

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

А.П.Хмелинин



«01» 03 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
Программа повышения квалификации
«ГЕОМЕХАНИКА»

Новосибирск, 2022

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Программа повышения квалификации «Геомеханика» составлена на основании Федерального закона Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. и Лицензии на осуществление образовательной деятельности № 2805 от 20.04.2012 (Приложение 1.4), а также на основании приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 декабря 2020 года N 505 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых", Свода правил СП 103.13330.2012 «Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод».

Программа составлена 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» и в соответствии с локальными актами ИГД СО РАН.

При составлении программы учитывались квалификационные требования к профессиональным знаниям и навыкам обучающихся, необходимым для исполнения должностных обязанностей.

Цель реализации программы

Целью реализации программы является совершенствование компетенций в области геомеханики, в том числе в области механики горных пород, сыпучих и структурно-неоднородных сред, необходимых для профессиональной деятельности обучающихся и повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Планируемые результаты обучения

В ходе обучения слушатели курса приобретают теоретические знания и практические умения в области геомеханики, проведения аналитических и численных расчетов актуальных геомеханических задач, проведения обработки экспериментальных данных, результатом получения которых будет совершенствование необходимых для выполнения должностных обязанностей компетенций.

В результате освоения программы, обучающиеся должны

знать:

1. Перечень основных законодательных и нормативно-правовых документов, регламентирующих безопасное ведение горных работ в том числе на месторождениях склонных и опасных по горным ударам.
2. Основы механики сплошной среды, понятие тензора напряжений, основные критерии предельного состояния среды.
3. Основы механики горных пород, методы и средства определения физико-механических, прочностных свойств горных пород в лабораторных и натуральных условиях.
4. Основы механики сыпучих сред и грунтов.
5. Методы и технические средства определения исходного поля напряжений в массиве горных пород.
6. Методы математического моделирования, применяемые в горном деле.
7. Общие вопросы организации геомеханического мониторинга и методы мониторинга состояния подземных сооружений и конструктивных элементов систем разработки.

уметь:

1. Обрабатывать результаты геомеханических измерений.
2. Организовывать геомеханический мониторинг состояния подземных сооружений и конструктивных элементов систем разработки, а также мониторинг при переходе от открытой к подземной отработке месторождений полезных ископаемых.

владеть:

1. Способами представления информации о напряженно-деформированном состоянии сплошной среды.
2. Методами статистической обработки результатов измерений.

Категория обучающихся, требование к образованию: программа рассчитана на руководителей и специалистов горнодобывающих предприятий, имеющих высшее профессиональное образование и занимающихся обеспечением безопасности ведения горных работ – служба главного геотехника предприятия, служба прогнозирования и предупреждения горных ударов, специалисты-геомеханики.

Форма обучения: очно-заочная, с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (очное присутствие, онлайн-подключение по видеосвязи)

Трудоемкость обучения, срок освоения программы: 48 часов

Лицам, успешно освоившим дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются документы о квалификации: **удостоверение о повышении квалификации** установленного образца.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Учебный план

программы повышения квалификации «Геомеханика»

№ п/п	Наименование тем	Трудоём- кость (час.)	В том числе:			Формы аттеста- ции*
			Лек- ции	Практиче- ские заня- тия	Самостоя- тельная ра- бота	
1.	Теории упругости и пластичности (современные тенденции)	8	4		4	
2.	Механика горных пород, сыпучих сред и грунтов	8	4		4	
3.	Общие вопросы геомеханики горных пород	6	4		2	
4.	Современные методы экспериментальных исследований массивов горных пород	6	4		2	
5.	Вопросы организации геомеханического мониторинга при обработке месторождений полезных ископаемых	6	4		2	
6.	Методы математического моделирования в горном деле	6	2	2	2	
7.	Обработка результатов геомеханических измерений	6	2	2	2	
	Итоговая аттестация	2				Зачет 2
	Итого часов по программе	48	24	4	18	2

* Промежуточная аттестация не предусмотрена

Календарный учебный график
программы повышения квалификации
«Геомеханика»

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ	КОЛИЧЕСТВО УЧЕБНЫХ ЧАСОВ ПО ДНЯМ					Итого
		Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	
1.	Теория упругости и пластичности (современные тенденции)	4	4				8
2.	Механика горных пород, сыпучих сред и грунтов	4	4				8
3.	Общие вопросы геомеханики горных пород	2	2		2		6
4.	Современные методы экспериментальных исследований массивов горных пород.			4	2		6
5.	Вопросы организации геомеханического мониторинга при отработке месторождений полезных ископаемых			4	2		6
6.	Методы математического моделирования в горном деле.			2	2	2	6
7.	Обработка результатов геомеханических измерений.				2	4	6
	Итоговая аттестация					2	2
	Всего учебных часов	10	10	10	10	8	48

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

1. Основы теории упругости и пластичности.

- 1.1. Определение вектора, тензора второго ранга. Понятия напряжений, деформаций. Тензор напряжений и тензор деформаций.
- 1.2. Закон парности касательных напряжений. Формула Коши. Уравнения равновесия и движения.
- 1.3. Закон Гука. Постановки корректных краевых задач.
- 1.4. Предел упругости при растяжении (сжатии) и кручении. Критерии пластичности Треска-Сен-Венана, Губера-Мизеса.
- 1.5. Модель пластического течения, деформационная теория пластичности.

2. Основы механики горных пород, сыпучих сред и грунтов.

- 2.1. Понятия трения и сцепления среды со структурой.
- 2.2. Механический смысл угла внутреннего трения. Дилатансия. Критерий предельного состояния Кулона-Мора.
- 2.3. Модель Друкера-Прагера, основные гипотезы. Парадоксы модели Друкера-Прагера.
- 2.4. Закон распределения давления сыпучей среды на стенки емкости (задача Янсена).
- 2.5. Основные численные методы, применяемые в современной геомеханике.

3. Общие вопросы механики горных пород.

- 3.1. Прямые и обратные задачи в геомеханике.
- 3.2. Лабораторные испытания образцов горных пород, жесткое и мягкое нагружение.
- 3.3. Закон Арчи
- 3.4. Пороупругая модель геосреды.

4. **Современные методы экспериментальных исследований массивов горных пород.**
 - 4.1. Скважинные методы определения напряжений в массиве горных пород.
 - 4.1.1. Методы полной разгрузки керна.
 - 4.1.2. Метод гидроразрыва горных пород.
 - 4.1.3. Метод параллельных скважин.
 - 4.2. Методы определения напряжений на контуре подземных горных выработок.
 - 4.2.1. Метод щелевой разгрузки.
 - 4.2.2. Методы частичной разгрузки.
 - 4.3. Программно-аппаратные средства определения напряжений в массиве горных пород.

5. **Вопросы организации геомеханического мониторинга при отработке месторождений полезных ископаемых.**
 - 5.1. Общие вопросы организации геомеханического мониторинга.
 - 5.2. Методы мониторинга состояния подземных сооружений и конструктивных элементов систем разработки.
 - 5.3. Геомеханический мониторинг при переходе от открытой к подземной отработке месторождений полезных ископаемых.

6. **Методы математического моделирования в горном деле.**
 - 6.1. Основы математического моделирования в горном деле.
 - 6.2. Метод конечных разностей.
 - 6.3. Методы конечных и граничных элементов.
 - 6.4. Метод дискретных элементов.

7. **Обработка результатов геомеханических измерений.**
 - 7.1. Элементы теории вероятностей и математической статистики
 - 7.2. Точечная и интервальная оценка. Доверительный интервал
 - 7.3. Критерий Пирсона. Регрессионный анализ.
 - 7.4. Выборочное уравнение регрессии и его параметры. Ошибки.
 - 7.5. Результаты измерений. Порядок обработки результатов измерений.

ОРГАНИЗАЦИОННО - ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

При обучении слушателей с разным уровнем образования и разной квалификацией выбор образовательных технологий, форм и методов обучения определяется по результатам входного контроля, который осуществляется по требованию или согласованию с Заказчиком образовательных услуг.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы:

Учебно-методические материалы, используемые при реализации программы: учебники, учебные пособия, методические рекомендации, нормативная документация, мультимедийные или электронные пособия, видеофильмы, аудио-, видеоматериалы. Подключение к сети Интернет.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

№ п/п	Название сайта	Электронный адрес
1	Сайт Министерства образования и науки РФ	http://mon.gov.ru/structure/minister/
2	Федеральный портал «Российское образование»	http://www.edu.ru

3	Сайт журнала «Вестник образования России»	http://www.wise-gatar.org
4	ЭБС «Троицкий мост»	www.trmost.ru
5	ЭБС «Лань»	www.e.lanbook.ru
6	ЭБС «Юрайт»	www.biblio-online.ru
7	Информационно-просветительский портал «Электронные журналы»	http://www.eduhmao.ru/info

Литература:

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 8 декабря 2020 года N 505 Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых".
2. Свод правил СП 103.13330.2012 «Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод».
3. ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (утв. Приказом ФСЭТАН № 505 от 21.12.2020).
4. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений, учебное пособие – М.: Недра, 1989. – 272 с.
5. Макаров А.Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров. М.: изд. «Горная книга», 2006.
6. Ревуженко А.Ф. Механика сплошной среды: упругое тело. Учебное пособие. Новосибирск: Издательско-полиграфический центр НГУ, 2017. – 216с.
7. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1969. – 420 с.
8. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды. М.: Гл. изд. Физ.-мат. лит., 1960, 121с.
9. Баклашов И.В. Геомеханика, учебник для вузов в 2-х томах – М.: Издательство МГГУ, 2005.
10. Шкуратник В.Л., Николенко П.В. Методы определения напряженно-деформированного состояния массива горных пород, научно-образовательный курс – М.: Издательство МГГУ, 2012. – 112 с.
11. Бакушев С.В. Численные методы механики деформируемого твердого тела. Учебное пособие. Пенза: ПГУАС, 2015, 268с.
12. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975, 541с.
13. Cundal P.A., Strack O.D.L. A discrete numerical model for granular assemblies // Geotechnique (1979) 29, № 1, 47-65
14. Гахова Л.Н. Методы математического моделирования, учебно-методическое пособие, Новосибирск: ИГД СО РАН, 2018. – 80 с.

Материально-техническое оснащение: компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, технические средства, в том числе аудиовизуальные, компьютерные и телекоммуникационные.

Кадровое обеспечение: реализация программы обеспечивается ведущими специалистами-геомеханиками ИГД СО РАН, имеющими большой опыт решения задач горной практики и выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

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

Форма итоговой аттестации – устный зачет.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для проведения итоговой аттестации формируются билеты с вопросами из представленного ниже перечня, который включает в себя следующие темы: механика сплошной среды: упругое тело, механика сыпучих сред и грунтов, общие вопросы механики горных пород, современные методы экспериментальных исследований массивов горных пород, вопросы организации геомеханического мониторинга при отработке месторождений полезных ископаемых, использование неразрушающих методов контроля механического состояния массива горных пород (на примере метода георадиолокации).

По теме «Методы математического моделирования в горном деле обработка результатов геомеханических измерений» аттестация проводится в процессе практических занятий путем решения контрольных примеров, выполнения практических расчетов.

Примерный перечень вопросов для итоговой аттестации по программе «Геомеханика»

1. Определение вектора.
2. Определение тензора второго ранга.
3. Понятия напряжений, деформаций.
4. Тензор напряжений. Закон парности касательных напряжений.
5. Формула Коши. Закон Гука.
6. Предел упругости, критерии пластического течения.
7. Основные модели пластического деформирования.
8. Механический смысл угла внутреннего трения. Как измерить угол внутреннего трения в сыпучем материале?
9. Что такое дилатансия?
10. Основные предположения модели Друкера-Прагера.
11. Парадоксы модели Друкера-Прагера.
12. Распределение давления в сыпучей среде на дно и стенки емкости (задача Янсена).
13. Какие основные численные методы применяются в современной геомеханике?
14. Основное упрощение (аппроксимация) в методе конечных элементов?
15. Проблемы выбора шага интегрирования по времени в методе дискретных элементов.
16. Что описывает изотерма Лэнгмюра?
17. Что такое «пороупругая модель»? Приведите примеры процессов, описываемых этой моделью.
18. Что такое обратная задача в геомеханике?
19. Что такое «мягкое» и «жесткое» нагружение при испытании образцов горных пород?
20. Что такое закон Арчи?
21. Назовите скважинные методы определения напряжений в горных породах.
22. Назовите методы контроля сдвижений породного и закладочного массивов.
23. Укажите область применения скважинных инклинометров в горном деле.
24. Область применения метода глубинных реперов.
25. Опишите метод параллельных скважин.
26. Опишите метод полной разгрузки керна.
27. Опишите методы щелевой и частичной разгрузки на центральной скважине и укажите область их применения.

Критерии оценки

«Зачтено»: выставляется обучающемуся, если он ответил правильно на 70% вопросов билета и более, владеет основными понятиями, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе некоторые неточности.

«Не зачтено»: выставляется обучающемуся, если он дал менее 70% правильных ответов на вопросы билета, не знает большей части основного содержания лекций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий.

СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Программу составили:

К.т.н.



А.П. Хмелинин

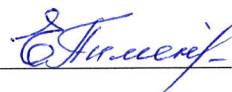
Д.ф.-м.н.



С.В. Лавриков

Согласовано:

Зав. Центром повышения квалификации



Е.А. Пименова