

«

»

“

”

. - . . .

31.08.2022

:

:

:

<https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физико-механические свойства горных пород

: 16.03.01

, :

: 4, : 7

-		
		7
1	()	5
2		180
3	, .	62
4	, .	18
5	, .	32
6	, .	0
7	, .	0
8	, .	6
9	, .	2
10	, .	10
11	, .	118
12	(, ()/ ,)	
13		

(): 16.03.01

696 01.06.2020 ., : 08.07.2020 .

: 1,

(): 16.03.01

, 31.08.2022

- , 6 31.08.2022

:

,

:

. . .

1.

1.1

	-1. /
	-1. / .3 -

2.

,

2.1

ПК-1.В/НА. 3 Умеет проводить анализ геолого-геофизической информации	
	; ;
	; ;
	; ;
	; ;
-	;

3.

3.1

		„ .	, .		
:7					
:					
1.	2	0	0	-1. / 3 .	
2.	3	0	0	-1. / 3 .	
3.	3	0	0	-1. / 3 .	
4.	3	0	0	-1. / 3 .	
5.	3	0	0	-1. / 3 .	
6.	4	0	0	-1. / 3 .	

		„ .	, .		
--	--	-----	-----	--	--

:7					
1.	6	2	0	-1. / 3	.
2.	6	0	0	-1. / 3	.
3.	6	2	0	-1. / 3	.
4.	7	2	0	-1. / 3	.
5.	7	0	0	-1. / 3	.

3.1

3.2

			()
1			:
2			:
3			:

3.2

3.3

:7				
1		-1. / .3	70	4
/ . . . — : ,2015. — 111 . — : // : - . — URL: https://e.lanbook.com/book/155105 (: 11.07.2022). — : .				
2		-1. / .3	48	6
/ . . . — : ,2015. — 111 . — : // : - . — URL: https://e.lanbook.com/book/155105 (: 11.07.2022). — : .				

3.3

, (. 3.4).

3.4

	-
	e-mail; ;
	e-mail;

	;

4.

(), - 15- ECTS.

. 4.1.

4.1

	.	
: 7		
Лекция:	15	30
Практические занятия:	15	30
Экзамен:	20	40

4.2

4.2

-1. /	-1. / 3.	+

1

5.

1. Букин, В. С. Физика горных пород : учебное пособие / В. С. Букин, А. С. Калганов. — Чита : ЗабГУ, 2019. — 115 с. — ISBN 978-5-9293-2545-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173611> (дата обращения: 14.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Боровков, Ю. А. Основы горного дела : учебник / Ю. А. Боровков, В. П. Дробаденко, Д. Н. Ребриков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-2147-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205967> (дата обращения: 14.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. Печерин, В. Н. Физика горных пород и моделирование в петрофизике : учебное пособие / В. Н. Печерин. — Ухта : УГТУ, 2018. — 128 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209570> (дата обращения: 11.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Уфатова, З. Г. Физика горных пород : учебное пособие / З. Г. Уфатова. — Норильск : НГИИ, 2014. — 135 с. — ISBN 978-5-89009-619-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155872> (дата обращения: 14.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. Все о геологии [Электронный ресурс] : интернет энциклопедия. - Режим доступа: <http://geo.web.ru>. - Загл. с экрана.
2. Физика твердого тела : журнал : [сайт] / учредитель Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук. – Ежемес. – ISSN – 0367-3294. – URL: <https://journals.ioffe.ru/journals/1> (дата обращения: 03.06.2021). – Текст : электронный.
3. Геофизика : журнал / МОО ЕАГО. – 1993 – . – Выходит 6 раз в год. – ISSN 1681-4568. – URL: <https://geophysics.su/?ysclid=leycannzlw333257155> (дата обращения: 25.03.2023). – Текст : электронный.

6. ,

6.1

1. Зеливянская, О. Е. Петрофизика : учебное пособие / О. Е. Зеливянская. — Ставрополь : СКФУ, 2015. — 111 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155105> (дата обращения: 11.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Дудкина М. П. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : учебно-методическое пособие / М. П. Дудкина, Ю. В. Никитин ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 61, [1] с. : табл.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=223022

6.2

- 1 Операционная система Microsoft Windows
- 2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3

7. -

1	(- , ,)	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра геофизических систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф.-м.н., доцент И.И. Корель
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДИСЦИПЛИНЫ

Геомеханика

Образовательная программа: 16.03.01 Техническая физика, профиль: Интеллектуальные геофизические системы в нефтегазовой индустрии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Геомеханика представлена в Таблице. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесена с уровнями сформированности компетенций и соотнесенными с ними индикаторами. Индикаторы достижения компетенций измеряемы с помощью средств текущей и промежуточной аттестации по дисциплине Геомеханика.

Таблица

Формируемые компетенции	Индикаторы компетенций	Темы	Этапы оценки результатов обучения и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (контрольная работа, курсовой проект, РГЗ(Р), реферат и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК-1.В/НА Способность проводить фундаментальные и прикладные исследования в области геофизических методов поиска полезных ископаемых	1. Имеет представление о ведущих технологиях и методиках в области проведения экспериментальной и научно-исследовательской деятельности в области геофизики	Анализ реальных горнотехнических ситуаций. Устойчивость разломов при различных геодинамических режимах: квазистатическое деформирование прямоугольной области с наклонным нарушением сплошности. Напряженно-деформированное состояние и поля смещений в породном массиве при отработке горизонтальных пластов Введение. История становления и развития геомеханики как науки. Горная порода как объект исследования. Оценка минимального размера элементарного объема для возможности описания горной породы методами механики сплошной среды. Двумерные задачи. Напряжения в земной коре, создаваемые рельефом. Метод неопределенных коэффициентов. Задача Леви: распределение напряжений в плотине треугольного профиля. Метод интегральных преобразований для решения статических задач. Преобразование Фурье. Задача Митчела, распределение напряжений в полуплоскости при произвольной поверхностной нагрузке. Двумерные модели. Редукция общей 3D системы уравнений к задачам меньшей размерности. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Функция Эри. Линейно-упругая модель. Изотропные и	Оценка устных ответов по темам 1, 2, 4, проверочная работа по теме 2	Экзамен, вопросы 1-24

		анизотропные среды. Закон Гука, упругие константы и соотношения между ними. Уравнения равновесия. Полная система уравнений линейной теории упругости, постановка краевых задач. "Гармоничность" компонент тензора напряжений при отсутствии массовых сил. Принцип Сен-Венана. Одномерные задачи. Распределение напряжений в кусочно-однородном и неоднородном стержне в гравитационном поле. Распределение напряжений в окрестности одиночной выработки кругового сечения в гидростатическом поле. Коэффициент концентрации напряжений. Оценка величины зоны влияния выработки. Задачи Ламе для цилиндра и шара, оценка толщины стенок. Распределение напряжений и деформаций в недрах Земли. Теории напряжений и деформаций. Определение механического напряжения. Формула Коши. Тензор напряжений: главные значения и направления, инварианты, преобразование компонент при изменении системы координат, симметрия. Вектор смещений и тензор деформаций. Изменение объема. Малые деформации, геометрический смысл компонент тензора деформаций. Главные значения и направления. Тождества Сен-Венана		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций проверяются при проведении мероприятий текущей аттестации (контроля) в процессе изучения дисциплины, указанных в таблице раздела 1.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 8 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ПК-1.В/НА и соотнесенных с ними индикаторов. (см. таблицу раздела 1).

Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим два вопроса, каждый из которых требует развернутого ответа с пояснениями и обоснованием излагаемого материала. Билет формируется из приведенного в Паспорте экзамена списка вопросов, позволяющих оценить

результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

Общие правила выставления оценок текущей и промежуточной аттестации по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании критериев, приведенных в п. 3, осуществляется оценка уровней достигнутых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенции ПК-1.В/НА, закрепленных за дисциплиной.

3. Общая характеристика уровней результатов обучения, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Продвинутый. Теоретическое содержание курса освоено полностью. Студент демонстрирует систематическое и глубокое понимание учебного материала и способность к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Сформированы необходимые навыки практической работы. Все учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнены качественно, без замечаний. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящим в диапазон продвинутого уровня.

Базовый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Навыки практической работы сформированы на базовом уровне. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с небольшими погрешностями. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах базового уровня.

Пороговый. Теоретическое содержание курса освоено в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. Некоторые практические навыки работы сформированы с пробелами. Учебные задания, предусмотренные программой обучения, выполнялись с ошибками, исправленными под руководством преподавателя. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов в пределах порогового уровня.

Ниже порогового. Теоретическое содержание курса освоено фрагментарно. Необходимые навыки практической работы сформированы минимально. Большинство учебных заданий, предусмотренных программой обучения, не выполнены. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, оценены числом баллов, входящих в диапазон ниже порогового уровня.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Геомеханика», 8 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет состоит из 2 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-11;
- второй вопрос из диапазона вопросов 12-24;

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Геомеханика»

1. Вывод уравнений равновесия в декартовой системе координат («дифференциальный подход»).
2. Решение в напряжениях для блочно-однородной среды при действии гравитации и тектонических сил. Особенности формулировки краевых задач геомеханики для неограниченных областей..

Утверждаю: зав. кафедрой _____ проф, Ельцов И.Н.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры. Совокупность результатов

обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине (модулю) и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов*.

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Геомеханика»

1. Вывод уравнений равновесия в декартовой системе координат («дифференциальный подход»).
2. Симметрия тензора напряжений («дифференциальный подход»).
3. Вывод выражений компонентов тензора деформаций в декартовой системе координат (двумерная ситуация, «дифференциальный подход»).
4. Вывод закона Гука в главных осях на основе результатов одноосного деформирования образцов (соотношения $\varepsilon_i = \varepsilon_i(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$). Модуль Юнга, коэффициент Пуассона, их механический смысл.
5. Другой вид закона Гука (соотношения $\sigma_i = \sigma_i(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)$), параметры Ламе. Механический смысл параметра μ : иллюстрация на примере.
6. Закон Гука в произвольной системе координат (какое условие налагается при этом на тензоры напряжений и деформаций?). Закон деформирования объема, модуль всестороннего сжатия. Соотношения между основными константами упругости.
7. Формулировка граничных условий.
8. Уравнения Ламе. Свойство «бигармоничности» смещений и напряжений, «гармоничность» объемной деформации и среднего напряжения.
9. Плоское (обобщенное) напряженное состояние.

10. Плоское деформированное состояние (плоская деформация). Гипотезы и предположения, лежащие в основе этих моделей.
11. Вид закона Гука и полная система уравнений линейной теории упругости для этих состояний. Функция Эри.
12. Понятие горного давления. Начальные (природные) напряжения, действующие в породном массиве, их источники. Гравитационные, тектонические и техногенные напряжения. Классификация основных геодинамических режимов.
13. Решение в напряжениях для блочно-однородной среды при действии гравитации и тектонических сил. Особенности формулировки краевых задач геомеханики для неограниченных областей.
14. Коэффициент бокового отпора. Условия, при которых можно использовать плоские постановки для моделирования объемных геомеханических объектов.
15. Распределение напряжений в кусочно-однородном и неоднородном стержне в гравитационном поле.
16. Распределение напряжений в окрестности одиночной выработки кругового сечения в гидростатическом поле. Коэффициент концентрации напряжений. Оценка величины зоны влияния выработки.
17. Распределение напряжений и деформаций в недрах Земли.
18. Напряжения в земной коре, создаваемые рельефом.
19. Метод неопределенных коэффициентов. Задача Леви: распределение напряжений в плотине треугольного профиля.
20. Метод интегральных преобразований для решения статических задач.
21. Задача Митчела.
22. Задача Фламана.
23. Устойчивость разломов при различных геодинамических режимах.
24. Напряженно-деформированное состояние и поля смещений в породном массиве при отработке горизонтальных пластов.