

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра фундаментального  
естественнонаучного  
образования (ФЕО\_ИЦММ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра фундаментального  
естественнонаучного образования  
(ФЕО\_ИЦММ)**

наименование кафедры

**Белокопытов В. И.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
СПЕЦИАЛИЗАЦИИ  
ФИЗИКА СПЛОШНЫХ СРЕД**

Дисциплина Б1.Б.19.01 ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ  
Физика сплошных сред

Направление подготовки / 21.05.03 Технология геологической разведки  
специальность Специализация 21.05.03.00.03. Технология и  
техника разведки месторождений полезных

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

210000 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ ДЕЛО,  
НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация 21.05.03.00.03. Технология и техника разведки  
месторождений полезных ископаемых

Программу к.ф.-м.н., Доцент, Погорельцев Е.И.  
составили

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Настоящая рабочая программа соответствует требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, представляющего собой совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ подготовки специалистов по направлению подготовки (специальности) 21.05.03 Технология геологической разведки (специализация 21.05.03.03 «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых») образовательными учреждениями высшего профессионального образования (высшими учебными заведениями, вузами) на территории Российской Федерации.

В настоящей рабочей программе используются следующие сокращения:

ВПО - высшее профессиональное образование;  
ООП - основная образовательная программа;  
ОК - общекультурные компетенции;  
ПК - профессиональные компетенции;  
ПСК - профессионально-специализированные компетенции;  
УЦ ООП - учебный цикл основной образовательной программы;  
ФГОС ВПО - федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования.

Целью преподавания дисциплины " физика формирования представления о процессах и явлениях, происходящих в результате воздействия на горные породы, умения видеть естественнонаучное содержание проблем, возникающих в практическом применении совокупности технологий, средств, способов и методов человеческой деятельности в области науки, техники и промышленности, направленных на поиски, разведку и эксплуатацию месторождений полезных ископаемых (МПИ), на изучение процессов в недрах Земли.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения курса физики сплошных сред являются:

- изучение основных физических явлений, связанных с процессами, происходящими в сплошных средах при внешних воздействиях;
- овладение некоторыми приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики сплошных сред;
- ознакомление с современной научной аппаратурой,

формирование навыков самостоятельного проведения физического эксперимента и корректной обработки результатов измерений;

- приобретение умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;
- достижение уровня знаний, позволяющего моделировать возникающие в практической деятельности ситуации, давать их количественное описание и анализировать получающиеся решения.

Согласно требованиям к результатам освоения основных образовательных программ подготовки специалиста, курс физики сплошных сред направлен на формирование следующих компетенций, знаний, умений и навыков (в соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки 21.05.03. - Геология, разведка и разработка полезных ископаемых), применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности

Знания:

- основных физические явления и законов, относящихся к физике сплошных сред; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;
- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения.

Умения

- объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;
- указать, какие законы описывают данное явление или эффект;
- истолковывать смысл физических величин и понятий;
- записывать уравнения для физических величин в системе СИ;
- использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;

Навыки

- использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях;
- применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных и технических задач;
- обработки и интерпретирования результатов эксперимента;
- использования методов физического моделирования в производственной практике.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ОПК-6:самостоятельным принятием решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовностью работать над междисциплинарными проектами</b>	
Уровень 1	основные понятия физики сплошных сред
Уровень 2	основные законы физики сплошных сред
Уровень 3	методы решения профессиональных задач с позиции физики сплошных сред
Уровень 1	видеть в междисциплинарных проектах содержание физики сплошных сред
Уровень 2	вычленять основные законы физики сплошных сред в междисциплинарных проектах
Уровень 3	применять основные законы при работе над междисциплинарными проектами
Уровень 1	навыками описания проектов с точки зрения физики сплошных сред
Уровень 2	навыками расчета различных учебных проектов с позиции физики сплошных сред
Уровень 3	навыками расчета профессиональных проектов с позиции физики сплошных сред
<b>ПК-5:выполнением разделов проектов и контроль за их выполнением по технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности</b>	
Уровень 1	основные понятия сплошных сред
Уровень 2	основные законы физики сплошных сред
Уровень 3	способы описания профессиональных задач с помощью законов физики сплошных сред
Уровень 1	решать типовые задачи
Уровень 2	применять законы физики сплошных сред для решения типовых задач
Уровень 3	решать профессиональные задачи с использованием законом физики сплошных сред
Уровень 1	навыками описания профессиональных задач с помощью законов физики сплошных сред
Уровень 2	навыками решения профессиональных задач в стандартных условиях
Уровень 3	применять законы физики сплошных сред в профессиональной деятельности
<b>ПК-11:владением современными технологиями автоматизации проектирования систем и их сервисного обслуживания</b>	
Уровень 1	взаимосвязи между физическими законами
Уровень 2	основные физические величины и физические константы
Уровень 3	определения и смысл физических величин, способы и единицы их измерений

Уровень 1	истолковывать смысл физических величин и понятий
Уровень 2	указать, какие законы описывают данное явление или эффект
Уровень 3	использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
Уровень 1	навыками использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях
Уровень 2	навыками применения физических моделей для решения практических задач
Уровень 3	навыками использования стандартных решений типовых практических ситуаций
<b>ПСК-3.15: владением приемами и методами работы с персоналом, методами оценки качества и результативности труда персонала</b>	
Уровень 1	физических законов в решении прикладных инженерной деятельности
Уровень 2	границы применимости законов физики в важнейших практических приложениях
Уровень 3	назначение и принципы действия важнейших физических приборов
Уровень 1	работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории
Уровень 2	использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных
Уровень 3	использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем
Уровень 1	навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории
Уровень 2	навыками обработки и интерпретирования результатов эксперимента
Уровень 3	навыками использования методов физического моделирования в производственной практике

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Для овладения курсом физики сплошных сред необходимы знания:

- основ векторной, высшей, тензорной алгебры;
- элементов математического анализа;
- по решению дифференциальных уравнений;
- по операционному исчислению;
- приемов владения математическим аппаратом в объеме, необходимом для решения геологоразведочных задач;
- по общему курсу физики: механика, гидродинамика, молекулярная физика и термодинамика, физика волновых процессов;
- по применению математических методов и физических законов для теоретических расчетов физики сплошных сред;

- по грамотному использованию таблиц и справочников;
- по работе с простейшими физическими приборами и компьютером;
- по методам построения математических, физических химических моделей горных пород.

Приступая к изучению дисциплины «Физика сплошных сред», студент должен знать физику и математику в пределах обязательной программы высшего учебного заведения

Знания, полученные по дисциплине "Физика сплошных сред" пригодятся при изучении следующих дисциплин: бурение на жидкие и газообразные полезные ископаемые, моделирование геологоразведочных процессов, гидравлика и гидропривод буровых машин, современные технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые, проектирование и расчёт буровых машин и механизмов, научно-исследовательская работа, разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ, разведочная геофизика, бурение скважин.

Физика Земли

Направленное бурение и основы кернометрии

Прикладная теплофизика

Бурение на жидкие и газообразные полезные ископаемые

Буровзрывные работы

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		5
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6 (216)</b>	<b>6 (216)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,36 (85)</b>	<b>2,36 (85)</b>
занятия лекционного типа	0,94 (34)	0,94 (34)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1,42 (51)	1,42 (51)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,64 (95)</b>	<b>2,64 (95)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Механика сплошных сред	20	32	0	52	
2	Гидродинамика сплошных сред	14	19	0	43	
Всего		34	51	0	95	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Введение. Место физики сплошных сред в системе наук о разрушении горных пород при проведении геологоразведочных работ. Основные понятия физики сплошных сред: сплошная среда, напряжение, тензор напряжений, деформация, тензор деформации, массовые силы, объемные силы, поверхностные силы, однородность и неоднородность среды, изотропность и не изотропность среды.	2	0	0
2	1	Кристаллическое и аморфное строение тел. Физическая природа сил между компонентами горных пород. Методы воздействия на горные породы.	2	0	0
3	1	Линейная теория упругости. Деформация, ее виды. Механические напряжения. Нормальное и тангенциальное напряжение. Модуль упругости (модуль Юнга), коэффициент поперечного расширения (коэффициент Пуассона). Критерии выбора материалов для создания механизмов.	2	0	0
4	1	Однородные деформации. Гидростатическое давление. Продольная деформация при запрещенных боковых смещениях.	2	0	0

5	1	Деформация сдвига. Модуль объемного сжатия, модуль сдвига - связь между ними	2	0	0
6	1	Неоднородные деформации. Деформация под воздействием массовых сил. Деформация кручения. Прогиб консольной балки. Крутильная жесткость. Деформация изгиба. Момент инерции.	2	0	0
7	1	Волновые явления в упругих средах. Волновое уравнение. Звуковые волны в тонком стержне и в бесконечной среде. Волны в тонких пластинах. Продольные и поперечные волны	2	0	0
8	1	Тензор напряжений. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука.	2	0	0
9	1	Условия, определяющие состояние горных пород в процессе их разрушения при бурении (горное, гидростатическое, дифференциальное давления). Основы механики разрушения горных пород. Теория разрушения твердых тел по Гриффитсу. Реологические модели поведения горных пород при деформировании. Зависимость модуля Юнга от температуры и параметра ячейки.	2	0	0
10	1	Энергия упругих деформаций. Явление гистерезиса упругих деформаций.	2	0	0

11	2	Идеальная жидкость. Закон Паскаля. . Зависимость давления жидкости и газа от высоты. Тензор напряжений жидкости. Линии тока. Трубка тока. Плотность потока массы. Основные уравнение гидро-аэродинамики: уравнение неразрывности, уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера для идеальной жидкости. Стационарное течение.	2	0	0
12	2	Вязкая жидкость. Силы вязкого трения. Коэффициент трения. Уравнение Навье–Стокса. Внутреннее трение. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса.	2	0	0
13	2	Течение вязкой жидкости между двумя плоскостями. Течение Куэтта. Истечение жидкости из отверстия. Формула Пуазейля. Методы определения коэффициента вязкости. Сила вязкого трения, действующая на единицу трубы	2	0	0
14	2	Взаимодействие тела с потоком жидкости. Поток идеальной жидкости Тело в потоке вязкой жидкости. Коэффициент вязкости. Коэффициент сопротивления. Закон подобия. Подъемная сила. Движение тел в жидкостях и газах.	2	0	0

15	2	Витание твердых частиц в потоках жидкости и газа. Зависимость коэффициента сопротивления среды от числа Рейнольдса. Число Хедстрема	2	0	0
16	2	Распространение малых возмущений в идеальном газе. Теорема Бернулли. Плоская ударная волна. Изменение статистических и термодинамических параметров газа при его прохождении через скачок уплотнения. Ударная волна	2	0	0
17	2	Плоское безвихревое движение идеального газа. Пространственное безвихревое движение. Динамика вязкого газа. Основные уравнения движения вязкого газа. Пограничный слой в газовом потоке при наличии градиента давления	2	0	0
Итого			24	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Типы кристаллических решеток твердых тел и их влияние на механические свойства.	2	0	0
2	1	Экспериментальное определение модуля Юнга по растяжению проволоки.	2	0	0

3	1	Решение задач по определению предельной нагрузки, изменению объёма цилиндра при поперечной деформации.	2	0	0
4	1	Решение задач по теме: Однородные деформации. Гидростатическое давление. Продольная деформация при запрещенных боковых смещениях.	2	0	0
5	1	Решение задач по деформации кручения	2	0	0
6	1	Решение задач по деформации изгиба	2	0	0
7	1	Экспериментальное определение модуля Юнга по стреле прогиба пластины.	2	0	0
8	1	Эксериментальное сравнение моментов инерции линейки в зависимости от ее расположения.	2	0	0
9	1	Защита экспериментальных работ по определению модуля Юнга.	2	0	0
10	1	Контрольная работа по деформациям	2	0	0
11	1	Решение задач по волновым процессам в упругих средах. Определение модуля Юнга, коэффициента Пуассона, коэффициента всестороннего сжатия по значениям	2	0	0
12	1	Экспериментальное изучение стоячих волн в струне.	2	0	0
13	1	Решение задач. Задачи на заполнение тензоров напряжения и деформации.	4	0	0

14	1	Решение задач. Определение функциональной зависимости модуля Юнга от температуры и параметра ячейки.	2	0	0
15	1	Решение задач. Энергия упругих деформаций. Явление гистерезиса упругих деформаций.	2	0	0
16	2	Решение задач на применение основных уравнений гидроаэродинамики: уравнение неразрывности, уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера для идеальной жидкости.	2	0	0
17	2	Решение задач. Течение Куэтта. Истечение жидкости из отверстия. Формула Пуазейля. Методы определения коэффициента вязкости. Сила вязкого трения, действующая на единицу трубы.	2	0	0
18	2	Экспериментальное определение коэффициента вязкости методом Стокса	2	0	0
19	2	Экспериментальное изучение зависимости силы сопротивления в зависимости от скорости подъёма воздушного шарика с гелием.	2	0	0
20	2	Защита экспериментальных работ по гидродинамике.	2	0	0
21	2	Решение задач на витание частиц.	2	0	0
22	2	Решение задач на движение частиц в вязкопластичной жидкости.	2	0	0
23	2	Течение сжимаемой жидкости.	2	0	0

24	2	Контрольная работа по гидродинамике сплошных сред	3	0	0
Всего			51	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Фейнман Р. Ф., Лейтон Р., Сэндс М., Смородинский Я.А.	Фейнмановские лекции по физике: Вып. 7. Физика сплошных сред: пер. с англ.	Москва: Едиториал УРСС, 2004
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Нескоромных В. В.	Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 130200 "Технологии геологической разведки"	Красноярск: СФУ, 2015
Л2.2		Физика сплошных сред: материалы 51-й Международной научной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс" (секция 3), 12-18 апреля 2013 г., Новосибирск	Новосибирск: Изд-во НГУ, 2013

## 8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Список основной литературы

1. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003.
2. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Том 1. М.: Наука, 1983.
3. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Том 2. М.: Наука, 1983.
4. Пестриков В. М., Морозов Е. М. Механика разрушения твердых тел: курс лекций. — СПб.: Профессия.2002. — 320 с., ил.
5. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высш. шк., 2008 г. — 542с.
- 6.
7. Бреховских Л.М., Гончаров В.В. Введение в механику сплошных сред (в приложении теории волн). М.: Наука, 1982. — 335 с.
8. Ильюшин А.А. Механика сплошной среды: Учебник. — 3-е изд. - М.: Изд-во МГУ, 1990. — 310 с.

#### Список дополнительной литературы

1. Нескоромных В.В. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ. Учебное пособие.- Иркутск: изд-во ИрГТУ, 2008 г. — 295 с.
1. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Еремьянц В.Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. М.: Наука, 1985. — 358 с.
2. Кильчевский Н.А. Динамическое контактное сжатие твердых тел. Удар. — Изд-во «Наукова думка», 1976. — 320 с.
3. Колтунов М.А., Кравчук А.С., Майборода В.П. Прикладная механика деформируемого твердого тела: учеб. Пособие для студентов вузов. — М.: Высш. Школа, 1983. — 349 с., ил.
4. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. Пер. с англ. Е.И.Свешниковой М.: Мир. — 1974 — 320 с.
5. Спорыхин А.Н., Мяснянкин Ю.М., Чеботарев А.С. Введение в механику сплошных сред: Методические указания к решению задач. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. - 23 с.
6. Колебания и волны: учеб. пособие / А.В.Машуков, Н.И.Вершинина, А.Е.Машукова; ГОУ ВПО «Гос. ун-т цвет. металлов и золота».- Красноярск, 2006. -120 с.
7. Молекулярная физика и термодинамика: учеб. пособие / О.Д.Барцева, Р.В.Исаков, С.А.Симинчук; ГОУ ВПО «Гос. ун-т цвет.

металлов и золота».- Красноярск, 2006. -104 с.

8. Элементы квантовой механики и физики твердого тела: Метод. указания по решению задач для студентов всех специальностей / Р.В.Исаков, И.А.Баранова, С.А. Симинчук. – Красноярск: Сибирский федеральный у-нт; Ин-т цв. металлов и золота, 2007. -56 с.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### 9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	ОС Microsoft XP, Windows 7, Microsoft Office 7. Adobe Acrobat Reader, а также браузеры – Mozilla Firefox, Google Chrome
-------	---

### 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Реализация программы по дисциплине «Физика сплошных сред» обеспечивается доступом каждого студента к библиотечным фондам, наличием методических разработок и контрольным заданиям . Учебники и учебные пособия, включенные в основной список литературы, приведенной в программе курса, имеются в читальном зале библиотеки СФУ, в электронном варианте (bik.sfu-kras.ru) в аудитории 4-04 библиотеки СФУ.

Занятия проводятся на базе кафедры фундаментального и естественнонаучного образования (ФЕО) ИЦМиМ.