

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет

Кафедра Прикладной геологии и технологии геологической разведки

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Авдеев П.Б.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.03.Моделирование геомеханических процессов

на 108 часа(ов), 3 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 21.05.04 – Горное дело

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Специализация – Маркшейдерское дело (для набора 2020)

Форма обучения очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

получение студентами представлений о современных методах моделирования геомеханических процессов, происходящих в горных породах и грунтах при ведении горных работ, позволяющих обеспечить оценку вредного влияния горных работ путем математического описания данных процессов и применения специального программного обеспечения, позволяющего получать распределения сдвижений, деформаций и напряжений в породных массивах и анализировать физическую природу указанных геомеханических процессов.

Задачи изучения дисциплины:

освоение специального программного обеспечения реализующего численные методы моделирования геомеханических процессов.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.ОД.3 «Моделирование геомеханических процессов» относится к базовой части вариативного цикла обязательных дисциплин и является обязательной при реализации основной образовательной программы подготовки специалиста по направлению 21.05.04 «Горное дело». Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины: ОПК-6, ПК-16, ПСК-4.5.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам	Всего часов
	9 семестр	
Общая трудоемкость		108
Аудиторные занятия, в т.ч.	54	54
лекционные (ЛК)	18	18
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0
лабораторные (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-6	готовностью использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов
ПК-16	готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты
ПСК-4.5	способностью анализировать и типизировать условия разработки месторождений полезных ископаемых для их комплексного использования,

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	Пороговый: Студент показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний от эталонного.
	Стандартный: Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его.
	Эталонный: Студент показывает всесторонние, систематизированные, глубокие знания дисциплины: - основные закономерности формирования и проявления естественного напряженно-деформированного состояния горных пород; - принципы математического моделирования геомеханических процессов; - теоретические основы аналитических и численных методов моделирования геомеханических процессов; - методы и средства современных программных продуктов позволяющих реализовать моделирование геомеханических процессов; - последовательность решения модельных задач с применением специальных аппаратных и программных средств.

Уметь	Пороговый: Студент дает недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
	Стандартный: Студент умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе некоторые неточности.
	Эталонный: Студент умеет уверенно применять знания дисциплины на практике: - самостоятельно анализировать научную и нормативную литературу по моделированию и оценке геомеханического состояния породных массивов при ведении горных работ; - извлекать, анализировать и оценивать научно-техническую информацию, касающуюся геомеханического состояния горных пород; - ориентироваться в современных программных системах, реализующих методы моделирования геомеханических процессов; - использовать на практике самые современные модели поведения механических сред, моделирующих горные породы или грунты; - проводить комплексный анализ геомеханического состояния породного массива при его оценке.
Владеть	Пороговый: Студент владеет основными разделами программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.
	Стандартный: Студент уверенно владеет основными разделами программы, может принимать самостоятельные решения в рамках изучаемой дисциплины.
	Эталонный: Студент свободно и правильно владеет обоснованием и принятием решений на основе: - методами и средствами аналитического и численного моделирования геомеханических процессов. - навыками работы в специальных программных системах реализующих численное моделирование геомеханических процессов; - методами количественной и качественной оценки показателей смещений, деформаций и напряжений полученных в результате моделирования; - навыками публичной речи, аргументации, ведения научной дискуссии и полемики.

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Базовые понятия аналитической геомеханики. Напряженно-деформированное состояние горных пород.	4	2			2
	2	Связь напряжений, деформаций и сдвижений. Естественное напряженно-деформированное состояние породных массивов и грунтов.	10	4		2	4
2	3	Модели горных пород.	12	2		4	6
	4	Модели грунтов.	10	2		2	6
3	5	Теоретические методы решения геомеханических задач.	12	2		4	6
	6	Методы численного моделирования геомеханических процессов.	20	2		8	10
4	7	Метод конечных элементов.	28	2		12	14
	8	Анализ вредного влияния горных работ на основе результатов математического моделирования.	12	2		4	6
Итого			108	18	0	36	54

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
1	1	Математическое моделирование процессов сдвижений и деформаций горных пород. Основные методы моделирования. Понятия напряжения, деформации и сдвижения применительно к горным породам. Напряженно-деформированное состояние горных пород.
	2	Основные свойства горных пород (грунтов). Закономерности
2	3	Типы горных пород. Основные модели поведения горных пород при изменении внешних нагрузок. Уравнения связи напряжений и деформаций.

	4	Типы грунтов. Основные модели поведения грунтов при изменении внешних нагрузок. Уравнения связи напряжений и деформаций.
3	5	Методы механики сплошной среды (МСС) применительно к задачам механики горных пород. Основные уравнения МСС. Методы механики дискретных сред.
	6	Основы методологии численного моделирования. Анализ преимуществ и недостатков численных методов. Классификация и краткий анализ методов численного моделирования применяемых в геомеханике.
4	7	Метод конечных элементов (МКЭ) в технике. Основные теоретические предпосылки МКЭ. МКЭ в решении геомеханических задач. Уравнения связи параметров. Построение сети конечных элементов. Типы элементов. Формирование граничных условий. Создание нагрузок в модели. Фазы расчета. Расчет матрицы жесткости элемента и формирование матрицы жесткости системы. Методы решения систем уравнений. Интерпретация результатов расчета. Анализ полученных данных. Специальное программное обеспечение реализующее МКЭ.
	8	Традиционные критерии для оценки степени вредного влияния.

3.3. Практические (семинарские) занятия

3.4. Лабораторные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лабораторных занятий
1	2	Расчет деформаций по величине сдвижений.
2	3	Расчет деформаций по величине сдвижений.
	4	Оценка естественного напряженно деформированного состояния (НДС) породного массива.

3	5	Оценка естественного напряженно деформированного состояния (НДС) породного массива.
	6	Расчет основных параметров мульды сдвижения над тоннелем.
4	7	Моделирование сдвижений и деформаций горных пород (грунтов) на основе МКЭ
	8	Моделирование сдвижений и деформаций горных пород (грунтов) на основе МКЭ

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Основные понятия и закономерности в теории моделирования геомеханических процессов.	Составление конспекта.
1	2	Основные понятия и закономерности в теории моделирования геомеханических процессов.	Составление конспекта.
2	3	Основные понятия и закономерности в теории моделирования геомеханических процессов.	Составление конспекта.
2	4	Основные модели горных пород и грунтов.	Составление конспекта.
3	5	Основные модели горных пород и грунтов.	Изучение инструктивных материалов и руководств ПО.
3	6	Аналитические методы решения геомеханических задач.	Изучение инструктивных материалов и руководств ПО.
4	7	Численное моделирование геомеханических процессов.	Изучение инструктивных материалов и руководств ПО.
4	8	Применение результатов математического моделирования сдвижений и деформаций горных пород при оценке вредного влияния.	Изучение инструктивных материалов и руководств ПО.

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1	ЛК	Интерактивные лекции с использованием мультимедиа	2
2	3	ЛК	Интерактивные лекции с использованием мультимедиа	2
3	5,6	ЛК	Интерактивные лекции с использованием мультимедиа	4
4	7,8	ЛК	Интерактивные лекции с использованием мультимедиа	4

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

[Фонд оценочных средств](#)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

1. Геомеханика : учеб. для вузов: в 2 т. Т. 2 : Геомеханические процессы / И. В. Баклашов [и др.]. - Москва : МГГУ, 2004. - 249 с.

6.1.2. Издания из ЭБС

1. Смолич, С.В. Основы геомеханики : учеб. пособие / С. В. Смолич, В. А. Бабелло. - Чита : ЗабГУ, 2017. - 143 с.
2. Смолич, С.В. Геориски квалиметрии недр (геостатистика в приложениях) : учеб. пособие / С. В. Смолич, К. С. Смолич. - Чита : ЗабГУ, 2015. - 175 с.
3. Макаров, Александр Борисович. Практическая геомеханика : пособие для горных инженеров / Макаров Александр Борисович. - Москва : Горная книга, 2006. - 391 с. : ил.

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

1. Математические методы моделирования в геологии : метод. указ. / разработ. Л.А. Васютнич. - Чита : ЧитГУ, 2008. - 43с.
2. Моделирование в геомеханике / Ф. П. Глушихин [и др.]. - Москва : Недра, 1991. – 240 с.
3. Оленченко В.В. Физико-геологическое моделирование : метод. указ. / В. В. Оленченко, Т. Г. Дрокова. - Чита : ЧитГУ, 2007. - 25 с.

6.2.2. Издания из ЭБС

1. Еремин, Г.М. Физико-технические и геомеханические процессы в насыпных породах на склонах / Г. М. Еремин; Еремин Г.М. - Moscow : Горная книга, 2007. - . - Физико-

технические и геомеханические процессы в насыпных породах на склонах [Электронный ресурс] / Еремин Г.М. - М. : Горная книга, 2007.

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Сайт «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/online/>
2. Сайт «Строительные нормы и правила» <http://снп.пф/снп/>
3. Сайт «Ростехнадзор» <http://www.gosnadzor.ru/>
4. Сайт «Маркшейдерия и недропользование» <http://geomar.ru/>
5. Сайт «CoalGuide» <http://coalguide.ru/marsheyderskoe-upmeny/>
6. Сайт «Горная энциклопедия» <http://www.mining-enc.ru/rubrics/gornoe-delo/>

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МераПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672000, г. Чита, ул. Кастринская 1, ауд. 09-510

Компьютерный класс

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации и самостоятельной работы.

Комплект специальной учебной мебели.

Комплект ПЭВМ

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

MS Windows 7 Договор № 223П/18-1 от 13.02.2018 (срок действия - бессрочно)

MS Office Standart 2013 Договор № 223-798 от 30.12.2014 (срок действия - бессрочно)

Договор № 223-799 от 30.12.2014 (срок действия - бессрочно)

ESET NOD32 Smart Security Business Edition Договор № 223-1/17-ЗК от 06.09.2017 г. (продление) (срок действия - сентябрь 2018г.)

Foxit Reader Право использования программного обеспечения предоставляется бесплатно согласно политике компании-разработчика (<https://www.foxitsoftware.com/ru/pdf-reader/eula.html>) (срок действия - право использования программного обеспечения действует до изменения политики правообладателя)

ABBYY FineReader (договор № 223-799 от 30.12.2014 г.) (срок действия – бессрочно)

Договор №13215/223П/15-569 от 18.12.2015 (срок действия - бессрочно)

АИБС "МераПро" (договор №13215/223П/15-569 от 18.12.2015 г.) (срок действия-бессрочно))

Комплекс Credo для ВУЗов - Инженерная Геодезия Договор № 223-806 от 30.12.2014 (срок действия – бессрочно)

Apache OpenOffice Право использования программного обеспечения предоставляется по GPL лицензии (<https://www.openoffice.org/ru/download/index.html>) (срок действия - право использования программного обеспечения действует до изменения политики правообладателя)

NanoCad Программное обеспечение, распространяется бесплатно согласно политике компании-разработчика (https://www.nanocad.ru/products/nanocad_free/) (срок действия - право использования программного обеспечения действует до изменения политики правообладателя)

CorelDraw Договор № 223-803 от 30.12.2014 (срок действия - бессрочно)

Договор № 223-807 от 30.12.2014 (срок действия - бессрочно)

Easy Trace Pro Договор № 223-807 от 30.12.2014 (срок действия - бессрочно)

Autodesk AutoCAD 2015 Программное обеспечение, используемое в учебных целях, распространяется бесплатно согласно политике компании-разработчика (<https://www.autodesk.ru/education/country-gateway>) (срок действия – 2020г.)

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

В течении семестра по отработанным разделам осуществляется индивидуальный прием результатов выполнения работ с оценкой знания теоретической части по данной теме. Самостоятельная работа оценивается по результатам собеседования с оценкой качества усвоения и глубины проработки соответствующей темы.

Разработчик/группа разработчиков: Смолич С.В., доцент кафедры ПГ и ТГР

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2020 г. № 1)**