

Компонент ОПОП 21.03.21 Нефтегазовое дело

Эксплуатация и обслуживание объектов нефтегазового комплекса Арктического шельфа

наименование ОПОП

Б1.О.05.03

шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Механика сплошных сред

Разработчик (и):

Коротаев Б.А.

ФИО

доцент

должность

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

морского нефтегазового дела

наименование кафедры

протокол № 06 от 16.04.2024г.

Заведующий кафедрой



Васëха М.В.
ФИО

Мурманск
2024

Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

- 1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой для второго курса, третьего и четвертого**

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ ²
ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ИД-1 опк-1 ИД-2 опк-1 ИД-3 опк-1	ИД-1 опк-1 Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	
		ИД-2 опк-1 Умеет использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей ИД-3 опк-1 Владеет основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды.	

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

² Только для конвенционных специальностей (для остальных направлений подготовки/специальностей столбец удалить)

		Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования. Владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивает их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия.	
--	--	--	--

2. Содержание дисциплины (модуля) для третьего курса 3/5

Тема 1. Введение. Координатные Системы

Декартова система, цилиндрическая система координат и сферическая системма. Связь между данными системами

Тема 2. Принцип наименьшего действия А.Пуанкаре

Точка зрени А.Пуанкаре на связь между расстоянием и временем. История развития этого взгляда от Аристотеля до Ньютона и до 18 века.

Тема 3 Обобщенные координаты.

Связь обобщенной координаты с декартовой системой. Движение материальной точки по оси x и по обобщенной координате q .

Тема 4. Принцип наименьшего действия Гамильтона.

Математическая формулировка ПНД по Гамильтону и связь с ПНД А.Пуанкаре. По Д.Тер. Хаару и движение частицы.

Тема 5. Принцип наименьшего действия Мопертюи

Математическая формулировка ПНД по Мопертюи. Связь с законом сохранения энергии.

Тема 6. Теория получения функции $u(x,t)$

Получение функции $u(x,t)$ по Эйлеру и Лагранжу. Точки зрения Эйлера и Лагранжа на движение.

Тема 7. Гипотезы сплошной среды

Модели сплошной среды. Тензор напряжений. Решение плоской задачи можно упростить, сведя ее к отысканию одной функции $\varphi(x,y)$, называемой функцией напряжений Эри.

Тема 8. Обобщенный закон Гука

Выражение деформаций через напряжения. Выражение напряжений через деформации. Работа упругих сил в твердом теле.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для курса 3/5 и 4/7

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, включает в себя:

Комплект заданий диагностической работы

<p>ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания</p>	
1	<p>Какое соотношение устанавливает связь декартовой системы координат с цилиндрической системой координат</p> <p>a. $z = r \sin \alpha; x = r \cos \alpha \sin \varphi; y = r \cos \varphi$</p> <p>b. $z = r \cos \alpha; x = r \sin \alpha \sin \varphi; y = r \cos \varphi \sin$</p> <p>c. $z = r \sin \varphi; x = r \sin \alpha \cos \varphi; y = r \sin \varphi$</p>
2	<p>Какое соотношение устанавливает связь декартовой системы координат со сферической системой координат</p> <p>a. $z = r \sin \varphi; x = r \cos \alpha \cos \alpha; y = r \cos \alpha \sin \alpha$</p> <p>b. $z = r \sin \alpha; x = r \cos \alpha \cos \varphi; y = r \cos \alpha \sin \varphi$</p> <p>c. $z = r \sin \varphi; x = r \cos \alpha \cos \varphi; y = r \cos \varphi \sin \varphi$</p>
3	<p>Раскрыть скобки и упростить выражение</p> $\sigma_r r d\varphi + \sigma_r dr d\varphi - \left(\sigma_r + \frac{d\sigma_r}{dr} dr \right) (r + dr) d\varphi = 0$ <p>a. $\frac{d\sigma_r}{dr} * r * dr = 0$</p> <p>b. $\frac{d\sigma_r}{dr} * r = 0$</p> <p>c. $\frac{dr}{dr} * r + \sigma_r = 0$</p>
4	<p>Чему равен интеграл принципа наименьшего действия А. Пуанкаре.</p> <p>a. $J = \int_{t_0}^{t_1} (-F + \sum_{i=1}^n y_i \frac{dx_i}{dt}) dt = 0$</p> <p>b. $J = \int_{t_0}^{t_1} (-F + \sum_{i=1}^n y_i \frac{dx_i}{dt}) dt = 1$</p> <p>c. $J = \int_{t_0}^{t_1} (-F + \sum_{i=1}^n y_i \frac{dx_i}{dt}) dt = 2$</p>
5	<p>Получить выражение $x(q,t)$ если дано: $\frac{dx}{dq} = 0.8 q$ и $\frac{dx}{dt} = 2 t$</p> <p>a. $x(q,t) = 0.4q^2 + t^2$</p> <p>b. $x(q,t) = 0.4q^3 + t^3$</p> <p>c. $x(q,t) = q^2 + 0.4t^2$</p>
6	<p>Какая связь верна для координаты x и обобщенной координаты q</p> <p>a. $q = \sqrt{x^2 + (x \tan(\alpha))^2}$</p> <p>b. $q = \sqrt{x^2 + (x \sin(\alpha))^2}$</p> <p>c. $q = \sqrt{x^2 + (x \cos(\alpha))^2}$</p>
7	<p>Какие выражения называются каноническими уравнениями Гамильтона</p> <p>a. $\frac{\partial H}{\partial p_i} = \frac{\partial q_i}{\partial t}; \frac{\partial H}{\partial q_i} = -\frac{\partial p_i}{\partial t}; \frac{\partial H}{\partial t} = -\frac{\partial L}{\partial t}$</p> <p>b. $\frac{\partial L}{\partial p_i} = \frac{\partial q_i}{\partial t}; \frac{\partial L}{\partial q_i} = -\frac{\partial p_i}{\partial t}; \frac{\partial L}{\partial t} = -\frac{\partial H}{\partial t}$</p> <p>c. $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial p_i} = \frac{\partial x_i}{\partial t}; \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x_i} = -\frac{\partial p_i}{\partial t}; \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial t} = -\frac{\partial L}{\partial t}$</p>
8	<p>Получить выражение $x(q,t)$ если дано: $\frac{dx}{dq} = 0.9 q$ и $\frac{dx}{dt} = 4t$</p> <p>a. $x(q,t) = 0.45q^2 + 2t^2$</p>

	<p>b. $x(q,t)=0.45q^3+t^3$</p> <p>c. $x(q,t)=q^2+0.45t^2$</p>
9	<p>Какое выражение называется уравнением Лагранжа</p> <p>a. $L = \frac{mv^2}{2} - U(r)$</p> <p>b. $L = mg - \frac{v(r)}{2}$</p> <p>c. $L = mg + U(r)$</p>
10	<p>В каком виде записывается уравнение живых сил Мопертюи</p> <p>a. $T - U = h$</p> <p>b. $T + U = h$</p> <p>c. $U - T = h$</p>
11	<p>Получить выражение $x(q,t)$ если дано $\frac{dx}{dq} = 0.8q$ и $\frac{dx}{dt} = 2t$</p> <p>a. $x(q,t) = 2q^2 + 0.8t^2$</p> <p>b. $x(q,t) = 0.4q^2 + t^2$</p> <p>c. $x(q,t) = q^2 + 0.4t^2$</p>
12	<p>Получить выражение $x(q,t)$ если дано $\frac{dx}{dq} = 0.9q$ и $\frac{dx}{dt} = 4t$</p> <p>a. $x(q,t) = 2q^2 + 0.45t^2$</p> <p>b. $x(q,t) = 0.45q^2 + 2t^2$</p> <p>c. $x(q,t) = 2q^2 + 2t^2$</p>
13	<p>Как соотносятся (в смысле равенства) скорость по координате x и по обобщенной координате q</p> <p>a. не соотносятся</p> <p>b. соотносятся</p> <p>c. не соотносятся и это зависит от μ</p>
14	<p>Дано уравнение Лагранжа второго рода. Как свести к первому порядку</p> $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = Q$ <p>a. $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = 0$</p> <p>b. $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial r_k} = 0$</p> <p>c. $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{r}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial r_k} = 0$</p>
15	<p>Какую форму принимает принцип Мопертюи; уравнение живых сил</p> <p>a. $T + U = h$</p>

	<p>b. $T - U = h$</p> <p>c. $T - U = -h$</p>
16.	<p>Найти силу, если дана масса $m = 2.2$ гр и уравнение при $b=1; c=2; t=0.1;$</p> $x = \sqrt{b^2 + c^2 t} - b$ <p>a. $F = -0.005$</p> <p>b. $F = -0.006$</p> <p>c. $F = -0.007$</p>
17.	<p>Канонические уравнения динамики по А. Пуанкаре</p> <p>a. $\frac{dx_i}{dt} = \frac{dF}{dy_i}$ и $\frac{dy_i}{dt} = -\frac{dF}{dx_i}$</p> <p>b. $\frac{dy_i}{dt} = \frac{dF}{dx_i}$ и $\frac{dx_i}{dt} = -\frac{dF}{dy_i}$</p> <p>c. $\frac{dx_i}{dt} = \frac{dF}{dy_i}$ и $\frac{dy_i}{dt} = \frac{dF}{dx_i}$</p>
18.	<p>Сила в классической механике</p> <p>a. $F = m \frac{d^2 r}{dt^2}$</p> <p>b. $F = m g$</p> <p>c. $F = m v$</p>
19.	<p>Канонические уравнения Гамильтона</p> <p>a. $\frac{\partial H}{\partial p_i} = \frac{\partial q_i}{\partial t}; \frac{\partial H}{\partial q_i} = -\frac{\partial p_i}{\partial t}; \frac{\partial H}{\partial t} = -\frac{\partial L}{\partial t}$</p> <p>b. $\frac{\partial L}{\partial p_i} = \frac{\partial q_i}{\partial t}; \frac{\partial L}{\partial q_i} = -\frac{\partial p_i}{\partial t}; \frac{\partial L}{\partial t} = -\frac{\partial L}{\partial t}$</p> <p>c. $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial p_i} = \frac{\partial q_i}{\partial t}; \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_i} = -\frac{\partial p_i}{\partial t}; \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial t} = -\frac{\partial L}{\partial t}$</p>
20.	<p>Раскрыть скобки и упростить выражение</p> $\sigma_r r d\varphi + \sigma_t dr d\varphi - \left(\sigma_r + \frac{d\sigma_r}{dr} dr \right) (r + dr) d\varphi = 0$ <p>a. $\sigma_r - \sigma_t + \frac{d\sigma_r}{dr} dr = 0$</p> <p>b. $\sigma_t - \sigma_r - r \frac{d\sigma_r}{dr} = 0$</p> <p>c. $\sigma_t - \sigma_r + r \frac{d\sigma_r}{dr} = 0$</p>

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля), табл.1;

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для курса 3/5 и 4/7

<p>ОПК-1. Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания</p>	<p>Выполнение РГР</p>
--	------------------------------

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Александров, Д.В. Введение в гидродинамику : учебное пособие / Д.В. Александров, А.Ю. Зубарев, Л.Ю. Искакова. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. - 112 с. - ISBN 978-5-7996-0785-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239521](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239521)
2. Давыдов, А.П. Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов : монография / А.П. Давыдов, М.А. Валиуллин, О.Р. Каратаев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 109 с. : граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1665-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427856](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427856)
3. Кучер, Н.А. Нестационарные задачи механики вязких сжимаемых сред : монография / Н.А. Кучер ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет», Кафедра социальной психологии и психосоциальных технологий. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 202 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1790-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278481](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278481)
4. Нескоромных, В.В. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ : учебное пособие / В.В. Нескоромных ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 396 с. : табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3157-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435710](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435710)

Дополнительная литература:

1. Ланцош К. Вариационные принципы механики./ К. Ланцош - М: Мир, 1962 г., 401 С.
2. Пуанкаре А. Новые методы небесной механики. / А. Пуанкаре - М: Наука, 1972 г., 999 С
3. Фейнман Р, Лейтон Р, Сэндс М. Физика сплошных сред./ Р. Фейнман, Р.Лейтон, М, Сэндс - М: Мир 1972 г., 289 С

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>

- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
- URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL:
<http://www.consultant.ru/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*
- 3) *Среда Mathematica*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/магистратуры Н-253 оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
 - помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;
 - лабораторию - компьютерный класс
- Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности для курса 3/5 и 4/7

Таблица 1³ - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности ⁴	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	3	4	5		5	6	7		4	5	6	
Лекции			16	16			16	16				
Практические занятия			32	32			24	24				
Лабораторные работы												
Самостоятельная работа			60	60			68	68				
Подготовка к промежуточной аттестации ⁵			36	36			36	36				
Всего часов по дисциплине			144	144			144	144				
/ из них в форме практической подготовки ⁶												

Экзамен			+	+			+	+				
Зачет/оценка												
Курсовая работа (проект)												
Количество расчетно-графических работ			1	1			1	1				
Количество контрольных работ												
Количество рефератов												
Количество эссе												

³ Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МАУ,

⁴ При отсутствии вида учебной деятельности, формы промежуточной аттестации и текущего контроля соответствующая строка может быть удалена

⁵ Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения - 36 часов, для экзамена заочной формы обучения - 9 часов, для зачета заочной формы обучения - 4 часа.

⁶ Организуется при реализации учебных дисциплин (модулей) путем проведения практических занятий, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для курса 3/5 и 4/7 экзаменационные вопросы

1. Установить связь декартовой системы с цилиндрической системой координат
2. Установить связь декартовой системы с сферической системой координат
3. Принцип наименьшего действия А. Пуанкаре. Привести формулу
- 4 История возникновения обобщенных координат
5. Обобщенные координаты, нарисовать график и показать взаимосвязь с x, y, z
6. Обобщенные скорости, показать взаимосвязь скорости и обобщенной скорости
7. Обобщенные силы, график и показать взаимосвязь сил и частиц (5 частиц-тел)
8. Обобщенные координаты и вывод что скорость $V=const$ по Ландау-Лившицу к какому закону свел
9. Связь Д.тер. Хаара и Гамильтона через обобщенную скорость. Уравнение привести
10. Скорость по Д.тер. Хаара через обобщенную скорость и как получить скорость
11. Уравнение Гамильтона по А. Пуанкаре привести уравнение.
12. Уравнение Лагранжа второго порядка. Как свести к первому порядку
13. Зависят ли физические процессы от координат и времени.
14. Уравнение Мопертюи
15. Уравнение живых сил
16. Связь голономная
17. Связь неголономная
18. Связь реономная
19. Связь склеромная.
20. Канонические уравнения динамики по А. Пуанкаре
21. Интеграл действия по А. Пуанкаре
22. Интеграл Действие по Мопертюи
23. Уравнение Лагранжа в случае голономных связей
24. Уравнение Лагранжа в случае консервативных сил.
25. Каноническме уравнения движения Гамильтона.
26. Инвариантность. Точка зрения Аристотеля.
27. Инвариантность. Точка зрения Н. Орема
28. Инвариантность. Точка зрения Галилея
29. Инвариантность. Точка зрения А. Пуанкаре.
30. Точка зрения Ланцоша на обобщенную координату.

Перечень практических занятий по формам обучения⁷ для курса 3/5

п/п	Темы практических занятий
1	Инвариантность Цилиндр и Сферические ; Единичные функции Эрмита
2	ПНД А.Пуанкаре. Исходные данные для расчета
3	Расчет по А. Пуанкаре Исходные данные к обобщенным координатам
4	Обобщенные координаты и представление скорости
	Д.тер Хаар и А. Пуанкаре

⁷ Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

5	
6	Математика Мопертюи
7	Принцип наименьшего действия Гамильтон
8	Переход от координат Эйлера к координатам Лагранжа
9	Анализ Расчета Морпетюи
10	Функция $u(x,t)$
11	Действие по Гамильтону и связь с уравнением Д.тер. Хаара
12	Оценка времени при прохождении цементной пачки по ОК
13	Оценка времени при прохождении цементной пачки по КЗП
14	Расчет напряжения через функцию Эри
15	Расчет деформации и перемещения по закону Гука
16	Прогноз осложнения на основе А.Пуанкаре с целью уменьшения риска

Перечень практических занятий по формам обучения⁸ для курса 4/7

п/п	Темы практических занятий
1	Инвариантность Цилиндр и Сферические ; Единичные функции Эрмита
2	ПНД А.Пуанкаре. Исходные данные для расчета
3	Расчет по А. Пуанкаре Исходные данные к обобщенным координатам
4	Обобщенные координаты и представление скорости
5	Д.тер Хаар и Пуанкаре
6	Математика Мопертюи
7	Принцип наименьшего действия Гамильтон
8	Переход от координат Эйлера к координатам Лагранжа
9	Анализ Расчета Морпетюи
10	Функция $u(x,t)$
11	Действие по Гамильтону и связь с уравнением Д.тер. Хаара

⁸ Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

