный вес снизится на 40 грамм. Для детального исследования особенностей электровоза ОПЭ1АМ, оборудованного ТЭ, составлена таблица на основании работ [2, 4, 11], отражающая варианты компоновки локомотива топливными элементами НуРМ HD-180 и их характеристики (табл. 4). Перечисленные в табл. 4

таблицы локомотива возможна при использовании дополнительных пяти топливных элементов марки НуРМ HD-180. Размещение ТЭ возможно в головной секции (ГС) локомотива вместо тягового трансформатора, объем которого составляет 12,76 м<sup>3</sup>, соответственно количество ТЭ, которые возможно разместить вместо ОДЦЭ-8000/10, без нарушения конструктивных особенностей локомотива, составит 12 единиц, при этом служебный вес снизится на 40 грамм. Для детального исследования особенностей электровоза ОПЭ1АМ, оборудованного ТЭ, составлена таблица на основании работ [2, 4, 11], отражающая варианты компоновки локомотива топливными элементами НуРМ HD-180 и их характеристики (табл. 4). Перечисленные в табл. 4

Т а б л и ц а 4

**Характеристики и варианты компоновок топливными элементами НуРМ HD-180 локомотива ОПЭ1АМ**

Варианты компоновок секций локомотива	Характеристики					
	Суммарная мощность ТЭ, кВт	Общее количество ТЭД ДТ-9Н	Общая мощность, необходимая для работы ТЭД, кВт	Служебный вес состава, т·с	Сила тяги при продолжительном режиме, кгс	Расход топлива с учетом мощности локомотива, м <sup>3</sup> /ч
12 ТЭ (автономная секция) + 5 ТЭ (головная секция)	3366	8	3344	246,25	39422	2166,9
12 ТЭ (АС) + 10 ТЭ (ГС) + (моторизованный думпкара 80 % мощности)	4752	12	4681	370,25	51935	3033,3
Использование двух автономных секций содержащих по 12 ТЭ в каждой + 2 ТЭ (ГС)	5148	12	5016	368,5	55064	3250,4
12 ТЭ (АС)×2 + 10 ТЭ (ГС) + (МД 100% мощности)	6732	16	6688	492,5	73418	4333,8

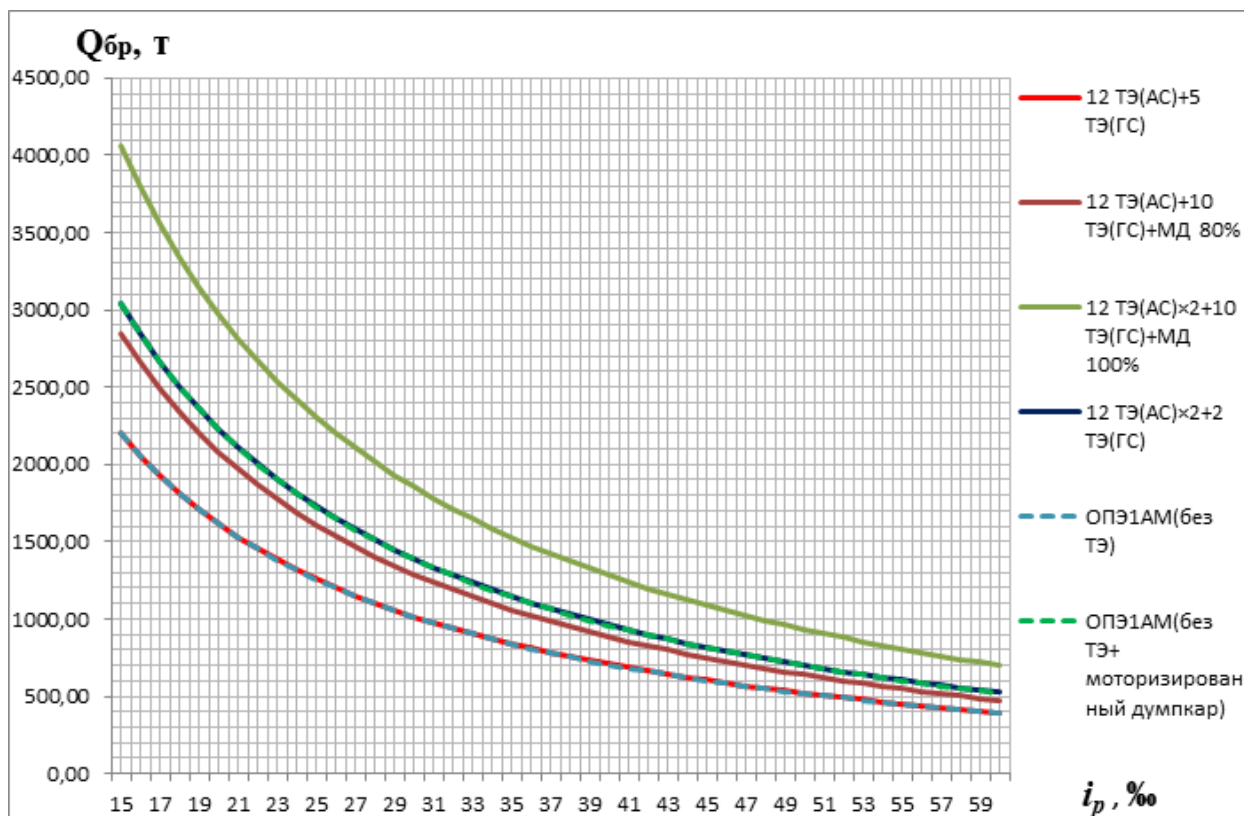


Рис. 3. Зависимость массы брутто состава от уклона для электровоза ОПЭ1АМ и видов его компоновки ТЭ НуРМ HD-180

виды размещения ТЭ тягового подвижного состава составлены с учетом требуемой мощности для работы ТЭД, максимально допустимого объема тягового трансформатора основной части локомотива и габаритов дизельного двигателя автономной секции (АС) питания.

В целях детального сравнения эксплуатационных характеристик вариантов компоновки ТЭ НуРМ HD-180 электровоза ОПЭ1АМ, на основании данных, приведенных в табл. 4, составлена диаграмма, отражающая зависимость массы брутто поезда от уклона, величина которого в условиях карьера изменяется от минимального 15‰ [7] до максимально допустимого значения 60‰ [7] (рис. 3). Масса брутто поезда определяется по типовым расчетам, приведенным в работе [7]. Для расчетов используется вагоны думпкары серии 32-4079 массой 38 т и грузоподъемностью 90 т [8].

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что после переоборудования электровоза ОПЭ1АМ топливными элементами НуРМ HD-180, тяговые характеристики практически не изменятся. Однако если сравнить максимально допустимую массу брутто состава, питающегося от контактной сети и использующего моторизированный думпкарь, с аналогичной компоновкой на топливных элементах, можно выявить, что мощность МД будет ис-

пользоваться на 80 %. Для того, чтобы три секции электровоза, использующего ТЭ, работали на 100 %, возможно использование двух автономных секций.

Для определения экономического эффекта от переоборудования локомотива ОПЭ1АМ топливными элементами НуРМ HD-180 на основании работ [6, 12 – 14] составлена таблица расхода топлива (табл. 5), в которой приведены возможные затраты на энергоресурсы для работы рассматриваемого выше электровоза и его модификаций на топливных элементах. Расчет стоимости потребленного водорода проведен с учетом использования уравнения Менделеева – Клапейрона и цены на баллон 40 л водорода ГОСТ 9909-81 [10, 13, 15] (не рассматривая расходы на емкость). Стоимость дизельного топлива принята с учетом средней цены рассматриваемого энергоресурса в Кемеровской области на 11 апреля 2017 г. Необходимое количество ДТ, электровоза ОПЭ1АМ, не использующего ТЭ, рассчитано с учетом удельного расхода и общей мощности, необходимой для работы ТЭД на 100 %. Для сравнения затрат на топливо, используемого для работы локомотива от автономной секции, в табл. 5 приведен эквивалент, работающий от топливных элементов с учетом допустимой мощности АС.

## Расход топлива электровоза ОПЭ1АМ и его модификаций на топливных элементах

Вид модификации локомотива	Общая мощность, необходимая для работы ТЭД, кВт	Вид топлива	Требуемое количество топлива		Стоимость, руб/ч	
			Ед. измерения	Значение		
ОПЭ1АМ с использованием ТЭ	12 ТЭ (АС) + 5 ТЭ (ГС)	3344	Водород газообразный технический марка А ГОСТ 3022-80 (степень чистоты водорода 99,99 %)	м <sup>3</sup> /ч (кг/ч)	2166,9 (195)	2668,98
	12 ТЭ (АС) + 10 ТЭ (ГС) + (МД 80% мощности)	4681			3033,3 (272,97)	3736,13
	12 ТЭ (АС)×2 + 2 ТЭ (ГС)	5016			3250,4 (292,51)	4003,53
	12 ТЭ (АС)×2 + 10 ТЭ (ГС) + (МД 100% мощности)	6688			4333,8 (390)	5337,96
	ГС+5 ТЭ (АС) (57% мощности ГС)	955			618,84 (55,69)	762,22
ОПЭ1АМ без использования ТЭ	ГС+АС	3344	Эл.энергия (по среднесуточному тарифу)	кВт·ч	3344	13810,72
			Дизельное топливо (ср.значение)	л/ч	829	29520,69
	ГС+АС+МД	5016	Эл.энергия (по среднесуточному тарифу)	кВт·ч	5016	20716,08
			Дизельное топливо (ср.значение)	л/ч	1244	44298,84
	Работа локомотива от дизельной секции (57% мощности ГС)	955	Дизельное топливо (ср.значение)	л/ч	237	8439,57

Детальное отражение расхода топлива локомотива ОПЭ1АМ приведена на диаграмме (рис. 4) зависимости стоимости эксплуатации электровоза от мощности для различных видов топлива, составленной на основании удельного расхода энергоресурсов и данных табл. 5. Значение мощности варьируются от минимально допустимой (работа локомотива от автономной секции) до максимальной (головная секция + 2 автономных секции + моторизированный думпкап) (табл. 5).

Анализируя полученные данные, приведенные в табл. 5 и на рис. 4, можно сделать вывод, что использование ТЭ марки НуРМ HD-180 позволит сократить затраты на электроэнергию, питающую локомотив ОПЭ1АМ, в пять раз, а расходы на дизельное топливо практически в 11 раз. При этом использование топливных элементов значительно не изменяет тяговых характеристик, не увеличивая общий вес электровоза и не изменяя конструкции (табл. 1 и табл. 4).

**Выводы.** Локомотив ОПЭ1АМ, оборудованный топливными элементами НуРМ HD-180, использует возобновляемые энергоресурсы, при

этом не выделяет вредных выбросов, что позволяет снизить количество периодических остановок работы карьера от чрезмерной загазованности и сократить убытки от простоя техники. Рассматриваемый электровоз на ТЭ не нуждается в использовании контактной сети, что делает его более мобильным без снижения тяговых характеристик, при этом сокращаются периодические расходы на содержание и перемещение системы питания локомотива, вызванное истощением мест разработки полезных ископаемых. Возможность изменения количества последовательно и параллельно включенных топливных элементов тягового подвижного состава, позволяет изменять выходное напряжение без потери мощности, что обеспечивает плавную регулировку скоростных качеств локомотива, не снижая его тяговых характеристик. Использование ТЭ НуРМ HD-180 в локомотиве ОПЭ1АМ способствует снижению расходов на потребление электроэнергии в пять раз, использование дизельного топлива в 11 раз. Электровоз на топливных элементах использует возобновляемые источники энергии.



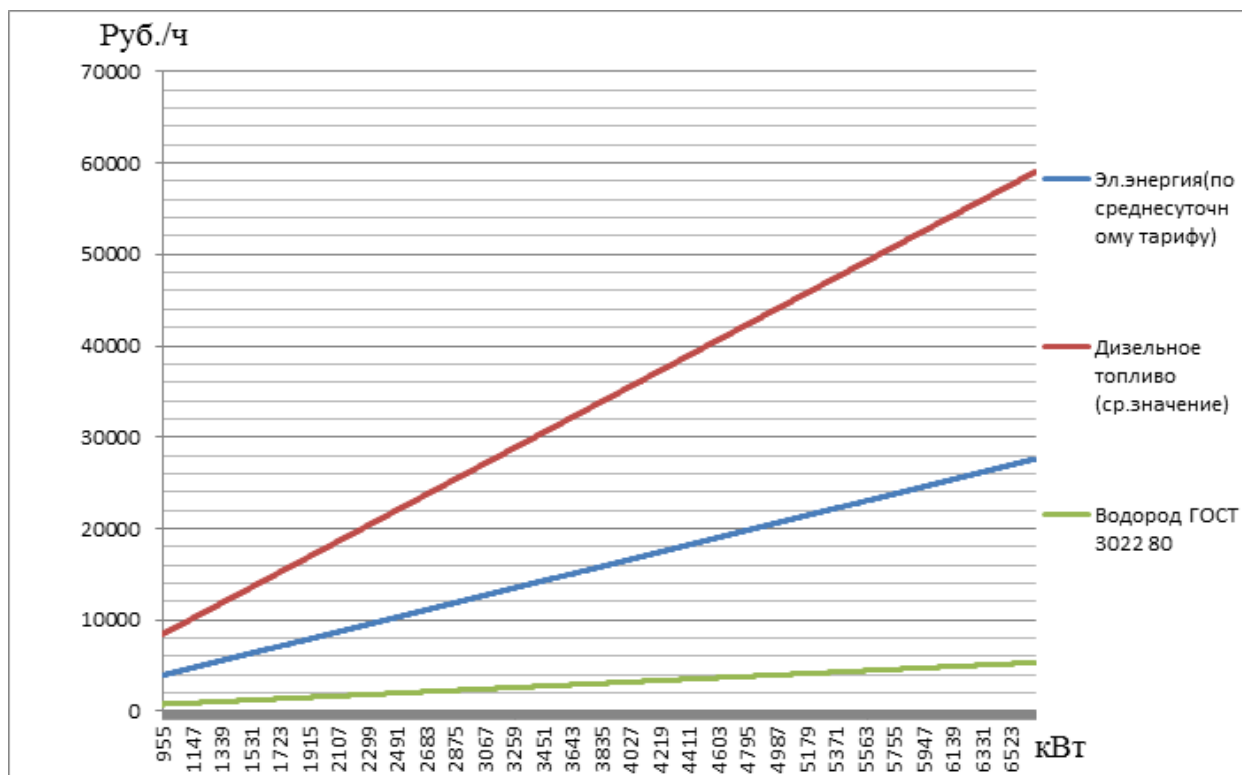


Рис. 4. Зависимость стоимости эксплуатации локомотива ОПЭ1АМ от мощности для различных энергоресурсов

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарасов П.И., Журавлев А.Г., Фелелов Е.В., Фурин В.О., Ворошилов А.Г., Тарасов А.П., Бабаскин С.Л. Сокращение загазованности карьерного пространства при применении новых видов карьерного транспорта // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2008. № 2. С. 260 – 271.
2. Залит Н.Н. Тепловозы промышленного транспорта: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 366 с.
3. Раков В.А. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза (1966 – 1975 гг.). – М.: Транспорт, 1979. – 213 с.
4. Потапов М.Г. Карьерный транспорт: Учеб. для горн. спец. техникумов. – М.: Недра, 1985. – 239 с.
5. Кравчук В.В., Понявкин Д.Ю. Методика обнаружения и устранения неисправностей дизель-генераторов типа Д49 в процессе эксплуатации и ремонта: Учебное пособие. – Хабаровск: изд. ДВГУПС, 2002. – 94 с.
6. Сырбаков А.П., Корчуганова М.А. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие. – Томск: изд. Томского политехнического университета, 2015. – 159 с.
7. Кузьменко С.В., Чередниченко С.П., Игнатьев О.Л. Железнодорожные транспортные средства: Практикум. – Луганск: Ноулидж, 2012. – 120 с.
8. 4-осный вагон-самосвал, модель 32-4079: [Электронный ресурс] // RailAgent железнодорожная транспортная биржа. URL: <http://railagent.ru/manuals/wagon-31846/> (Дата обращения: 05.04.2017).
9. НурМ HD180: [Электронный ресурс] // Hydrogenics. URL: <http://pdf.directindustry.com/pdf/hydrogen-systems/hypm-hd180/14703-316895.html/>. (Дата обращения: 04.04.2017).
10. Краснораменский В.И. Топливные элементы для повышения эффективности ТЭС и НПС // Энергосовет. 2013. № 5(30). С. 43 – 47.
11. Силовой трансформатор ОДЦЭ, ОНДЦЭ 10 КВ – ЧТЗ: [Электронный ресурс] // РосЭнергоХолдинг Инновации. Технологии. Успех. Пермь. – URL: <http://www.rosenergoholding.ru/catalog/transformatorysilovie.html?podcatalog=64&product=1107/>. (Дата обращения: 05.04.2017).
12. Каких тарифов на электроэнергию ожидать предприятиям России в 2017 году?: [Электронный ресурс] // ENERGYLOGIA Энергоэффективные решения для дома и бизнеса. – URL: <http://energylogia.com/business/jekonomija-jelektrojenergi/tarify-na-jelektrojenergiyu-dlja-predpriyatij-rossii-2017.html/>. (Дата обращения: 08.04.2017).
13. Водород газообразный технический марки А: [Электронный ресурс] // НИИ КМ 2000-2017. URL: [http://www.niikm.ru/products/hydrogen/hydrogen\\_40/](http://www.niikm.ru/products/hydrogen/hydrogen_40/). (Дата обращения: 08.04.2017).
14. Цены на бензин, ДТ, газ в Кемеровской области: [Электронный ресурс] // Цены на бензин и карта АЗС России. – URL: [https://www.benzin-price.ru/price.php?region\\_id=42](https://www.benzin-price.ru/price.php?region_id=42)
15. <http://pkvolga.ru/vodorodni-ballon-40/>. (Дата обращения: 08.04.2017).

© 2018 г. О.В. Шугаев, Т.П. Воскресенская  
Поступила 10 сентября 2018 г.

## РЕФЕРАТЫ

УДК 622:378.001.85

Институт горного дела и геосистем. Путь длиной в 70 лет / Волошин В.А., Риб С.В., Володина А.В., Фрянов В.Н., Гутак Я.М., Чаплыгин В.В. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 3.

В статье представлены в историческом, учебном и научном обзоре кафедры Института горного дела и геосистем СибГИУ в канун своего 70-летия. Подробно и хронологически точно освещены вопросы становления, состояния и перспективы развития Института горного дела и геосистем. Ил. 5.

**Ключевые слова:** горное дело, геотехнология подземная, открытые горные работы, горные машины, электромеханика, обогащение полезных ископаемых, геология, геодезия, экология.

Institute of mining and geosystems. The path of 70 years / Voloshin V.A., Rib S.V., Fryanov V.N., Volodina A.V., Gutak Ya.M., Chaplygin V.V. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 3.

The article presents chairs of the Institute of Mining and Geosystems of SibSIU in historical, educational and scientific review on the eve of their 70th anniversary. The issues of establishment, current state and prospects of development of the Institute of Mining and Geosystems are described in detail and chronological sequence. Fig. 5.

**Keywords:** mining, underground mining geotechnology, open pit mining, mining machines, electromechanics, mineral processing, geology, geodesy, ecology.

УДК 55:378.147(571.17)

Геологическое образование в СибГИУ (к юбилею института горного дела и геосистем и кафедры геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности) / Гутак Я.М., Капралова Т.П., Шипилова А.М. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 15.

Рассматривается история становления геологического образования в Сибирском государственном индустриальном университете, которое неразрывно связано с кафедрой геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности (ранее кафедра геологии и геодезии) Института горного дела и геосистем. В 2018 г. институту и кафедре исполняется 70 лет. История кафедры дана через краткие сведения о ее руководителях: А.П. Дубке, В.И. Синякове, И.С. Пельдякове, В.П. Студеникине, Е.Д. Шпайхере, А.А. Пермьякове, О.Г. Епифанцеве и современном составе преподавателей, отвечающих за геологическое направление. Показано, что из семидесяти лет своего существования только последние девять лет (2009 – 2018 гг.) кафедра готовит специалистов по направлению подготовки 25.00.02 – прикладная геология (квалификация горный инженер-геолог). Указывается большая роль в открытии направления заведующего кафедрой О.Г. Епифанцева. Анализируется количественный и качественный состав пяти выпусков (2013 – 2018 гг.) геологов и их достижения. Библ. 8.

**Ключевые слова:** геологическое образование, СибГИУ, Институт горного дела и геосистем, кафедра геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности.

Geological education in SibSIU (on the anniversary of the Institute of mining and geosystems and chair of geology, geodesy and life safety) / Gutak Ja.M., Kapralova T.P., Shipilova A.M. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 15.

Paper provides details of history of geological education in Siberian State Industrial University, which is provided by Chair of Geology, Geodesy and Life Safety (previous name is Chair of Geology and Geodesy) of Institute of Mining and Geosystems. 2018 is 70 years anniversary of the Institute and the Chair. History of the Chair is provided through brief information about its heads: A.P. Dubko, V.I. Sinyakov, I.S. Peldyakov, V.P. Studenikin, E.D. Shpaiher, A.A. Permyakov, O.G. Epifantsev and current academic staff, involved in geological education. It is shown that only the last 9 of seventy years of its existence (2009 – 2018 years) department prepares specialists in applied geology (degree of mining engineer-geologist). There is a significant role of O.G. Epifantsev, the head of the Chair in launching this education program. Quantitative and qualitative composition of geologists graduated over five years (2013 – 2018) and their achievements is analyzed. Ref. 8.

**Keywords:** geological education, Siberian State Industrial University, Institute of Mining and Geosystems, Chair of geology of geodesy and life safety.

УДК 622:681.3.07

Разработка междисциплинарных компьютерных лабораторных работ как основа массового внедрения обучающе-тестирующих систем по направлению подготовки 21.05.04 – Горное дело / Домрачев А.Н., Риб С.В. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 18.

Приведены основные принципы разработки и промежуточные результаты внедрения обучающе-тестирующей программы по курсу «Технология отработки пологих пластов» направления подготовки 21.05.04 – Горное дело. Рассмотрены принципы создания интерфейсного модуля и структура контента, а также рекомендации по расширению и повышению эффективности использования компьютерных средств обучения при подготовке студентов по направлению подготовки 21.05.04 – Горное дело. Особое внимание уделено алгоритму оценивания принятых технических решений и возможности реализации как отдельных технологий, так и комбинированной подземной технологии на их основе. Ил. 2. Табл. 1. Библ. 6.

**Ключевые слова:** компьютерная лабораторная работа, алгоритм, итоговая аттестация, специальные дисциплины, учебный процесс.

Development of multidisciplinary digital laboratory works as a basis for introduction of training and testing systems in mining education / Domrachev A.N., Rib S.V. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 18.

The paper provides analysis of mining technology skills estimation using tradition methodology and computer laboratory work. This analysis was targeted at finding a useful method of computer laboratory work implementation. Paper provides comparison of computer test results and computer laboratory work outcomes with an emphasis on estimation of algorithm of technological decision-making and complex mining technology design. Paper contains recommendations for raising computer laboratory work efficiency. Fig. 2. Table 1. Ref. 6.

**Keywords:** digital laboratory work, algorithm, final academic assessment, special subjects, teaching and learning process.

УДК 551.73:551.35.06

Уровень моря в палеозое в свете информации о региональных перерывах каменноугольного периода / Гутак Я.М., Рубан Д.А. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 21.

Изучение региональных перерывов в осадочных последовательностях позволяет делать заключения о положении уровня Мирового океана в геологическом прошлом. В Южной Сибири наиболее значительные перерывы каменноугольного периода соответствуют его началу и концу визейского века. Корреляция крупных перерывов различных территорий, представляющих разные сектора планеты, позволяет сделать выводы об их немногочисленности и наличии единственного квазиглобального перерыва на границе миссисипия/пенсильвания. Это говорит о том, что уровень моря в каменноугольном периоде был высоким несмотря на условия оледенения. В этой связи палеозойский уровень моря кажется более высоким, чем мезозойский, чему, вероятно, способствовали тектонические процессы в Протопацифике и, в частности, массовое формирование молодой океанической коры. Установленный квазиглобальный перерыв может объясняться действием резкого пульса гондванского оледенения. Ил. 2. Библ. 51.

**Ключевые слова:** карбон, корреляция, мезозой, оледенение, перерывы в осадконакоплении, Протопацифика, эвстатические флуктуации.

Paleozoic sea level in the light of the information on regional hiatuses of the carboniferous period / Gutak Ja.M., Ruban D.A. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 21.

Study of regional hiatuses in sedimentary successions permits judgments about the level of the World Ocean in the geological past. In Southern Siberia, the most significant hiatuses of the Carboniferous Period correspond to the beginning of the latter and the end of the Visean Stage. A correlation of major hiatuses of various territories representing different sectors of the planet leads to conclusion about small number of these sedimentation breaks and presence of the only quasi-global hiatus at the Mississippian/Pennsylvanian boundary. This implies the sea level was high in the Carboniferous Period despite of glacial condition. If so, the Paleozoic sea level appears to be higher than that Mesozoic, which was triggered, probably, by some tectonic processes in the Protocific and,

particularly, voluminous formation of young oceanic crust. The established quasi-global hiatus can be explained by the action of strong pulse of the Gondwanan glaciation. Fig. 2. Ref. 51.

**Keywords:** Carboniferous, correlation, Mesozoic, glaciation, sedimentation breaks, Protopacific, eustatic fluctuations.

УДК 622.817.47

Обоснование направлений развития способов и средств дегазации угольных шахт / Ширяев С.Н., Агеев П.Г., Черепов А.А., Петрова О.А., Фрянов В.Н. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 28.

Проведена оценка эффективности способов и средств дегазации углеметановых пластов при их подземной разработке. Выделены следующие перспективные технологии извлечения метана на стадиях подготовки и отработки угольных месторождений: заблаговременная дегазация с использованием предварительной плазменно-импульсной дезинтеграции массива горных пород и снижения уровня воды в массиве горных пород с целью извлечения вместе с водой газа и мелкодисперсных частиц угля; предварительная дегазация в процессе проведения выработок и воздействия на угольный пласт гидроразрывом, физическими полями, вибрацией, пульсацией, нагнетанием и сбросом давления флюида; дегазация выработанного пространства посредством бурения скважин в зону повышенной проницаемости массива горных пород. Доказано, что создание новых и развитие традиционных способов и средств дегазации углеметановых месторождений возможно при использовании теоретических основ взаимодействия геомеханических и газодинамических процессов в массиве горных пород, обеспечивающих выявление условий активного воздействия на угольную матрицу твердого газового гидрата с целью обеспечения перехода метана из газогидратного состояния в свободное. Табл. 3. Ил. 3. Библ. 12.

**Ключевые слова:** угольная шахта, массив горных пород, углеметановый пласт, метан, флюиды, дегазация, газогидрат, геомеханические процессы, газодинамические процессы.

Substantiation of directions of coal mines gas drainage methods and tools development / Shirjaev S.N., Ageev P.G., Cherepov A.A., Petrova O.A., Frjanov V.N. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 28.

Estimation of efficiency of methods and means of gas draining of coal-methane seams over their underground development is carried out. The following advanced technologies of methane extraction at the stages of development and excavation of coal deposits are identified: preliminary gas drainage using preliminary plasma-pulse disintegration of rock mass and reduction of water level in rock mass in order to extract gas and fine coal particles together with water; advance gas drainage in course of mine development and impact on the coal seam by hydraulic fracturing, physical fields, vibration, pulsation, injection and discharge of fluid pressure; gas drainage of excavated space by drilling wells in the zone of high permeability of rock mass. It is proved that creation of new and evolution of traditional methods and tools of degassing of coal deposits is possible by using theoretical foundations of interaction of geomechanical and gas-dynamic processes in the rock mass, providing identification of conditions of active influence on coal matrix of solid gas hydrate to ensure transition of methane from gas hydrate state to the free one. Table 2. Fig. 3. Ref. 12.

**Keywords:** coal mine, rock mass, coal-methane seam, methane, fluids, gas drainage, gas hydrate, geomechanical processes, gas-dynamic processes.

УДК 622.822.2

Диагностика деформирования стволов Таштагольского рудника для прогнозной оценки их безопасной эксплуатации при подработке / Лобанова Т.В. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 32.

Приведены результаты исследования характера изменения величин сдвижений и деформаций стволов "Северный" и "Ново-Капитальный" по глубине и оценка изменчивости смещения стволов при развитии фронта очистных работ, сопоставлены сдвижения пород в стволах и на земной поверхности в районе надшахтных сооружений. Проведены диагностика и прогноз возможного деформирования стволов при их дальнейшей эксплуатации, приведены программа наблюдений за деформированием стволов и мероприятия по их безопасной эксплуатации. Табл. 1. Ил. 6. Библ. 6.

**Ключевые слова:** сдвижения, очистные работы, деформирование стволов, безопасная эксплуатация, инструментальный контроль.

Diagnostics of deformation of shafts of Tashtagolsky ore mine for prognostic estimation of their safe operation / Lobanova T.V. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 32.

Results of study of nature of changes in magnitude of shifts and deformations of the shafts Severny and Novo-Kapitalny in depth and estimates of variability of displacement of shafts during development of mining face are provided, shifts of the rock mass in shafts and on the surface in the area of shaft top works are compared. Diagnosis and prognosis of possible deformation of shafts during their further operation were made, a program of shafts deformation monitoring and measures for their safe operation were given. Table. 1. Fig. 6. Ref. 6.

**Keywords:** shifts, mining works, shafts deformation, safe operation, instrumental control.

УДК 622.831

Применение современных методов дегазации при отработке пласта 48 в условиях филиала «Шахта «Ерунаковская-VIII» / Ширияев С.Н., Никитина А.М., Дадынский Р.А. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 41.

Рассмотрен опыт бурения и положительные результаты эксплуатации дегазационных скважин при отработке пласта 48 филиала «Шахта «Ерунаковская-VIII». Представлены схемы расположения скважин направленного бурения на выемочных участках. Табл. 2. Ил. 2. Библ. 10.

**Ключевые слова:** направленное бурение, метан, угольный пласт, скважина, дегазация, подготовительная выработка, бурение скважин.

Application of modern methods of gas draining during excavation of the seam 48 in conditions of "Erunkovskaya-VIII Mine" / Shiryayev S.N., Nikitina A.M., Dadynsky R.A. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 41.

The article provides the experience of drilling gas draining wells during excavation of the seam 48 of the mine "Erunkovskaya-VIII". Schemes of location of directional drilling wells at excavation sites are presented. Table 2. Fig. 2. Ref. 10.

**Keywords:** directional drilling, well, gas draining, preparatory development, well drilling.

УДК 551.8 (235.222)

Сапропели высокогорной Тархатинской котловины Юго-Восточного Алтая / Русанов Г.Г., Тетерина И.И. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 47.

В статье приведены результаты изучения небольших моренно-подпрудных и термокарстовых озер в Тархатинской котловине Юго-Восточного Алтая. Проведен анализ геохимических, минералогических и палеонтологических исследований органогенных илов (сапропелей), сделаны выводы о важности дальнейшего изучения озерных сапропелей этого района. Ил. 2. Библ. 13.

**Ключевые слова:** сапропели, термокарстовые озера, Горный Алтай.

Sapropels of the highland Targhatin depression of the South-Eastern Altai / Rusanov G.G., Teterina I.I. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 47.

Analysis of the results of study of small Moreno-dammed and thermokarst lakes in Tarhatinsky depression of the South-Eastern Altai is provided in the article. Analysis of geochemical, mineralogical and paleontological studies of organogenic silts (sapropels) and conclusions about importance of further study of lake sapropels in this area are given.

**Keywords:** sapropel, thermokarst lakes, the Altai mountains.

УДК 622:862:622.271.3

Обеспечение безопасных условий труда на угольных разрезах / Ремизов А.В., Чаплыгин В.В. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 50.

Проведен анализ промышленной безопасности на предприятиях, на которых наблюдается высокий уровень травматизма и аварийности, приведены данные по произошедшим несчастным случаям на угольных предприятиях Кемеровской области. Выявлены нарушения требований и норм промышленной безопасности при производстве горных работ. Предусмотрено внедрение современных информационных технологий для решения вопросов оперативного управления персоналом и обеспечения промышленной безопасности работ на предприятии ООО «Ресурс». Ил. 2. Библ. 4.

**Ключевые слова:** промышленная безопасность, травматизм, аварийность, производственный процесс, система контроля, оперативный контроль, система GPS-навигации, датчики давления, камеры видеонаблюдения, технологический транспорт.

Providing safe work conditions in coal mines / Remizov AV, Chaplygin VV// Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 50.

Analysis of industrial safety at enterprises on which high level of traumatism and accident rate is observed, data on accidents at coal enterprises of Kemerovo region are given. Violations of requirements and norms of industrial safety in mining operations have been identified. Provision is made for the introduction of modern information technologies for resolving issues of operational personnel management and ensuring industrial safety at the “Resurs” LLC. Fig. 2. Ref. 4.

**Keywords:** industrial safety, injuries, accidents, operation process, control system, operational control, GPS-navigation system, pressure sensors, video surveillance cameras, technological transport.

УДК 622.272.633

Анализ способов и средств прогноза и предотвращение внезапных выбросов угля и газа на угольных шахтах / Ларин М.К. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 54.

Актуальность исследований методов прогноза участков угольных пластов, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа, состоит в относительно высокой вероятности возникновения инцидентов и аварий, связанных с газодинамическими проявлениями горного давления. По результатам анализа заключений комиссий по расследованию несчастных случаев на шахтах в Кузнецком бассейне зарегистрировано 271 газодинамическое явление. В соответствии с актуальностью рассматриваемого вопроса поставлена следующая цель исследований: выявить область применения традиционных способов и средств прогноза опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа участков пластов для профилактики этих опасных явлений. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: проведен анализ эффективности геофизических методов обнаружения опасных зон; разработаны рекомендации для разработки и реализации мероприятий, обеспечивающих эффективную и безопасную отработку угольных пластов, склонных к газодинамическим явлениям, в том числе с применением роботизированных средств в опасных для персонала условиях. Ил. 1. Библ. 4.

**Ключевые слова:** угольная шахта, газодинамические явления, геофизические методы обнаружения опасных зон, внезапный выброс угля, породы и газа.

Analysis of methods and means for forecasting and preventing sudden outbursts of coal and gas in coal mines / Larin M.K. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – № 3 (25). – P. 54.

The relevance of research methods for forecasting sections of coal seams that are dangerous for sudden emissions of coal, rock and gas, is a relatively high level of incidents and accidents associated with gas-dynamic manifestations of rock pressure. Based on the results of the analysis of the conclusions of the commissions for the investigation of accidents at mines in the Kuznetsk basin, 271 gas-dynamic phenomena were registered. In accordance with the relevance of the issue under consideration, this article sets the following research objective: to identify the scope of traditional methods and means for forecasting dangerous parts of seams, rocks and gas for the prevention of these dangerous phenomena. To achieve this goal, the following tasks were accomplished: 1 an analysis of the effectiveness of geophysical methods for detection of hazardous areas; 2 recommendations have been developed for developing and implementing measures to ensure effective and safe working off of coal seams inclined to gas dynamic phenomena, including using robotic means in personnel-hazardous conditions. Fig. 1. Ref. 4.

**Keywords:** coal mine, gas dynamic phenomena, geophysical methods of detection of dangerous zones, sudden release of coal, rock and gas.

УДК 656.2

Оценка влияния водородных генераторов энергии на технико-экономические показатели работы тяговых агрегатов в условиях угольного разреза / Шугаев О.В., Воскресенская Т.П. // Вестник СибГИУ. – 2018. – № 3 (25). – С. 58.

Рассматривается возможность применения топливных элементов на стандартных электровозах и тепловозах, в связи этим приведен сравнительный анализ эксплуатационных характеристик локомотивов серии ОПЭ1АМ и ТЭМ-7, применяющихся для обслуживания территории открытых разработок полезных ископаемых. По результатам сравнений выявлен наиболее эффективный вид тягового подвижного состава, совместимый с использованием топливных элементов. Представлены возможные виды модификаций локомотива, использующих электрохимические генераторы, дан сравнительный анализ эксплуатационных характеристик подвижного состава на топливных элементах с характеристиками для традиционных электровозов ОПЭ1АМ. Приведена калькуляция расхода топлива вышеперечисленных видов железнодорожного транспорта. Ил. 4. Табл. 5. Библ. 21.

**Ключевые слова:** топливный элемент, водород, железнодорожный транспорт, топливная экономичность, карьер, места открытых разработок полезных ископаемых.

Assessment of influence of hydrogen power generators on technical and economic performance of traction units in the coalmine / Shugaev O.V., Voskresenskaya T.P. // Bulletin of SibSIU. – 2018. – No. 3 (25). – P. 58.

The article discusses possibility of using fuel cells on standard electric and diesel locomotives, in this regard comparative analysis of operational characteristics of ОПЭ1АМ and ТЭМ-7 locomotives series is used to serve the areas of open pit mining of mineral resources. According to the results of comparisons, the most effective type of traction rolling stock compatible with fuel cells was revealed. Possible types of locomotive modifications using electrochemical generators are presented and comparative analysis of operating characteristics of rolling stock on fuel cells with characteristics of ОПЭ1АМ traditional electric locomotives is given. Calculation of fuel consumption of the above-mentioned types of railway transport is given. Fig. 4. Table 5. Ref. 21.

**Keywords:** fuel cell, hydrogen, railway transport, fuel efficiency, quarry, places of open mining.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Вестник Сибирского государственного индустриального университета» публикуются оригинальные, ранее не публиковавшиеся статьи, содержащие наиболее существенные результаты научно-технических экспериментальных исследований, а также итоги работ проблемного характера по следующим направлениям:

Металлургия и материаловедение.

Горное дело и геотехнологии.

Машиностроение и транспорт.

Энергетика и электротехнологии.

Химия и химические технологии.

Архитектура и строительство.

Автоматизация и информационные технологии.

Экология и рациональное природопользование.

Экономика и управление.

Образование и педагогика.

Гуманитарные науки.

Социальные науки.

Отклики, рецензии, биографии.

К рукописи следует приложить рекомендацию соответствующей кафедры высшего учебного заведения и экспертное заключение.

Кроме того, необходимо разрешение ректора или проректора высшего учебного заведения (для неучебного предприятия – руководителя или его заместителя) на опубликование результатов работ, выполненных в данном вузе (предприятии).

В редакцию следует направлять два экземпляра текста статьи на бумажном носителе, а также на электронном. Для ускорения процесса рецензирования статей электронный вариант статьи и скан-копии сопроводительных документов рекомендуется направлять по электронной почте на e-mail: vestnicsibgiu@sibsiu.ru.

Таблицы, библиографический список и подрисуночный текст следует представлять на отдельных страницах. В рукописи необходимо сделать ссылки на таблицы, рисунки и литературные источники, приведенные в статье.

Иллюстрации нужно представлять отдельно от текста на носителе информации. Пояснительные надписи в иллюстрациях должны быть выполнены шрифтом Times New Roman Italic (греческие буквы – шрифтом Symbol Regular) размером 9. Тоновые изображения, размер которых не должен превышать 75x75 мм (фотографии и другие изображения, содержащие оттенки черного цвета), следует направлять в виде растровых графических файлов (форматов \*.bmp, \*.jpg, \*.gif, \*.tif) в цветовой шкале «оттенки серого» с разрешением не менее 300 dpi (точек на дюйм). Штриховые рисунки (графики, блок-схемы и т.д.) следует представлять в «черно-белой» шкале с разрешением не менее 600 dpi. На графиках не нужно наносить линии сетки, а экспериментальные или расчетные точки (маркеры) без крайней необходимости не «заливать» черным. Штриховые рисунки, созданные при помощи пространственных программ MS Excel, MS Visio и др., следует представлять в формате исходного приложения (\*.xls, \*.vsd и др.). На обратной стороне ри-

сунка должны стоять порядковый номер, соответствующий номеру рисунка в тексте, фамилии авторов, название статьи.

Формулы вписываются четко. Шрифтовое оформление физических величин следующее: латинские буквы в светлом курсивном начертании, русские и греческие – в светлом прямом. Числа и единицы измерения – в светлом прямом начертании. Особое внимание следует обратить на правильное изображение индексов и показателей степеней. Если формулы набираются с помощью редакторов формул Equatn или Math Type, следить, чтобы масштаб формул был 100 %. Масштаб устанавливается в диалоговом окне «Формат объекта». В редакторе формул для латинских и греческих букв использовать стиль «Математический» («Math»), для русских – стиль «Текст» («Text»). Размер задается стилем «Обычный» («Full»), для степеней и индексов – «Крупный индекс / Мелкий индекс» («Subscript / Sub-Subscript»). Недопустимо использовать стиль «Другой» («Other»).

Необходимо избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи. Объем статьи не должен превышать 8 – 10 страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, и трех рисунков.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором (при наличии нескольких авторов, число которых не должно превышать пяти, – всеми авторами); в конце рукописи указывают полное название высшего учебного заведения (предприятия) и кафедры, дату отправки рукописи, а также полные сведения о каждом авторе (Ф.И.О., место работы, должность, ученая степень, звание, служебный и домашний адреса с почтовыми индексами, телефон и E-mail). Необходимо указать с кем вести переписку.

Цитируемую в статье литературу следует давать не в виде подстрочных сносок, а общим списком в порядке упоминания в статье с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой.

Перечень литературных источников рекомендуется не менее 10. Библиографический список оформляют в соответствии с ГОСТ 7.2 – 2003: а) для книг – фамилии и инициалы авторов, полное название книги, номер тома, место издания, издательство и год издания, общее количество страниц; б) для журнальных статей – фамилии и инициалы авторов, полное название журнала, название статьи, год издания, номер тома, номер выпуска, страницы, занятые статьей; в) для статей из сборников – фамилии и инициалы авторов, название сборника, название статьи, место издания, издательство, год издания, кому принадлежит, номер или выпуск, страницы, занятые статьей.

Иностранные фамилии и термины следует давать в тексте в русской транскрипции, в библиографическом списке фамилии авторов, полное название книг и журналов приводят в оригинальной транскрипции.



Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

К статье должны быть приложены аннотация в двух экземплярах объемом не менее 1/2 страницы текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, а также ключевые слова.

В конце статьи необходимо привести на английском языке: название статьи, ФИО авторов, место их работы, аннотацию и ключевые слова.

Краткие сообщения должны иметь самостоятельное научное значение и характеризоваться новизной и оригинальностью. Они предназначены для публикации в основном аспирантских работ. Объем кратких сообщений не должен превышать двух страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, включая таблицы и библиографический список. Под заголовком в скобках следует указать, что это краткое сообщение. Допускается включение в краткое сообщение одного несложно-

го рисунка, в этом случае текст должен быть уменьшен. Приводить в одном сообщении одновременно таблицу и рисунок не рекомендуется.

Количество авторов в кратком сообщении должно быть не более трех. Требования к оформлению рукописей и необходимой документации те же, что к оформлению статей.

Корректуры статей авторам, как правило, не посылают.

В случае возвращения статьи автору для исправления (или при сокращении) датой представления считается день получения окончательного текста.

Статьи, поступающие в редакцию, проходят гласную рецензию.

Статьи журнала индексируются в РИНЦ и представлены на сайте СибГИУ ([www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)) в разделе Наука и инновации (Периодические научные издания (Журнал «Вестник СибГИУ»)).

Над номером работали

Темлянцев М.В., *главный редактор*

Новичихин А.В., *ответственный секретарь*

Бащенко Л.П., *ведущий редактор*

Запольская Е.М., *ведущий редактор*

Олендаренко Н.П., *ведущий редактор*

Темлянцева Е.Н., *верстка*

Олендаренко Е.В., *менеджер по работе с клиентами*