

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО КНИТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР  
А.В. Бурмистров  
« 10 » 10 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел»  
Специальность 21.05.04 «Горное дело»  
Специализация №7 «Взрывное дело»  
Квалификация (степень) выпускника  
Форма обучения  
Институт, факультет  
Кафедра-разработчик рабочей программы  
Курс - 3, семестр – 6

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕР (специалист)  
ОЧНАЯ  
ИХТИ, ФЭМИ  
ТГХВ

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1,0
Лабораторные занятия	36	1,0
Самостоятельная работа	45	1,25
Форма аттестации - экзамен	27	0,75
Всего	144	4,0

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (пр. №1298 от 17.10.2016 года) по специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации №7 «Взрывное дело», на основании учебного плана, утвержденного 26.12.2016г., для набора обучающихся 2017г.

Типовая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» отсутствует.

Разработчик программы:

доцент каф. ТТХВ  
(должность)

  
(подпись)

Н.Б. Иванов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТТХВ, протокол от 20.10.2017 г. №3.

Зав. кафедрой ТТХВ

  
(подпись)

В.Я.Базотов

### УТВЕРЖДЕНО


Протокол заседания методической комиссии ИХТИ, к которому относится кафедра-разработчик РП от

Председатель комиссии, профессор

  
(подпись)

В.Я. Базотов

Начальник УМЦ

  
(подпись)

Л.А. Китаева

### ***1. Цели освоения дисциплины***

Целями освоения дисциплины «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» являются:

- а) формирование знаний о современном состоянии теоретических представлений о физических моделях и реальной структуре твердых тел;
- б) привить навыки и умения по изучению реальной структуры твердых тел, физических основ пластической деформации, разрушения материалов, определения их теоретической и реальной прочности;

### ***2. Место дисциплины в структуре образовательной программы***

Дисциплина «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» относится к вариативной части ООП и формирует у специалиста по специальности 21.05.04 набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения производственно – технологической, организационно – управленческой, научно-исследовательской и проектной видов профессиональной деятельности. Для успешного освоения дисциплины «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» специалист по специальности 21.05.04 должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б7 Математика;
- б) Б1.Б9 Физика;
- в) Б1.Б14 Физика горных пород.

Дисциплина «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.Б.30.2 Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании;
- б) Б1.Б.30.5 Взрывные работы в строительстве и специальные взрывные работы.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» могут быть использованы при прохождении практик (учебной, производственной, преддипломной) и для успешного выполнения выпускной квалификационной работы по специальности 21.05.04. «Горное дело».

### ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

ОПК-6 – готовность использовать 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.

ОПК-9 – владеть методами анализа, знанием закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений.

ПК-1 – владеть навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.

***В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:***

**1) Знать:**

- а) основы современных теорий прочности твердых тел;
- б) механизмы пластической деформации и разрушения твердых тел;
- в) схемы напряженных и деформированных состояний и их влияние на физико-механические характеристики твердых тел.

**2) Уметь:**

- а) пользоваться современными методами определения физико-механических свойств материалов;
- б) выбирать критерии прочности твердых тел, адекватные реальным условиям нагружения.

**3) Владеть:**

- а) техникой проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных;
- б) представлениями о современных направлениях научных исследований в области деформирования и разрушения твердых тел.

**4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часов и 4 зачетных единицы.

Таблица 1 - Распределение по видам занятий учебного времени (в часах) дисциплины «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел»

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Лабораторные работы	СРС	
1	<b>Р.1</b> Цели и задачи курса.	6	2			
2	<b>Р.2</b> Твердое тело и его структура.	6	2			<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
3	<b>Р.3</b> Анализ кривых деформирования кристаллических твердых тел.	6	2			<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных</i>

						<i>баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
4	<b>Р.4</b> Дислокации и их роль в пластической деформации твердых тел.	6	2			<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
5	<b>Р.5</b> Дислокационные представления об упрочнении кристаллических твердых тел.	6	2			<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
6	<b>Р.6</b> Алгоритм установления дислокационного механизма упрочнения различных материалов.	6	2			<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
7	<b>Р.7</b> Техническая прочность материалов и пути ее увеличения.	6	2	14	3	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра</i>
8	<b>Р.8</b> Методы упрочнения материалов	6	2		6	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
9	<b>Р.9</b> Механическая и кинетическая теории прочности твердых тел	6	2		9	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
10	<b>Р.10</b> Кинетическая теория прочности Журкова С.Н.	6	2			<i>Защита лабораторных работ и начисление</i>

						<i>поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
11	<b>Р.11</b> Современные представления о разрушении материалов.	6	2		6	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
12	<b>Р.12.</b> Хрупкое и вязкое разрушение твердых тел.	6	2	6		<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
13	<b>Р.13</b> Пластическая деформация кристаллических материалов, как термически активируемый процесс.	6	2		3	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
14	<b>Р.14.</b> Экспериментальные методы определения термоактивационных параметров.	6	2		3	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
15	<b>Р.15</b> Некоторые проблемы прочности материалов.	6	2		3	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
16	<b>Р.16</b> Новая парадигма академика Панина В. для описания деформационного поведения твердых тел.	6	2		6	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную</i>

						<i>работу в течение семестра. Экзамен</i>
17	<b>Р.17</b> Схемы напряженных состояний при деформировании твердых тел.	6	2	8	3	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
18	<b>Р.18</b> Виды механических испытаний материалов.	6	2	8	3	<i>Защита лабораторных работ и начисление поощрительных баллов за активную работу в течение семестра. Экзамен</i>
Форма аттестации экзамен						
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.**

Режим проведения лекций – 1 раз в неделю по 2 часа в течение 6 семестра.

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Тема лекционного занятия</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	<b>Р.1</b> Цели и задачи курса.	2	<b>Тема 1.</b> Классификация материалов по составу, структуре и свойствам	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
2	<b>Р.2</b> Твердое тело и его структура.	2	<b>Тема 2.</b> Классификация дефектов в кристаллической решетке	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
3	<b>Р.3</b> Анализ кривых деформирования кристаллических твердых тел.	2	<b>Тема3.</b> Процессы, происходящие при деформировании твердых тел.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
4	<b>Р.4</b> Дислокации и их роль в пластической деформации твердых тел.	2	<b>Тема 4.</b> Основные свойства дислокаций. Формы протекания пластической деформации.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
5	<b>Р.5</b> Дислокационные	2	<b>Тема 5.</b> Механизм	ОПК-6

	представления об упрочнении кристаллических твердых тел.		размножения дислокации по Франку-Риду.	ОПК-9 ПК-1
6	<b>Р.6</b> Алгоритм установления дислокационного механизма упрочнения различных материалов.	2	<b>Тема 6.</b> Суть дислокационных механизмов упрочнения материалов.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
7	<b>Р.7</b> Техническая прочность материалов и пути ее увеличения.	2	<b>Тема 7.</b> Теоретическая и техническая прочность материалов.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
8	<b>Р.8</b> Методы упрочнения материалов	2	<b>Тема8.</b> Создание бездефектных и упорядоченных структур для упрочнения материалов.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
9	<b>Р.9</b> Механическая и кинетическая теории прочности твердых тел	2	<b>Тема 9.</b> Пять теорий механической прочности твердых тел.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
10	<b>Р.10</b> Кинетическая теория прочности Журкова С.Н.	2	<b>Тема 10.</b> Уравнение С.Н. Журкова. и его анализ.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
11	<b>Р.11</b> Современные представления о разрушении материалов.	2	<b>Тема11.</b> Представления о разрушении материалов по Гриффитсу, Ирвину и Оровану.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
12	<b>Р.12</b> Хрупкое и вязкое разрушение твердых тел.	2	<b>Тема 12.</b> Особенности хрупкого и вязкого разрушения твердых тел.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
13	<b>Р.13</b> Пластическая деформация кристаллических материалов, как термически активируемый процесс.	2	<b>Тема 13.</b> Основы термодинамического подхода при рассмотрении процесса пластической деформации.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1



14	<b>Р.14</b> Экспериментальные методы определения термоактивационных параметров.	2	<b>Тема 14.</b> Испытания на ползучесть образцов твердых тел при различных температурно-силовых воздействиях -основа для выявления механизмов пластической деформации.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
15	<b>Р.15</b> Некоторые проблемы прочности материалов.	2	<b>Тема 15.</b> Ограничения дислокационных представлений при описании деформационного поведения твердых тел.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
16	<b>Р.16</b> Новая парадигма академика Панина В. для описания деформационного поведения твердых тел.	2	<b>Тема 16.</b> Основные концептуальные положения волновой теории прочности.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
17	<b>Р.17</b> Схемы напряженных состояний при деформировании твердых тел.	2	<b>Тема 17.</b> Линейные, плоские, объемные напряженные состояния и их особенности.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
18	<b>Р.18</b> Виды механических испытаний материалов.	2	<b>Тема18.</b> Разрушающие и неразрушающие методы испытаний материалов	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1

**6. Учебным планом по направлению 21.05.04 не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел»**

### **7. Содержание лабораторных занятий**

Цель проведения лабораторных занятий – *освоение* лекционного материала касающегося определения основных физико-механических характеристик при различных схемах напряженного состояния и условиях нагружения (сжатия, растяжения, ползучести, длительной прочности и др.). Освоение студентами *навыков* работы на испытательных машинах, оборудовании и приборах, используемых при определении комплекса физико – механических характеристик горных пород, а также применение методов статистической обработки результатов испытаний.

Режим проведения лабораторных занятий – 1 раз в неделю по 4 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	<b>Р.17</b> Схемы напряженных состояний при деформировании твердых тел.	8	Определение механических характеристик модельных образцов при различных схемах напряженного состояния (сжатии и сколе).	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
2	<b>Р.18</b> Виды механических испытаний материалов.	8	Определение твердости модельных образцов, горных пород на приборах ТК-2 и ТЭМП-2.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
3	<b>Р.12</b> Хрупкое и вязкое разрушение твердых тел	6	Определение ударной вязкости модельных образцов на копре МК-0,5.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
4	<b>Р.7</b> Техническая прочность материалов и пути ее увеличения	6	Определение упругих характеристик модельных образцов горных пород графическим способом (обработка кривых деформирования)	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
5	<b>Р.7</b> Техническая прочность материалов и пути ее увеличения	8	Определение упругих характеристик (модуля Юнга и сдвига) на модельных образцах горных пород на приборе УЗИС-ЛЭТИ.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
	Итого	<b>36</b>		

Лабораторные занятия проводятся в учебных лабораториях УОП кафедры ТТХВ с использованием стандартного лабораторного и специального оборудования: гидравлического пресса 2ПГ-10, разрывной машины FM-500, установки для определения ударной вязкости МК-0,5, ползуметра для определения характеристик ползучести и длительной прочности, твердомеров ТК-2 и переносных твердомеров ТЭМП -2, аналитических и электронных весов, оптических микроскопов (МПСУ-1), измерительного инструмента (микрометров, штангенциркулей, линеек и др. инструмента).

*Учебным планом по направлению подготовки специалистов 21.05.04 не предусмотрено выполнение курсового проекта и курсовой работы по дисциплине «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел»*

**8. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел»**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	семестр	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	<b>Р.7</b> Техническая прочность материалов и пути ее увеличения <b>Тема.</b> Физико-механические	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1

	характеристики материалов и их использование для обоснования выбора материалов, работающих в определенных условиях эксплуатации.			литературы	
2	<b>Р.8</b> Методы упрочнения материалов. <b>Тема.</b> Дислокации и их роль в процессах пластической деформации, упрочнении и разрушении твердых тел.	6	6	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
3	<b>Р.9</b> Механическая и кинетическая теории прочности твердых тел. <b>Тема.</b> Техническая прочность материалов и пути её увеличения.	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
4	<b>Р.9</b> Механическая и кинетическая теории прочности твердых тел. <b>Тема.</b> Практические методы упрочнения материалов.	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
5	<b>Р.6</b> Алгоритм установления дислокационного механизма упрочнения различных материалов. <b>Тема.</b> Основные параметры дислокационных механизмов упрочнения	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы для написания реферата.	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
6	<b>Р.9</b> Механическая и кинетическая теория прочности материалов. <b>Тема.</b> Пять Критериев механической прочности материалов	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
7	<b>Р.11</b> Современные представления о разрушении материалов. <b>Тема.</b> Особенности хрупкого и вязкого разрушения материалов	6	6	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
8	<b>Р.13</b> Пластическая деформация кристаллических материалов, как термически активируемый процесс. <b>Тема.</b> Алгоритм установления механизма пластической деформации	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1

	кристаллических тел.				
9	<b>Р.14</b> Экспериментальные методы определения термоактивационных параметров. <b>Тема.</b> Испытание на ползучесть основной вид испытаний для определения активационных параметров	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
10	<b>Р.16</b> Новая парадигма академика В.Панина для описания деформационного поведения твердых тел. <b>Тема.</b> Волновая теория прочности – основа для разработки материалов с демпфирующими свойствами.	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
11	<b>Р.17</b> Схемы напряженных состояний при деформировании твердых тел. <b>Тема.</b> Особенности поведения материалов при различных схемах напряженного состояния.	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
12	<b>Р.18</b> Виды механических испытаний материалов. <b>Тема.</b> Разрушающие и неразрушающие методы испытаний материалов.	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
13	<b>Р.15</b> Некоторые проблемы прочности материалов. <b>Тема.</b> Ограничения дислокационных представлений при описании деформационного поведения твердых тел.	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
14	<b>Р.16</b> Новая парадигма академика В.Панина для описания деформационного поведения твердых тел. <b>Тема.</b> Основные концептуальные положения волновой теории прочности.	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1

15	<b>Р.16</b> Новая парадигма академика В.Панина для описания деформационного поведения твердых тел. <b>Тема.</b> Мезоуровень – основа для протекания пластического течения при нагружении твердого тела.	6	3	Проработка лекционного материала и рекомендуемой литературы	ОПК-6 ОПК-9 ПК-1
----	--	---	---	---	------------------------

### ***9.Использование рейтинговой системы оценки знаний***

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» используется балльно - рейтинговая система.

Применение рейтинговой системы осуществляется согласно «Положения о балльно - рейтинговой системы оценки знания студентов КНИТУ (утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО КНИТУ, протокол №12 от 24 октября 2011 г.)», специально разработанный для данной дисциплины с учётом значимости и трудоёмкости выполняемой учебной работой.

Максимальный рейтинг студента для получения экзамена – 100 баллов: минимальный - 60 баллов.

Текущий рейтинг студентов по дисциплине складывается из оценки следующих видов контроля:

Вид контроля	Балл – (max)	Балл – (min)
1.Поощрительные баллы	5	2
2.Сдача отчета и защита лабораторной работы	55	34
3.Экзамен	40	24
Всего	100	60

Рейтинг студента за экзамен – 40 баллов максимально, 24 балла минимально. Если на экзамене студент набрал менее 24 баллов, ответ считается неудовлетворительным (экзаменационная составляющая приравнивается к нулю (0)). В этом случае студент, в установленном в КНИТУ порядке, обязан пересдать экзамен.

## 10. Информационно – методическое обеспечение дисциплины

### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1.Практическая механика горных пород [Электронный ресурс] / Борщ-Компонице В.И. - М. : Горная книга, 2013.	ЭБС «Консультант студента. Студенческая электронная библиотека» <a href="http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785986723426-SCN0000/000.html">http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785986723426-SCN0000/000.html</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Физика и химия материалов и покрытий [Учебники] : учеб. пособие / Н.Б. Иванов, М.Р. Файзуллина ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2017 .— 319с. ISBN 978-5-7882-2214-1.	70 экз. в библиотеке КНИТУ +15 экз. на каф. ТТХВ
3. Иванов Н.Б. Теория деформируемого твердого тела [Учебники] : тексты лекций : учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т .— Казань, 2013 .— 124 с. ISBN 978-5-7882-1515-0.	70 экз. в библиотеке КНИТУ +15 экз. на каф. ТТХВ
4.Казикаев, Д.М. Практический курс геомеханики подземной и комбинированной разработки руд : учебное пособие / Д.М. Казикаев, Г.В. Савич. - 2-е изд. - Москва : Горная книга, 2013. - 224 с. - (Горное образование). - ISBN 978-5-98672-342-6	ЭБС «Университетская библиотека Онлайн»: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228933">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228933</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5.Геомеханика. Введение в механику скальных грунтов [Электронный ресурс] : Учебник / Зерцалов М.Г. - М. : Издательство АСВ, 2014.	ЭБС «Консультант студента. Студенческая электронная библиотека» <a href="http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785432300409-SCN0000/000.html">http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785432300409-SCN0000/000.html</a> Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

### 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Крюков Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании. Ч. II. Разрушение горных пород при бурении. Раздел 1. Внедрение зубьев в разрушаемую породу. Ударо-вращательный способ бурения: Учебное пособие : Издательство Московского государственного горного университета, 2007.	ЭБС «КнигаФонд»:  <a href="http://www.knigafund.ru/books/122689">http://www.knigafund.ru/books/122689</a>  <i>Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ</i>
Физика горных пород : физические явления и эффекты в практике горного производства [Электронный ресурс] / Гончаров С.А. - М. : МИСиС, 2016.	ЭБС «Консультант студента. Студенческая электронная библиотека»  <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239730.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239730.html</a>  <i>Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ</i>

### 10.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины Б1.ДВ.6.2 «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» используются электронные источники информации: в сети «INTERNET@» материалы имеются на сайтах:

11. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
3. ЭБС «Университетская библиотека Онлайн» – Режим доступа: <http://biblioclub.ru>
4. ЭБС «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru>
5. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
6. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com/>
7. ЭБ УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru>
8. ЭК УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>

Согласовано:  
Зав. сектором ОКУФ



## ***11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины***

*Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственно итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.*

## ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел»***

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы комплекты электронных презентаций рефератов; плакаты и рисунки основных физико-химических и механических характеристик горных пород; демонстрационные приборы, средства мониторинга (образцы выполненных реферативных работ и отчетов по лабораторным работам) и т.д.

1. Лекционные занятия:

а) комплект электронных презентаций;

б) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер, ноутбук).

2. Лабораторные работы:

а) лаборатория прессования порошкообразных материалов, оснащенная прессовой установкой 2ПГ-10, разрывной машиной FM-500, твердомерами ТК-2, ТЭМП-2, а также сушильным шкафом, электронными весами, микроскопами и специальной технологической оснасткой различных форм и диаметров;

б) лаборатория оптической микроскопии, оснащенная микроскопами для изучения структуры поликристаллических образцов и шлифов горных пород.

## ***13. Образовательные технологии***

При обучении по дисциплине «Физические основы деформирования и разрушения твердых тел» могут использоваться следующие образовательные технологии:

лекции в традиционной форме с использованием иллюстрационного материала в виде компьютерных презентаций;

- лабораторные работы в традиционной форме и с элементами решения проблемных задач с последующим обсуждением результатов работы в студенческих учебных подгруппах;

- информационные технологии.