

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО


Руководитель ОПОП ВО
профессор А.Г. Протосеня

УТВЕРЖДАЮ


Декан строительного факультета
доцент П.А. Деменков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГЕОМЕХАНИКА, РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД, РУДНИЧНАЯ АЭРОГАЗОДИНАМИКА И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
Направленность (профиль):	Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., проф. А.Г. Протосеня

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» разработана:

в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 886 от 30 июля 2014 (ред. от 30.04.2015);

– на основании учебного плана направленности (профиля) «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых.

Составитель

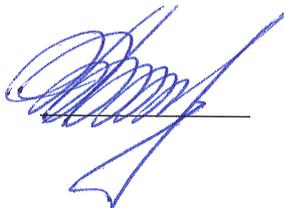


д.т.н., проф. А.Г. Протосеня

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры строительства горных предприятий и подземных сооружений от «31» августа 2020 г., протокол № 1.

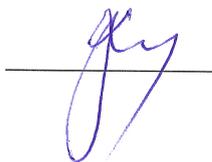
Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой строительства
горных предприятий и подземных
сооружений



д.т.н., проф. А.Г. Протосеня

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины:

Цель изучения дисциплины «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» - формирование у аспирантов знаний о геомеханических процессах, происходящих в массиве горных пород под действием гравитационных и тектонических полей и горных работ.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение физико-механических свойств горных пород и методов проведения их испытаний;
- оценка начального напряженного состояния породного массива, экспериментальные и теоретические методы его определения;
- изучение геомеханических моделей поведения породного массива и области их практического применения;
- оценка устойчивости породных обнажений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» входит в состав Вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ОПОП ВО аспирантуры) по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, направленности (профиля) «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» и изучается в 5 семестре.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на закрепление формирования профессиональных компетенции: ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4. В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность к научно-исследовательской деятельности в области геомеханики:

- осуществлять разработку физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;
- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития в общетехническом, общенаучном и социальном контекстах.

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
1.	ОПК-1	Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	Знать: Методы экспериментальных исследований. Уметь: Анализировать результаты научных исследований и составлять научно-технические отчеты. Владеть: навыками написания научных отчетов и научных статей.	В соответствии с учебным планом
2.	ПК-1	Готовность проводить определения прочностных и деформационных характеристик горных пород в лабораторных и натуральных условиях, в том числе при	Знать: Способы определения прочностных и деформационных характеристик в лабораторных и натуральных условиях. Уметь: Обрабатывать результаты экспериментальных исследований	В соответствии с учебным планом

		наличии структурно-механических ослаблений, закономерностей деформирования различных типов пород, геомеханических моделей породных массивов, концентрации напряжений вокруг выработок и методов определения их устойчивости	прочностных и деформационных характеристик. Владеть: Методами анализа и оценки экспериментальных и деформационных характеристик горных пород.	
3.	ПК-2	Готовность проводить оценку напряженно-деформированного состояния массива горных пород, определять закономерности геомеханических процессов, происходящих в результате производства горных работ при строительной, открытой и подземной геотехнологиях и освоении подземного пространства, определять нагрузки на крепь выработок и конструкции подземных сооружений, их параметры по нормативным документам и численными методами	Знать: Методы оценки напряженно-деформированного состояния породного массива при строительной, открытой и подземной геотехнике и освоении подземного пространства. Уметь: Использовать методы оценки напряженно-деформированного состояния породного массива при строительной, открытой и подземной геотехнике и освоении подземного пространства. Владеть: методами анализаа результатов расчета напряженно-деформированного состояния породного массива при строительной, открытой и подземной геотехнике и освоении подземного пространства.	В соответствии с учебным планом
4.	ПК-3	Способность организовывать теоретические и экспериментальные исследования гидро-, пыле-, аэро-, газо- и термодинамических процессов, протекающих в технических системах освоения недр для разработки методов и средств управления аэрогазодинамическими и тепловыми процессами при освоении минеральных, энергетических и пространственных ресурсов недр	Знать: Методы организации и проведения теоретических и экспериментальных исследований гидро-, пыле-, аэро-, газо- и термодинамических процессов, протекающих в технических системах освоения недр для разработки методов и средств управления аэрогазодинамическими и тепловыми процессами при освоении минеральных, энергетических и пространственных ресурсов недр. Уметь: Обрабатывать результаты теоретических и экспериментальных исследований гидро-, пыле-, аэро-, газо- и термодинамических процессов, протекающих в технических системах освоения недр для разработки методов и средств управления аэрогазодинамическими и тепловыми процессами при освоении минеральных, энергетических и пространственных ресурсов недр. Владеть: Методами анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований гидро-, пыле-, аэро-, газо- и термодинамических процессов,	В соответствии с учебным планом

			протекающих в технических системах освоения недр для разработки методов и средств управления аэрогазодинамическими и тепловыми процессами при освоении минеральных, энергетических и пространственных ресурсов недр.	
5.	ПК-4	Готовность проводить физическое и математическое моделирование взрывных процессов, знание закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи твердых полезных ископаемых, характеристик современного ассортимента, составов и свойств промышленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы создания физических, математических и численных моделей геомеханических и аэрогазодинамических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых и освоении подземного пространства. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать физические, математические и численные модели геомеханических и аэрогазодинамических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых и освоении подземного пространства. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами проведения физического, математического и численного моделирования и разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики. 	В соответствии с учебным планом

*Основными этапами формирования компетенций обучающихся при освоении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий в течение учебного семестра (семестров).

3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенции обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя 5 разделов, содержание которых направлено на изучение теории и методологии теоретических и экспериментальных исследований в области геомеханики.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 72 часа, 2 зачётные единицы. Дисциплина изучается в 5 семестре по очной форме обучения. Форма контроля для очной формы обучения: экзамен.

4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Виды учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	30	30
Лекции	20	20
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Самостоятельная работа аспиранта	42	42
Вид промежуточной аттестации (экзамен – Э)	Э(36)	Э(36)
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	108
	зач. ед.	3

4.2. Темы учебной дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа аспиранта
1.	Прочностные свойства горных пород и массивов.	14	4	2	-	8
2.	Геомеханические модели горных пород и массивов	14	4	2	-	8
3.	Геомеханические процессы в породных массивах при ведении горных и горностроительных работ.	14	4	2	-	8
4.	Напряженно-деформируемое состояние массивов и горных выработок при динамических проявлениях горного давления	14	4	2	-	8
5.	Сдвигание породных массивов при ведении подземных и открытых горных и горностроительных работ	16	4	2	-	10
	Итого:	72	20	10	-	42

4.3. Содержание учебной дисциплины

4.3.1. Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Прочностные свойства горных пород и массивов	Тема 1. Общие сведения о породных массивах. Основные представления о геомеханике как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры. Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>Тема 2. Строение горных массивов, их классификация, масштабный эффект. Масштабный эффект и масштабные уровни. Геологическое и тектоническое строение горных массивов. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонностью к разрушению. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов.</p>	
2	Геомеханические модели горных пород и массивов	<p>Тема 3. Деформирование и разрушение горных пород, механические модели пород. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и природных условиях.</p> <p>Тема 4. Геомеханические процессы в породных массивах при разработке месторождений полезных ископаемых. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерно-напряженного состояния, включая область запредельного деформирования. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжения выработок. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок. Физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости от ряда определяющих природных и производственных факторов.</p>	4
3	Геомеханические процессы в породных массивах при ведении горных и горностроительных работ.	<p>Тема 5. Геомеханические процессы в породных массивах при ведении горных и горностроительных работ. Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород, их связь с геодинамическим полем напряжений. Характер напряженно-деформационного состояния массива при таких полях, оценка компонентов тензора напряжений</p>	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		в его заданных точках. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном строительстве. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы.	
4	Напряженно-деформируемое состояние массивов и горных выработок при сейсмических воздействиях и динамических проявлениях горного давления.	Тема 6. Методы исследования геомеханических процессов. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования. Тема 7. Динамические проявления горного давления. Сейсмические воздействия на горные выработки и динамические проявления горного давления. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.	4
5	Сдвигение породных массивов при ведении подземных и открытых горных и горностроительных работ	Тема 8. Сдвигение породных массивов при ведении подземных и открытых горных и горностроительных работ Осадка земной поверхности. Сдвигение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Определение осадок земной поверхности и параметров сдвигения породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных работ.	4
Итого:			20

4.3.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Прочностные свойства горных пород и массивов	2
2.	Геомеханические модели горных пород и массивов	2
3.	Геомеханические процессы в породных массивах при ведении горных и горностроительных работ	2
4.	Напряженно-деформируемое состояние массивов и горных выработок при сейсмических и динамических проявлениях горного давления	2
5.	Осадки земной поверхности и сдвигение породных массивов при ведении подземных и открытых горных и горностроительных работ	2
Итого:		10

5. Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

6.1 Цель и основные задачи текущего контроля по дисциплине

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по наиболее актуальным темам дисциплины (устный ответ);
- подготовка докладов;
- выполнение индивидуальных заданий.

6.2 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

1. Предмет изучения науки геомеханики. Ее основные цели и задачи.
2. Понятие о массивах горных пород. Прочность массива по сравнению с образцом. Масштабный эффект и масштабные уровни.
3. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород. Методы и средства лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород.
4. Механические модели горных пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические.
5. Теории прочности и критерии разрушения пород. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения.
6. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехосного напряженного состояния, включая область запредельного деформирования.
7. Начальное гравитационное поле напряжений в нетронutom массиве. Тензор и девиатор напряжений.
8. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород.

9. Тектоническое поле напряжений в массивах горных пород. Методы его прогноза и изучения.
10. Напряженное-деформированное состояние массива вокруг горных выработок в упругом породном массиве.
11. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях.
12. Сейсмические воздействия на горные выработки и динамические проявления в виде горного давления.
13. Осадка земной поверхности и сдвигание породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ.
14. Применение методов численного моделирования для решения задач геомеханики.

6.3. Критерии оценивания устных ответов обучающихся

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

6.4 Цель и основные задачи экзамена по дисциплине

Экзамен имеет целью проверить знание и понимание обучающимися содержания дисциплины и уровня сформированности компетенции. Индекс контролируемой компетенции — ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

6.5 Порядок проведения экзамена

Экзамен проводится путем представления обучающимися индивидуального задания, выполненного во время самостоятельной работы, которое затем проверяется преподавателем с выставлением дифференцированных оценок. После проверки задания может проводиться его обсуждение с преподавателем.

6.6. Критерии и процедура оценивания результатов экзамена

Оценки за задание выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично» (5)**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это в задании, все документы выполнены без ошибок, последовательно, грамотно и логически построены, излагает свои решения, хорошо их объясняя и обосновывая;

— **«хорошо» (4)**: если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своего решения в задании излагает одно из стандартных.

— **«удовлетворительно» (3)**: если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, при разработке задания привлекает мало оригинального материала, пользуясь, в основном, стандартными решениями и формулировками;

— **«неудовлетворительно» (2)**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, в задании допущены существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет или, по существу, не выполняет задания, не может его объяснить.

Оценки по результатам проверки индивидуального задания объявляются обучающимся и заносятся в зачетную ведомость.

7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»

7.1. Обеспеченность литературой

1. Протосеня А.Г. Геомеханика массивов и устойчивость подготовительных выработок

- [текст]/ Протосеня А.Г., Жихарев С.Я., Долгий И.Е. – СПб.: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). – 2004. – 240 с.
2. Протосеня А.Г. Геомеханика [Текст] : учеб. Пособие / А.Г. Протосеня. – СПб. : ЛЕМА, 2017. – 117 с. – Библиогр.: с. 116 (9 назв.). – ISBN 978-5-00101-163-3 : 50.00 р.
 3. Протосеня А.Г. Механика подземных сооружений [Текст] : учеб. Пособие / А.Г. Протосеня, М.А. Карасев – СПб. : Горн. Ун-т, 2013. – 113 с. – Библиогр.: с. 111 (14 назв.). – ISBN 978-5-94211-648-4 : 39.00 р.
 4. Ставрогин А.Н. [текст]: Пластичность горных пород — М.: Недра, 1979 г.
 5. Механика подземных сооружений. Пространственные модели и мониторинг [текст]/ Протосеня А.Г., Огородников Ю.Н., Деменков П.А., Карасев М.А. [и др.] — СПб.: СПбГУ-МНЭБ. – 2011. – 355с. сил.
 6. Ставрогин А.Н. Экспериментальная физика и механика горных пород [текст]/ Ставрогин А.Н., Тарасов Б.Г. – СПб.: Наука. — 2001. – 343 с.:288 ил.
 7. Ставрогин А.Н. Прочность горных пород и устойчивость выработок на больших глубинах [текст]/ Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. – М.: Недра. – 1985. – 271 с.
 8. Ставрогин А.Н. Механика деформирования и разрушение горных пород [текст]/ Ставрогин А.Н., Протосеня А.Г. – М.: Недра – 1992. – 224с.: ил.
 9. Трушко В.Л. Геомеханика массивов и динамика глубоких рудников [текст]/ В.Л. Трушко, А.Г. Протосеня, П.Ф. Матвеев, Х.М. Совмен – СПб.: Санкт-Петербургский горный институт. – 2000. – 396с.
 10. Боровков, Ю. А. Геомеханика : учебник / Ю. А. Боровков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-4124-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133896>.
 11. Мартянов, В. Л. Геомеханика. Управление состоянием массива горных пород при открытой геотехнологии : учебное пособие / В. Л. Мартянов, О. И. Литвин, С. О. Марков. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-00137-112-0. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145126>.
 12. Кириченко, Ю. В. Геомеханика: инженерно-геологическое обеспечение управления состоянием массивов горных пород : учебное пособие / Ю. В. Кириченко, В. В. Ческидов, С. А. Пуневский. — Москва : МИСИС, 2017. — 90 с. — ISBN 978-5-906846-37-2. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105287>
 13. Зерцалов, М. Г. Геомеханика : учебно-методическое пособие / М. Г. Зерцалов, И. Н. Хохлов. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2022. — 108 с. — ISBN 978-5-7264-3033-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262346>.
 14. Геомеханическое обоснование подземных горных работ : учебник / Б. Д. Терентьев, В. В. Мельник, Н. И. Абрамкин, К. С. Коликов. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. - 279 с. - ISBN 978-5-906953-01-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1222608> (дата обращения: 14.12.2022).
 15. Норель, Б. К. Энергетические и временные характеристики предельного состояния горных пород : монография / Норель Б. К., Петров Ю. В., Селютина Н. С. - 2-е изд. — Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2019. — 132 с.. - ISBN 978-5-288-05918-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1054134>.
 16. Вознесенский, А. С. Моделирование физических процессов в горном деле : компьютерное моделирование : практикум / А. С. Вознесенский, М. Н. Красилов, Я. О.

Куткин. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. - 97 с. - ISBN 978-5-906953-08-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1221429>.

Дополнительная:

1. Pietruszczak S. Fundamentals of Plasticity in Geomechanics. CRC Press, 1st edition, 2020, p. 206.
2. Mogi K. Experimental Rock Mechanics (Geomechanics Research Series). CRC Press, 1st edition, 2019, p. 361.
3. Kwasniewski M., Li X., Takahashi M. True Triaxial Testing of Rocks (Geomechanics Research Series), CRC Press; 1st edition, 2017, p. 384.
4. Rock Mass Response to Mining Activities (Geomechanics Research). CRC Press; 1st edition, 2021, p. 192.
5. Morita N. Finite Element Programming in Non-linear Geomechanics and Transient Flow. Gulf Professional Publishing, 2021, p. 525.
6. Pande G.N., Pietruszczak S., et al. Numerical Models in Geomechanics. CRC Press; 1st edition, 2020, p. 661.
7. Saxena K.R. Distinct Element Modelling in Geomechanics. Routledge; 1st edition, 2018, p. 234.
8. Mašin D. Modelling of Soil Behaviour with Hypoplasticity: Another Approach to Soil Constitutive Modelling (Springer Series in Geomechanics and Geoengineering). Springer; 1st ed. 2019, p. 303.
9. Frossard E. Granular Geomaterials Dissipative Mechanics: Theory and Applications in Civil Engineering. Wiley-ISTE; 1st edition, p. 309.
10. Aydan Ö. Rock Mechanics and Rock Engineering. CRC Press; 1st edition, 2022.
11. Xia-Ting Feng. Rock Mechanics and Engineering. Volume 1-5. CRC Press; 1st edition, 2017, p. 760.
12. Nakai T. Constitutive modeling of geomaterials. Principles and applications. CRS press, 2013, p. 337.
13. Potts D., Zdravkovic L. Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering. Theory. Thomas Telford, 2001, p. 440.
14. Potts D., Zdravkovic L. Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering. Application. Thomas Telford, 2001, p. 427.
15. Wood D.M. Geotechnical modelling. 2002.

7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;

— Индивидуальное задание по дисциплине.

7.3. Ресурсы сети «Интернет»

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».

2. Библиотека ГОСТов www.gostrf.com.

3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>

4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России.

<http://www.gpntb.ru/>

5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

7.4 Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZnaniUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

7.5 Современные профессиональные базы данных:

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

8. Материально-техническое обеспечение

8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Для проведения практических занятий используются компьютерные классы, оборудованные техникой, из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя и мультимедийным оборудованием, объединенные локальной сетью и возможностью подключения к сети Интернет.

Мебель и оборудование:

- ауд. 3530 (для лекционных занятий): 108 посадочных мест, стол преподавательский (350×60×72) – 1 шт., трибуна (93×60×120) – 1 шт., стол (240×50×60) – 6 шт., доска учебная – 2 шт., парта – 48 шт., стул офисный – 15 шт.;

- ауд. 3527 (для практических занятий, для самостоятельной работы): 10 посадочных мест, стол компьютерный (110×90×82) – 10 шт.; стол (160×80×72) – 1 шт., стол (180×96×75) -1 шт., стол (250×110×72) - 1 шт., стол (80×80×72) – 3 шт., стол (140×80×72) – 1 шт., шкаф книжный (стеллаж 90×40×120, тумба 90×40×82) – 3 шт., доска – 1 шт.

Компьютерная техника и оборудование:

- ауд. 3530: комплект микрофонный СК-31 – 2 шт., комплект мультимедийный – 1 шт., объемный макет (110×62×182) – 4 шт., усилитель РА-935 – 1 шт., акустическая система потолочная – 4 шт.;

- ауд. 3527: принтер HP Laser Jet P4014 DN - 1 шт., сканер Epson V 350 proto – 2 шт., системный блок Ramec Storm – 1 шт., системный блок RAMES GALE AL с монито-ром BenQ GL2450 (тип 1) – 10 шт., системный блок HP Z600 - 1 шт., монитор ЖК Samsung Sync Master 20" P2070 - 1 шт., монитор ЖК HP2510i Pavilion – 1 шт., принтер Xerox Phaser 3610dn -1 шт., коммутатор управляемый сетевой HP ProCurve 2510 - 1 шт.

8.2. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. CorelDRAW Graphics Suite X5 (договор №559-06/10 от 15.06.2010 "На поставку программного обеспечения").

3. ИСС "КОДЕКС" / "Техэксперт" (соглашение о сотрудничестве № 327-04/13 от 24.04.2013).

4. AutoCAD Revit (Договор № 110001021779 от 17.08.2015 до 2019) на 125 рабочих мест.

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» дисциплины рассмотрена и актуализирована на заседании кафедры строительства горных предприятий и подземных сооружений

№ п/п	№ протокола заседания кафедры	Дата протокола кафедры	Основание
1	1	31.08.2021	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д041(44)-04/21 от 28.04.2021
2	1	30.08.2022	Договор с Электронно-библиотечной системой «Лань» № Д063(44)-04/22 от 28.04.2022