

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
ИМ. Н.А. ЧИНАКАЛА
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИГД СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
А.С. Кондратенко

«11» декабря 2018 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Программа повышения квалификации

«Прогноз и предотвращение динамических явлений на рудных
месторождениях»

Новосибирск 2018 г.

Программа повышения квалификации разработана на основании Лицензии на осуществление образовательной деятельности № 2805 от 20.04.2012г. (Приложение 1.4). Программа разработана в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. N 499 «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Аннотация:

Как показывает мировая практика, компетентность руководителей предприятий в горной геомеханике и геодинамике приводит к значительному сокращению несчастных случаев на производстве. Геотехническая квалификация специалистов горнодобывающих компаний в вопросах оценки напряженно-деформированного и удароопасного состояния массива горных пород, прогноза и предотвращения горных ударов, проведения профилактических мероприятий по снижению удароопасности массива, обеспечения устойчивости выработок и камер, выбора и расчетов крепей подземных сооружений позволяет им принимать более продуманные долгосрочные решения, и, как следствие, возрастает рентабельность предприятия, обеспечивается безопасность и повышается эффективность горных работ.

Разработаны курсы повышения квалификации (обучающего семинара) по теме: «Прогноз и предотвращение динамических явлений на рудных месторождениях» (с учетом специфики кимберлитового месторождения трубки «Интернациональная» Мирнинского ГОК АК «АЛРОСА» (ПАО)) (20 часов). Программа подготовки затрагивает вопросы: о природе внезапных выбросов, горных ударов, микроударов и других динамических явлений и проявлений горного давления; отличительные признаки динамических явлений; отечественный и мировой опыт работы рудников в удароопасных условиях; технологические особенности ведения горных работ на месторождениях склонных и опасных по горным ударам; меры по предупреждению внезапных выбросов и горных ударов; методы прогноза и предупреждения горных ударов и др.

Слушателям, успешно сдавшим экзамены, выдаются удостоверения установленного образца.

Цель: повышение квалификации.

Категория слушателей: руководители начального, среднего и высшего звена горнодобывающих предприятий, горные инженеры, геологи, специалисты, которые работают в геотехнических службах и на участках ПУППУ горнодобывающих предприятий, аспиранты и др., имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование».

Форма обучения: очная.

Срок обучения: 20 час.

Режим занятий: 6-7 часов в день – 3 дня.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Учебный план

программы повышения квалификации

«Прогноз и предотвращение динамических явлений на рудных месторождениях»

№№	Наименование разделов и дисциплин	Всего час.	В том числе		Форма контроля
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	<p>1.1. Общие сведения о природе внезапных выбросов, горных ударов и других динамических явлений (ДЯ) при разработке рудных месторождений. Специфика внезапных выбросов и горных ударов на рудных месторождениях, в т.ч. на кимберлитовых месторождениях.</p> <p>1.2. Статистика ДЯ, отечественный и мировой опыт ведения горных работ в условиях склонных к динамическим и газодинамическим проявлениям горных пород.</p> <p>1.3. Предупредительные и отличительные признаки горных ударов и внезапных выбросов породы и газа.</p>	6	4	2	Проведение опроса слушателей курса лекций. Оценка.
2.	2.1. Технологические особенности ведения горных работ на склонных к внезапным выбросам и горным ударам рудных месторождениях и требования к проектно-технической документации на их выполнение.	4	2	2	Проведение опроса слушателей курса лекций. Оценка.
3.	<p>3.1. Структура комплекса мер по предупреждению внезапных выбросов и горных ударов при ведении горных работ на рудных месторождениях и порядок его применения.</p> <p>3.2. Текущий, локальный и региональный прогноз ударо- и выбросопасности горных пород. Методы прогноза. Критерии отнесения горных пород к категории «опасно» не «опасно».</p> <p>3.3. Прогноз выбросопасности и профилактические мероприятия при вскрытии выбросоопасных слоев пород. Сотрясательное взрывание. Организация телеметрического контроля содержания метана, в т.ч. при сотрясательном взрывании.</p> <p>3.4. Региональные и локальные способы предотвращения ДЯ (горных ударов и внезапных выбросов породы и газа).</p> <p>3.5. Разработка схем и параметров локальных способов предотвращения внезапных выбросов породы и газа, горных ударов.</p> <p>3.6. Ограничения по совмещению технологических процессов и мер по предупреждению внезапных выбросов в проходческих забоях.</p> <p>3.7. Контроль ведения прогнозно-профилактических мероприятий, оценка эффективности противовыбросной и противоударной обработки массива, документирование фактических данных, ведение исполнительной документации.</p> <p>3.8. Геофизические методы контроля состояния горного массива.</p>	8	6	2	Проведение опроса слушателей курса лекций. Оценка.
4.	<p>4.1. Порядок действий должностных лиц и рабочего персонала по прогнозированию, предупреждению и локализации последствий динамических явлений.</p> <p>4.2. Расследование и учет внезапных выбросов породы и газа, горных ударов, событий, предшествующих динамическим явлениям.</p>	2	2		Проведение опроса слушателей курса лекций.
5.	Итоговая аттестация				
	Итого часов:	20	14	6	Зачёт

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

программы повышения квалификации

«Прогноз и предотвращение динамических явлений на рудных месторождениях»

Теоретическое обучение и практические занятия: 3 дня.

Практические занятия проводятся в те же дни, что и теоретическое обучение, по темам, обозначенным в учебном плане, как закрепление знаний и совершенствование необходимых профессиональных компетенций.

Итоговая аттестация:

Итоговая аттестация слушателей осуществляется посредством оценки уровня знаний на основе текущего контроля успеваемости слушателей (практических занятий).

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Раздел 1

1.1. Общие сведения о природе внезапных выбросов, горных ударов и других динамических явлений (ДЯ) при разработке рудных месторождений. Специфика внезапных выбросов и горных ударов на рудных месторождениях, в т.ч. на кимберлитовых месторождениях.

Горные удары – основные понятия и определения (видеосюжеты горных ударов с зарубежных и российских рудников).

Внезапные выбросы (породы, руды). Особенности физических процессов, происходящих при внезапных выбросах (породы, руды). Критерии прогноза внезапных выбросов. Горные удары, геомеханические условия их возникновения. Особенности процессов деформаций и разрушения массива горных пород при горных ударах. Критерии прогноза удароопасности горных ударов.

1.2. Статистика ДЯ, отечественный и мировой опыт ведения горных работ в условиях склонных к динамическим и газодинамическим проявлениям горных пород.

Материалы работы комиссии по горным ударам и результаты исследований.

1.3. Предупредительные и отличительные признаки горных ударов и внезапных выбросов породы и газа.

Методика оценки рисков горных ударов. Ретроспективный анализ произошедшего события – горного удара.

Раздел 2

2.1. Технологические особенности ведения горных работ на склонных к внезапным выбросам и горным ударам рудных месторождениях и требования к проектно-технической документации на их выполнение.

Проектирования параметров «динамической» крепи выработок. Испытания «динамической» крепи.

Основные понятия геомеханики – напряжения, упругие свойства горных пород.

Раздел 3

3.1. Структура комплекса мер по предупреждению внезапных выбросов и горных ударов при ведении горных работ на рудных месторождениях и порядок его применения.

Влияние БВР на удароопасность массива. Расследование случаев возникновения горных ударов при ведении буровых и взрывных работ.

3.2. Текущий, локальный и региональный прогноз ударо- и выбросопасности горных пород. Методы прогноза. Критерии отнесения горных пород к категории «опасно» не «опасно».

Мониторинг. Методы контроля НДС массива горных пород (региональные и локальные).

Влияние ВР на массив. Ознакомление с программой Vibration Calculation.

Отнесение массива горных пород месторождения к склонному или опасному по горным ударам, с учетом в т.ч. нарушенности массива. Неопасная глубина отработки месторождения. Моделирование НДС горно-технической системы рудника на стадии проектирования горных работ в условиях удароопасности (в программном комплексе Map3D).

3.3. Прогноз выбросопасности и профилактические мероприятия при вскрытии выбросоопасных слоев пород. Сотрясательное взрывание. Организация телеметрического контроля содержания метана, в т.ч. при сотрясательном взрывании.

Управление горным давлением в условиях применения систем разработки с закладкой.

3.4. Региональные и локальные способы предотвращения ДЯ (горных ударов и внезапных выбросов породы и газа).

Компьютерное обеспечение геомехаников при разработке удароопасных месторождений (программы Dips, RocData, Unwedge).

3.5. Разработка схем и параметров локальных способов предотвращения внезапных выбросов породы и газа, горных ударов.

3.6. Ограничения по совмещению технологических процессов и мер по предупреждению внезапных выбросов в проходческих забоях.

3.7. Контроль ведения прогнозно-профилактических мероприятий, оценка эффективности противовыбросной и противоударной обработки массива, документирование фактических данных, ведение исполнительной документации.

Комиссия по горным ударам. Полномочия и ответственность.

Прогноз степени удароопасности массива.

Задачи СППГУ. Ведение документации.

3.8. Геофизические методы контроля состояния горного массива.

Характеристики пород. Хрупкое разрушение. Определение склонности горной породы к горным ударам.

Методы построения защитных зон.

Параметры разгрузочных щелей (Норильский опыт).

Раздел 4

4.1. Порядок действий должностных лиц и рабочего персонала по прогнозированию, предупреждению и локализации последствий динамических явлений.

Спецмероприятия по безопасному ведению горных работ на руднике в условиях «газового режима».

Порядок отнесения отдельных участков к опасным по газу.

4.2. Расследование и учет внезапных выбросов породы и газа, горных ударов, событий, предшествующих динамическим явлениям.

Требования безопасности и поведения должностных лиц и рабочих в зонах действия «газового режима».

Меры по усилению проветривания и предупреждению загазования и разгазования выработок.

Порядок ведения сварочных и огневых работ.

Меры по прогнозированию, предупреждению и локализации последствий газодинамических явлений.

Определение интенсивности газовыделений в тупиковых выработках и газообильности зон.

Журнал регистрации газодинамических явлений.

ОРГАНИЗАЦИОННО - ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы:

Курс представлен в формате лекций (PowerPoint) и практических занятий.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины включает в себя основную и дополнительную учебную и научную литературу, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, конспекты лекций.

Литература:

1. Приказ Ростехнадзора от 11.12.2013 № 599 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», Москва, 2014.
2. Приказ № 339 от 15.08.2016 г. «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений», Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2016.
3. Приказ № 576 от 02.12.2013 г. «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Положение по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам», Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2013г.
4. «Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2015.
5. «ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОГНОЗУ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И МОНИТОРИНГУ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ» Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2016.
6. ГОСТ 28985-91 Породы горные. Методы определения деформационных характеристик при одноосном сжатии.
7. ГОСТ 21153.2-84 Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии.
8. Петухов И.М., Егоров П.В., Винокур Б.Ш. Предотвращение горных ударов на рудниках. М., Недра, 1984, 230 с.
9. Петухов И.М., Ильин А.М., Трубецкой К.Н. Прогноз и предотвращение горных ударов на рудниках- М.: Изд-во Академии Горной книги, 1997. 377 с.
10. Указания по безопасному ведению горных работ на месторождениях Горной Шории, склонных и опасных по горным ударам / ИГД СО РАН, ОАО «Евразруда». — Новосибирск-Новокузнецк, 2015. – 60 с.

11. Ernesto Villaescusa . Geotechnical Design for Sublevel Open Stopping. 2014. 541 p.
12. Barton N., Lien R. and Lunde J., 1974. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mechanics*, 6(4): 183-236.
13. Singh, B.; Goel, R.K. *Rock Mass Classification: A Practical Approach in Civil Engineering*. Elsevier Science; 1 edition (May 19, 1999) The Boulevard, Langford Lane Kidlington, Oxford.
14. Map3D. Available at: <http://www.vap3d.com/>
15. Спецмероприятия по безопасному ведению горных работ на руднике СКРУ-1 ПАО «Уралкалий» в условиях «газового режима». ГИ УрО РАН, 2017, 69 с.
16. Еременко В. А., Гахова Л. Н., Лушников В. Н., Есина Е. Н., Семенякин Е. Н. Формирование зон концентрации высоких напряжений при разработке месторождений с гравитационно-тектоническим исходным напряженным состоянием массива горных пород. - ГИАБ. — № 9. — 2013.
17. Еременко В. А., Карпов В. Н., Филатов А. П., Котляров А. А. Совершенствование системы разработки с отбойкой руды на зажатую среду при освоении удароопасных месторождений // *Горн. журнал*. — 2014. — № 1. — С. 50-55.
18. V. N. Louchnikov, V. A. Eremenko and M. P. Sandy Ground support liners for underground mines: energy absorption capacities and costs // *Eurasian Mining*. — 2014. — № 1.
19. VA Eremenko, VB Tatarnikov, AA Eremenko, EN Esina Transition from mining with caving to mining with cemented backfilling – a case study. — 11th International Symposium on Mining with Backfill. — Perth 2014. — 20-22 May 2014, Australia.
20. V Louchnikov, M P Sandy, O Watson, V Eremenko and M Orunesu An overview of surface rock support for deformable ground conditions. - 12th Underground Operators' Conference. — Adelaide 2014. — 15-18 March 2014, Australia. — Paper Number: 173.
21. Еременко В. А., Гахова Л. Н., Семенякин Е. Н. Формирование зон концентрации напряжений и динамических явлений при отработке рудных тел Таштагольского месторождения на больших глубинах // *ФТПРПИ*. — 2012. — № 2. — С. 80-87.
22. Еременко В. А., Семенякин Е. Н. Исследование механизма формирования динамических явлений и зон их концентрации при разработке удароопасных железорудных месторождений Западной Сибири // *ГИАБ*. — № 4. — 2012. — С. 83-87.
23. Еременко В. А., Ерусланов А. П., Прохвятилов С. А. Динамика изменения начальной скорости газовыделения при пересечении подготовительными выработками тектонических разломов // *ГИАБ*. — 2012. — № 9. — С. 199-213.
24. Еременко В. А., Лушников В. Н., Пашко В. У. Динамическое явление - горный удар // *Материалы Международной молодежной конференции «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых»*. 19-23 ноября 2012 г. — Т 1. — Москва: ИПКОН РАН, 2012. — С. 23-35.
25. Еременко В. А., Рьльникова М. В., Есина Е. Н., Лушников В. Н. Обоснование способа оценки зон распространения и величины концентрации напряжений в условиях подземной разработки рудных месторождений // *ГИАБ*. — 2014. — № 11. — С. 5-12.
26. Еременко В.А. Гипсово-скважинная станция контроля напряженно-деформированного состояния структурно нарушенного и удароопасного массива горных пород Абаканского месторождения. — *ГИАБ*. — № 3. — 2015. — С. 5-13.
27. Еременко В. А., Есина Е.Н., Семенякин Е.Н. Технология оперативного мониторинга напряженно-деформированного состояния разрабатываемого массива горных пород // *Горн. журнал*. — 2015. — № 8. — С. 42-47.
28. Лушников В.Н., Питман У., Еременко В.А. Геомеханический аудит – инструмент для анализа горно-геологического состояния подземного рудника // *Горн. журнал*. — 2015. — № 9.
29. Лушников В.Н., Еременко В.А., Сэнди М.П., Косырева М.А. Выбор анкерной крепи для выработок, пройденных в шахтах, склонных к горным ударам // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. - 2017. - № 3. - С. 86-95.
30. Еременко В.А. Курсы подготовки геотехников, руководителей высшего среднего и малого звена горнодобывающих предприятий // *Горный журнал*. - 2017. - № 9. - С. 95.

31. Еременко В.А. Курсы подготовки геомехаников (геотехников), геологов и горных инженеров по программам Map3D и Rocscience (Dips, RocData, Unwedge) // Горн. журнал. — № 2 — 2018. — 2 с.
32. Хажыылай Ч.В., Еременко В.А., Косырева М.А., Янбеков А.М. Расчет паспорта прочности горных пород находящихся в естественных условиях массива с использованием критерия Хука-Брауна и программы RocData // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — М.: Издательство «Горная книга». — № 12. — 2018. — С. 92-101.

Материально-техническое оснащение:

компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

К итоговой аттестации допускаются слушатели, освоившие дополнительную профессиональную программу в полном объеме.

Форма итоговой аттестации – зачёт.

Формат зачёта учитывает результаты текущего контроля, оценки за выполнение практических работ в письменном виде.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для успешной сдачи зачёта необходимо корректно выполнить не менее 75% расчетов из практических работ по нижеприведенным темам:

1 практическая работа:

1. Определить какое изменение образца горной породы произошло.
2. Определить действие напряжений (каких) и направление (показать) на образец горной породы.

3. Перевести Н/м² в единицы измерения МПа, кг/см² и т/м².

4. Начальные размеры образца горной породы кубической формы $x \times x \times x$ см перед нагрузкой; после нагружения (вертикальные нормальные сжимающие напряжения) образца абсолютная продольная деформация составила $\Delta h_{пр} = x$ мм; абсолютная поперечная деформация $\Delta h_{п} = x$ мм.

Определить коэффициент Пуассона исследуемого образца горных пород ν ?

5. Прочность на одноосное сжатие ($\sigma_{сж}$) образца горной породы x МПа; модуль упругости (E) = x МПа.

Определить величину относительной продольной деформации ϵ ?

6. Рудное тело залегает на глубине - верхняя граница x м от земной поверхности, нижняя x м. Отметка земной поверхности x м. Главные нормальные горизонтальные напряжения $\sigma_1 = x \gamma H$ и $\sigma_2 = x \gamma H$. Средний удельный вес горных пород (руд) равен $\gamma = x$ т/м³.

Определить значения вертикальных напряжений в выработках концентрационного гор. x м в МПа?

Определить коэффициенты бокового давления λ_1 и λ_2 на гор. x м?

Определить значения вертикальных напряжений на глубине x м в т/м² и МПа, а также средний коэффициент бокового давления?

7. Нарисуйте местоположение проявления горного давления, в выработке, камере или др., произошедшее на горнодобывающем предприятии (1 пример)?

Определите параметры проявления горного давления: форма, место локации, масштабы, характер разрушения, наблюдаемые механические процессы, устойчивость массива, трещиноватость массива, характер природного напряженного состояния и величины напряжений (если есть данные), направление действия максимального главного нормального напряжения, коэффициент бокового давления (если есть данные) и др.

Добавить информацию: рудник, участок, горизонт и др., дата и время проявления горного давления, глубина горных работ, система разработки, форма выработки, крепление, методы оценки напряженно-деформированного состояния массива горных пород на месторождении и др.

8. Средний предел прочности на сжатие образцов кернов горной породы (руды) извлеченных из разрабатываемого массива на участке шахты $\sigma_{сж} = x$ МПа. В натуральных условиях прочность массива меньше, так как коэффициент структурного ослабления массива трещинами $K_c = x$. Средний удельный вес горной породы (руды) $\gamma = x$ т/м³. Исходное напряженное состояние является гидростатическим.

Определить прочность массива в натуральных условиях с учетом коэффициента структурного ослабления, а также глубину («Большая глубина») с которой начинается разрушение выработок, требуется применение тяжелых типов крепи, а также данный участок может быть отнесен к склонным или опасным по горным ударам, при условии возникновения горных ударов?

9. На руднике при проведении орта на гор. x м (отметка земной поверхности $+x$ м) наблюдалось разрушение кровли выработки с образованием характерного шатрового свода. После разрушения пород кровли выработки высота ее с начальной x м увеличилась до x м. Направление проведения орта с юго-запада на северо-восток с азимутом x° .

Орт проходят по руде, предел прочности которой на одноосное сжатие по результатам испытаний образцов кернов составляет $\sigma_{сж} = x$ МПа. Коэффициент структурного ослабления массива трещинами $K_c = x$. Удельный вес руды $\gamma = x$ т/м³.

Определить какие и в каком направлении действуют максимальные напряжения?

Определить прочность массива с учетом коэффициента структурного ослабления, гравитационное давление налегающей толщи, а также коэффициент бокового давления λ_1 ?

2 практическая работа:

1. При проходке кольцевого откаточного штрека руддвора клетового ствола на гор. x м рудника N (глубина от земной поверхности 890 м) наблюдалось разрушение кровли с образованием характерного шатрового свода (в интервале АВ на рисунке).

Построить и определить направление действия максимальных горизонтальных напряжений относительно сторон света, критический угол $\alpha_{кр}$ между осью выработки и направлением максимального давления в массиве?

Используя полученные результаты (задание 1) построить диаграмму устойчивости выработок разного направления в плане, определить «Разрешенные» и «Запрещенные» направления проходки выработок на руднике N на глубине x м?

2. Определить удароопасность массива по представленным данным методом по дискованию керна. Определить значения напряжений в массиве и в зоне опорного давления.

3. Оценка удароопасности по хрупкости пород с помощью запредельного деформирования по представленным данным.

По итогам зачёта слушатель получает оценку: *зачтено/ не зачтено.*

РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ

Директор научно-исследовательского центра
«Прикладная геомеханика и конвергентные
горные технологии»

Горного института НИТУ «МИСиС»,

в.п.с. ИГД СО РАН,

д.т.н., проф. РАН



В. А. Еременко