

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНИЦТ

Р.Р. Даминев

(подпись)

29.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

(51398) Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли

Направление подготовки (специальность): **15.04.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность: **магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **очная;**

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: **Технологические машины и оборудование (ТМО);**

Трудоемкость дисциплины: **4 з.е. (144 час)**

Уфа 2023

Рабочую программу дисциплины разработал(и):

_____ Бердин В.К., доцент, канд. техн. наук

Рецензент

_____ Гафарова В.А., доцент, канд. техн. наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование (ТМО);, обеспечивающей преподавание дисциплины 18.05.2023, протокол №8.

Заведующий кафедрой

Технологические машины и оборудование (ТМО)_____ С.В. Чертовских

Технологические машины и оборудование (ТМО)_____ И.Р. Кузеев

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО_____ И.Р. Кузеев

Год приема 2023 г.

Рабочая программа зарегистрирована 08.06.2023 № 6 в ОПЛА и внесена в электронную базу данных

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины (исходя из формирования этапов по компетенциям): Планирование и организация производства; Реверсивное моделирование на всех этапах жизненного цикла; Синергетика-парадигма современной науки

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Научные дискуссии; Современные системы управления надежностью предприятия; Технологическая (проектно-технологическая) практика; Технологическое предпринимательство

Блок: Блок 1. Дисциплины (модули);

Обязательная или часть, формируемая участниками образовательных отношений (в том числе элективные дисциплины): Часть, формируемая участниками образовательных отношений;

Форма обучения: очная

Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежу- точной аттестации
	Зачет- ные едини- цы	Часы			
		Общая	В том числе		
			контакт- ная	СРО	
2	4	144	46	98	диф.зачет;
ИТОГО:	4	144	46	98	

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции	Шифр/ индекс компетен- ции
1	Способен разрабатывать эффективные решения для интенсификации производства и для повышения качества работы	ПК-1- ИНИЦТ-23- 2

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ПК-1-ИНИЦТ-23	ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	З(ПК-1- ИНИЦТ- 23)	Знать: этапы жизненного цикла объекта; нормативно-техническую документацию, ЕСКД; основные причины

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			отказа оборудования; основные методы для определения физико-механических свойств материалов; основные методы исследования технологических машин и оборудования.
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)	Уметь: выбирать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных целей; разрабатывать конструкторскую документацию согласно ЕСКД; разрабатывать мероприятия по повышению надежности оборудования; выбирать методики испытаний и испытательное оборудование; анализировать результаты экспериментов
		В(ПК-1-ИНИЦТ-23)	Владеть: методами управления проектом на всех этапах его жизненного цикла; методами проведения опытно-конструкторских работ; методиками обеспечения производственной и экологической безопасности на объектах и сооружениях производственного комплекса; методами стандартных испытаний для определения физико-механических свойств материалов; методиками проведения экспериментов

3. Структура дисциплины

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость (всего и по семестрам, в часах)

Форма обучения: очная

Вид учебной работы	Всего и по семестрам , часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контактная работа, всего в том числе:	46		46										
лекции (всего)	14		14										
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	6		6										
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	24		24										
контролируемая самостоятельная работа (защита курсового проекта, курсовой работы и др. работ (при наличии))	0												
-в т.ч. лабораторные работы on-line курс	0												
иная контактная работа (сдача зачета, экзамена, консультации)	2		2										
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	98		98										
выполнение и подготовка к защите курсового проекта или курсовой работы	0												
выполнение и подготовка к защите РГР работы, реферата, патентных исследований, аналитических исследований и т.п	0												
изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	30		30										
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	61		61										
подготовка к сдаче зачета, экзамена	7		7										
иные виды работ обучающегося (при наличии)	0												
освоение on-line курса	0												
самостоятельная проектная деятельность (СПД)	0												
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	144		144										

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий (в часах)

Форма обучения: очная

(раздела)Номер темы	Название темы (раздела)	Семестр	Трудоемкость, часы					Шифр результата обучения
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
1	Определение предмета и его задачи	2	2			18	20	З(ПК-1-ИНИЦТ-23) У(ПК-1-ИНИЦТ-23) В(ПК-1-ИНИЦТ-23)
2	Обзор основных положений механики деформируемого тела	2	2	2	2	18	24	З(ПК-1-ИНИЦТ-23) У(ПК-1-ИНИЦТ-23) В(ПК-1-ИНИЦТ-23)
3	Обзор основных положений конечно-элементного анализа	2	2		2	20	24	З(ПК-1-ИНИЦТ-23) У(ПК-1-ИНИЦТ-23) В(ПК-1-ИНИЦТ-23)
4	Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	2	4	2	4	20	30	З(ПК-1-ИНИЦТ-23) У(ПК-1-ИНИЦТ-23) В(ПК-1-ИНИЦТ-23)
5	Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	2	4	2	16	22	44	З(ПК-1-ИНИЦТ-23) У(ПК-1-ИНИЦТ-23) В(ПК-1-ИНИЦТ-23)

Номер темы	Назва- ние	Семес- тр	Трудоемкость, часы					Шифр ре-
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
	ИТОГО:		14	6	24	98	142	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Определение пред- мета и его задачи	Введение. Опре- деление предме- та и его задачи. Содержание курса лекций и практических работ. Истори- ческая справка. Обзор основных положений ме- ханики дефор- мируемого тела. Напряженное состояние. Введение. Опре- деление предме- та и его задачи. Содержание кур- са лекций и прак- тических работ. Историческая справка. Обзор основных поло- жений механики деформируемого тела. Напряжен- ное состояние.	2		
2	2-Обзор основных положений механики деформируемого тела	Деформирован- ное состояние. Связь напря- женного и де- формированно- го состояний. Деформирован- ное состояние. Связь напряжен- ного и дефор- мированного со- стояний.	2		
3	3-Обзор основных положений конечно- элементного анализа	Обзор основных положений ко- нечно - элемент- ного анализа. Элементы мат- ричной алге- бры. Матричная форма записи	2		

		основных соотношений теорий упругости. Идея и область применения метода конечных элементов. Обзор основных положений конечно - элементного анализа. Элементы матричной алгебры. Матричная форма записи основных соотношений теорий упругости. Идея и область применения метода конечных элементов.			
4	4-Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	Структура и основные процедуры программного продукта. Обзор раздела. Запуск программы. Структура и основные процедуры программного продукта. Обзор раздела. Запуск программы.	2		
5	4-Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	Графический пользовательский интерфейс. Как получить помощь. Препроцессор. Решатель. Основной постпроцессор. Графический постпроцессор. Выход из программы. Графический пользовательский интерфейс. Как получить помощь. Препроцессор. Решатель. Основной постпроцессор. Графический постпроцессор. Выход из программы.	2		
6	5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	Решение линейных задач в среде ABAQUS	2		

		6.5-1(Учебная версия). Решение линейных задач в среде ABAQUS 6.5-1(Учебная версия).			
7	5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	Решение нелинейных задач в среде ABAQUS 6.5-1(Учебная версия). Решение нелинейных задач в среде ABAQUS 6.5-1(Учебная версия).	2		
	-	ИТОГО:	14		

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
2-Обзор основных положений механики деформируемого тела	1	Основные положения теории напряжений. Основные положения теории напряжений.	2		
3-Обзор основных положений конечно-элементного анализа	2	Основное положение теории деформаций Основное положение теории деформаций	2		
4-Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	3	Общее знакомство с программным продуктом ABAQUS 6.5-1 (Учебная версия), структура кода и основные модули. Создание модели. Получение решения. Обзор результатов. Общее знакомство с программным про-	4		

		дуктом ABAQUS 6.5-1 (Учебная версия), структура кода и основные модули. Создание модели. Получение решения. Обзор результатов.			
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	4	Решение статической задачи нагружения ферменной конструкции сосредоточенной силой. Определение эпюры распределения напряжений и деформаций. Решение статической задачи нагружения ферменной конструкции сосредоточенной силой. Определение эпюры распределения напряжений и деформаций.	2		
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	5	Решение динамической задачи нагружения ферменной конструкции сосредоточенной силой. Определение частотных характеристик колебания ферменной конструкции. Решение динамической задачи нагружения ферменной конструкции сосредоточенной силой. Определение частотных характеристик колебания ферменной конструкции.	2		
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	6	Решение нелинейных задач	2		

		геометрическая нелинейность, нелинейность материала. Решение нелинейных задач геометрическая нелинейность, нелинейность материала.			
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	7	Решение задачи одноосного растяжения и сжатия цилиндрического образца в осесимметричной постановке с использованием модели упруго-пластического поведения материала. Решение задачи одноосного растяжения и сжатия цилиндрического образца в осесимметричной постановке с использованием модели упруго-пластического поведения материала.	4		
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	8	Определение напряженного и деформированного состояния баллона под внутренним давлением. Определение напряженного и деформированного состояния баллона под внутренним давлением.	4		
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	9	Анализ результатов решения. Экспорт результатов решения в другие программы. Оформление отчета решения задач.	2		

		Анализ результатов решения. Экспорт результатов решения в другие программы. Оформление отчета решения задач.			
-		ИТОГО:	24		

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
2-Обзор основных положений механики деформируемого тела	1	Элементы матричной алгебры. Матричная форма записи основных соотношений теорий упругости в плосконапряженном и плоско деформированном представлении. Элементы матричной алгебры. Матричная форма записи основных соотношений теорий упругости в плосконапряженном и плоско деформированном представлении.	2		
4-Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	2	Решение задачи деформации плоской пластины с отверстием Решение задачи деформации плоской пластины с отверстием	2		
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	3	Матрица жесткости. Явный и неяв-	2		

		ный метод решения дифференциальных уравнений. Матрица жесткости. Явный и неявный метод решения дифференциальных уравнений.			
-		ИТОГО:	6		

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Определение предмета и его задачи	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12		
1-Определение предмета и его задачи	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	6		
2-Обзор основных положений механики деформируемого тела	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12		
2-Обзор основных положений механики деформируемого тела	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	6		
3-Обзор основных положений конечно-элементного анализа	подготовка к сдаче зачета, экзамена	2		
3-Обзор основных положений конечно-элементного анализа	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12		
3-Обзор основных положений конечно-элементного анализа	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	6		
4-Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	подготовка к сдаче зачета, экзамена	2		

4-Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	12		
4-Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	6		
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	подготовка к сдаче зачета, экзамена	3		
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	13		
5-Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	6		
-	ИТОГО:	98		

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Определение предмета и его задачи

Историческая справка

Раздел 2. Обзор основных положений механики деформируемого тела

Напряженное состояние. Деформированное состояние. Связь напряженного и деформированного состояний.

Раздел 3. Обзор основных положений конечно-элементного анализа

Элементы матричной алгебры. Матричная форма записи основных соотношений теорий упругости. Идея и область применения метода конечных элементов.

Раздел 4. Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули

ABAQUS-программный продукт, особенности, преимущества. Явный и неявный методы решения задач структурного анализа в программном комплексе ABAQUS.

Раздел 5. Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS

Создание модели. Получение решения. Обзор результатов. Анализ результатов решения задач.

5. Формы текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации

Перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен Фонде оценочных средств (приложение Б).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Сведения об обеспеченности дисциплины основной, дополнительной и учебно-методической литературой приведены в формах № 1-УЛ и № 2-УЛ (приложение А).

6.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины

Названия современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, рекомендуемых для освоения дисциплины	Ссылки на официальные сайты
ЭБС Лань	https://e.lanbook.com/
Электронная библиотека УГНТУ	http://www.bibl.rusoil.net
Электронный каталог УГНТУ	http://www.bibl.rusoil.net/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Перечень специальных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр., используемых при реализации дисциплины с перечнем основного оборудования

№ пп.	Номер помещения	Оснащенность помещения (перечень основного оборудования)	Наименование помещения
1	1-420в	Компьютер Intel Core 2 Duo E8200(1);Компьютер WIN i3-550(2);Компьютер персональный i3-4170/21,5" PHILIPS 226V4LAB(1);МФУ hp Laser Jet Pro M1536dnf<CE538A>A4(1);Монитор 19" Acer(1);Монитор ASUS VA24DQ Black 23,8", шт(3);Сервисное устройство для очистки Katun 3 м(1);Системный блок CRONA:i7 11700/DDR4 2*16GB/SSD 250Gb Samsung/HDD 1Tb/600W(3);Шкаф(ы) для хранения	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
2	3-201	Защитная RFID Система LSG405HF(1);Компьютер i3-2120(1);Компьютер i3-3220 K1 BenQ 21,5"(3);Компьютер i3-3240 21.5" Acer(2);Компьютер ПК НИКС\i3-4170\21.5"(1);Компьютер персональный-неттоп Celeron J1900/4Gb(1);Контрольно-кассовая машина Пионер 114Ф с ФН(1);МФУ hp Laser Jet Pro M1132<CE847A>A4(1);МФУ hp LaserJet Pro M1132<CE847A>(A4 принтер+сканер+копир)(1);Монитор Beng(1);Принтер Laser Jet 1020(1);Сканер Plustek Optic Book 4800(1);Универсальная RFID станция книговыдачи/программирования меток(3);Чековый принтер АТОЛ RP-326-USE черный Rev.6(3);Ящик каталожный 40 ячеек(5);Доступ к электронной информационно-образовательной среде (Корпоративная информационная система УГНТУ); Доступ в интернет;	Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
3	7-410	Компьютер Pentium-4(2);Маршрутизатор(1);Монитор 21,5" BENQ(3);Монитор 21,5 BenQ(3);Проектор BenQ Projector MW512(1);Системный блок Core i5 2400(2);Системный блок C4/i3-2120(1);Экран Projecta SlimScreen(1);Экран Projecta SlimScreen (180*180 см)(1);монитор Samsung 17" 710N(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций
4	7-417	Авт.рабочее мест(тип 2)(сист.блок Кламас,мониторАОС,клавиатура+мышьMicrosoft)(4);Интерактивная доска SMART Board 680iv(1);Монитор 21,5" BENQ(3);Монитор 21,5 BenQ(11);Принтер hp Laser Jet P2014 <CB450A> A4(1);Системный блок Core i5 2400(12);Стол для заседаний(4);Стол письменный(11);Столы, стулья	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемых в учебном процессе при освоении дисциплины

№ пп.	Наименование ПО	Лицензионная чистота (реквизиты лицензии, свидетельства о гос. регистрации и т.п., срок действия)
1	ABAQUS Research Edition (MAXI)	Дата выдачи лицензии 15.10.2007, Поставщик: ООО "Тесис" договор № TES-101/2007-SR
2	ANSYS Academic	Дата выдачи лицензии 30.12.2016
3	Microsoft Office	Дата выдачи лицензии 24.09.2018, Поставщик: ООО "Софтлайн Проекты"
4	Антивирус Kaspersky	Дата выдачи лицензии 27.10.2010
5	КОМПАС 3D v18	Дата выдачи лицензии 28.11.2018, Поставщик: ООО "Аскон-Уфа"

8. Организация обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по данной образовательной программе, разрабатывается индивидуальная программа освоения дисциплины с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Приложение А

Форма № УЛ-1

СВЕДЕНИЯ

об обеспеченности дисциплины основной и дополнительной учебной литературой

Наименование дисциплины: (51398)(51398)Цифровые двойники объектов нефтегазовой отраслиНаправление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудованиеНаправленность: магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»Форма обучения: очная;Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Тип	Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.	Адрес нахождения электронного	Кoeffициент
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для изучения теории;	2			Мазитова, А. К. Теоретические и экспериментальные методы научных исследований : учебное пособие / А. К. Мазитова, А. Р. Маскова, Г. К. Аминова ; УГНТУ, каф. ПЕД. - Уфа : УГНТУ, 2020. - 1,66 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/PED/Mazitova10.pdf . - Текст : электронный.	1	http://bibl.rusoil.net	1.00

Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой

Составил:

Бердин В.К., доцент, канд. техн. наук

Год приема 2023 г.

СВЕДЕНИЯ**об обеспеченности дисциплины учебно-методическими изданиями**

Наименование дисциплины: (51398)(51398)Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Форма обучения очная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного	Коэффициент
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе в др.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения СРО;	2			Теоретические и экспериментальные методы научных исследований : учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы / УГНТУ, Октябр. фил., каф. РР-НГМ ; сост. Г. Р. Измайлова. - Уфа : УГНТУ, 2021. - 683 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/Oktyabrskii/Izmailova12490.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения лабораторных работ; Для выполнения практических занятий;	2			Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных, практических работ по дисциплине "Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. В. К. Бердин. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 465,16 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Berdin17087.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 6,7 и 9 - библиотекой								

Составил:

_____ Бердин В.К., доцент, канд. техн. наук

Год приема 2023 г.

Приложение Б

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНИЦТ

_____ Р.Р. Даминев

29.06.2023

**Фонд оценочных средств по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
(51398) Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли**

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Трудоемкость дисциплины: 4 з.е. (144час)

Уфа 2023

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разработал (и):

_____ Бердин В.К., доцент, канд. техн. наук

—
Рецензент

_____ Гафарова В.А., доцент, канд. техн. наук

—
ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Технологические машины и оборудование (ТМО);, обеспечивающей преподавание дисциплины 18.05.2023, протокол №8.

Заведующий кафедрой Технологические машины и оборудование (ТМО); _____ И.Р. Кузеев

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев

Год приема 2023 г.

ФОС по текущей успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине
зарегистрирован 08.06.2023 № 6 в отделе МСОП и внесен в электронную базу данных

1. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Шифр результата обучения	Результат обучения	Индикатор достижения компетенций	Показатели достижения результатов освоения компетенций	Вид оценочного средства
1	Определение предмета и его задачи	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)	этапы жизненного цикла объекта; нормативно-техническую документацию, ЕСКД; основные причины отказа оборудования; основные методы для определения физико-механических свойств материалов; основные методы исследования технологических машин и оборудования.	ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Составляет проекты по управлению проектом на всех этапах жизненного цикла проекта	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
		З(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Называет основные этапы жизненного цикла	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Строит зависимости возможности достижения намеченных целей от выбора альтернативных вариантов проектов	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Реферат
4	Обзор основных положений механики деформируемого тела	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машино-	Анализирует причины аварий. Решает задачи повышения экологиче-	Лабораторная работа

			строения	ской безопасности на объектах	Письменный и устный опрос
		З(ПК-1-ИНИЦТ-23)	ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Называет основные причины отказа оборудования. Называет основные мероприятия по повышению экологической безопасности на объектах	Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)	ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Строит зависимости последствий аварий от их причин. Анализирует методы повышения надежности оборудования	Письменный и устный опрос Реферат
7	Обзор основных положений конечно-элементного анализа	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)	ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Решает задачи подбора подходящего оборудования для определения необходимых свойств материалов. Проводит испытания для определения твердости материала. Демонстрирует навыки владения ГО-СТами на проведения испытаний для определения физико-механических характеристик материалов	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
		З(ПК-1-ИНИЦТ-23)	ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машино-	Называет основное оборудование для определения физико-	Письменный и устный

				строения	механических свойств материалов. Называет основные методы определения физико-механических свойств материалов. Приводит примеры основных конструктивных элементов оборудования	опрос
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Сопоставляет различные методики и испытательное оборудование. Анализирует области применения методов испытаний. Поясняет методы определения технических характеристик.	Письменный и устный опрос Реферат
		В(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Разрабатывает план внедрения новой техники и технологии. Разрабатывает конструкторскую документацию. Разрабатывает чертежи.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
10	Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули	З(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Перечисляет основные этапы внедрения новой техники и технологии. Дает определение проектной, конструкторской и технической дисциплины. Называет основные виды нормативно-технической до-	Письменный и устный опрос Тест

					кументации.	
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Строит зависимости необходимых условий от возможностей при разработке новой техники. Анализирует нормативно-техническую документацию. Поясняет чертежи деталей оборудования.	Письменный и устный опрос Реферат
13	Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Разрабатывает математические модели исследуемых машин. Выполняет эксперименты по заданной тематике.	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
		З(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Называет основные физические и математические модели исследуемых машин. Перечисляет этапы проведения экспериментов.	Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения	Сопоставляет результаты экспериментов, проведенных на физической и математической модели исследуемых машин. Анализирует результаты проведенных экспериментов.	Письменный и устный опрос Реферат

2. Перечень оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

п/п	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Шкала оценки
1	2	3	4	5
1	Лабораторная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по лабораторным исследованиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ; вопросы и требования к их защите	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если студент показал всестороннее и глубокое знание и владение изучаемой темой, работа выполнена полностью, выводы соответствуют целям работы. Провел необходимые исследования, усвоил рекомендованную литературу, проявил творческие способности в понимании, изложении и применении учебного материала. Работу выполнил на высоком научном и техническом уровне. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если студент показал хорошее знание и владение изучаемой темой, работа выполнена, выводы соответствуют целям работы. Провел необходимые исследования, на достаточном уровне усвоил рекомендованную литературу, проявил творческие способности в понимании, изложении и применении учебного материала. Работу выполнил на достаточном научном и техническом уровне. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если студент показал частичное знание и владение изучаемой темой, работа выполнена частично, выводы соответствуют целям работы, но имеются ошибки. Студент провел необходимые исследования, частично усвоил рекомендованную литературу, слабо проявил творческие способности в понимании, изложении и применении учебного материала. Работу выполнил на низком научном и техническом уровне. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если студент не показал всестороннее и глубокое знание и владение изучаемой темой, работа не выполнена, выводы не соответствуют целям работы. Не провел необходимые исследования, не усвоил рекомендованную литературу, не проявил творческие способности в понимании, изложении и применении учебного материала.
2	Письменный и устный опрос	Оценочное средство для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Позволяет выявить и восполнить пробелы в знаниях; повторить, закрепить, систематизировать материал; оценить знания, умения, теоретические и прак-	Совокупность вопросов, заданий, упражнений, тестов для выполнения контрольных работ, домашних заданий, РГР и иных учебных работ. Комплект билетов для текущей и промежуточной аттестации	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если демонстрирует сформированность дисциплинарной компетенции на итоговом уровне. Знает методы проведения анализа научных данных, разработки планов, а так же сбора и классификации научных данных, этапы развития новых проектов. Умеет осуществлять разработку планов, проводить анализ научных данных с целью защиты интеллектуальной деятельности, проводить анализ применения альтернативных вариантов при разработке новых проектов. Владеет навыками анализа данных проведенных научных исследований, экспе-

		тические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)		риментов и наблюдений, навыками разработки нестандартных решений при разработке проектов. Логично и аргументировано отвечает на дополнительные вопросы и умеет решать типовые задачи. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если демонстрирует сформированность дисциплинарной компетенции на хорошем уровне. Знает основные методы проведения анализа научных данных, разработки планов, а так же сбора и классификации научных данных, некоторые этапы развития новых проектов. Умеет осуществлять разработку основных планов, проводить анализ базовых научных данных с целью защиты интеллектуальной деятельности, проводить анализ применения альтернативных вариантов при разработке новых проектов. Владеет некоторыми навыками проведения анализа данных проведенных научных исследований, экспериментов и наблюдений, навыками разработки базовых нестандартных решений при разработке проектов. Отвечает на дополнительные вопросы и умеет решать типовые задачи, но допускает незначительные неточности. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если демонстрирует сформированность дисциплинарной компетенции на удовлетворительном уровне. Знает базовые методы проведения анализа научных данных, разработки планов, а так же сбора и классификации научных данных, некоторые этапы развития новых проектов. Умеет частично осуществлять разработку планов, проводить анализ научных данных с целью защиты интеллектуальной деятельности, частично проводить анализ применения альтернативных вариантов при разработке новых проектов. Владеет некоторыми навыками анализа данных проведенных научных исследований, экспериментов и наблюдений, навыками разработки нестандартных решений при разработке проектов. Отвечает на дополнительные вопросы и умеет решать типовые задачи, однако допускает ошибки. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если не демонстрирует сформированность дисциплинарной компетенции на итоговом уровне. Не знает методы проведения анализа научных данных, разработки планов, а так же сбора и классификации научных данных, этапы развития новых проектов. Не умеет осуществлять разработку планов, проводить анализ научных данных с целью защиты интеллектуальной деятельности, не может проводить анализ применения альтернативных вариантов при разработке новых проектов. Не владеет навыками анализа данных проведенных научных исследований, экспериментов и наблюдений, навыками разработки нестандартных решений при разработке проектов. Не может ответить на дополнительные вопросы и
--	--	--	--	---

				не умеет решать типовые задачи.
3	Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов, требования к их защите	оценка «<i>отлично</i>» выставляется обучающемуся, если студент показал всестороннее и глубокое знание изучаемой темы, усвоил рекомендованную литературу, проявил творческие способности в понимании, изложении и применении учебного материала. оценка «<i>хорошо</i>» выставляется обучающемуся, если студент показал хорошее, всестороннее знание изучаемой темы, усвоил рекомендованную литературу, проявил хорошие творческие способности в понимании, изложении и применении учебного материала. оценка «<i>удовлетворительно</i>» выставляется обучающемуся, если студент показал частичное знание изучаемой темы, усвоил, на некотором уровне, рекомендованную литературу, проявил слабые творческие способности в понимании, изложении и применении учебного материала. оценка «<i>неудовлетворительно</i>» выставляется обучающемуся, если студент не показал всестороннее и глубокое знание изучаемой темы, не усвоил рекомендованную литературу, не проявил творческие способности в понимании, изложении и применении учебного материала.
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий.	оценка «<i>отлично</i>» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов составляет 85% и более процентов. оценка «<i>хорошо</i>» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов составляет 84%-75%. оценка «<i>удовлетворительно</i>» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов составляет 74%-65%. оценка «<i>неудовлетворительно</i>» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов составляет 64% и ниже.

Приложение В

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

Письменный и устный опрос.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

1. Напряженное состояние в точке.

Пример письменного ответа: Напряженное состояние в точке – совокупность напряжений, действующих во множестве площадок, проходящих через данную точку.

Исследуя напряженное состояние в данной точке деформируемого тела, в ее окрестностях выделяют бесконечно малый (элементарный) параллелепипед, ребра которого направлены вдоль соответствующих координатных осей.

При действии на тело внешних сил на каждой из граней элементарного параллелепипеда возникают напряжения, которые представляют нормальными и касательными напряжениями – проекциями полных напряжений на координатные оси.

Таким образом, на гранях элементарного параллелепипеда, выделенного в окрестности точки нагруженного тела, действует девять компонентов напряжения. Не все девять компонентов напряжений, действующих на гранях параллелепипеда, независимы (несвязанные друг с другом). В этом легко убедиться, составив уравнения равновесия суммы моментов относительно координатных осей.

2. Скорость деформации.

Пример письменного ответа: Скорость деформации – это изменение деформации (деформации) материала во времени. Скорость деформации в некоторой точке материала измеряет скорость, с которой расстояния соседних участков материала изменяются со временем в окрестности этой точки. Она включает в себя как скорость, с которой материал расширяется или сжимается (скорость расширения), так и скорость, с которой он деформируется прогрессивным сдвигом без изменения своего объема (скорость сдвига).

3. Типы конечных элементов.

Существуют различные типы конечных элементов: балочные (отрезок балки с заданным сечением), оболочечные (треугольник или четырехугольник), твердотельные или объемные (тетраэдр, шестигранный блок, у которого грани могут быть непараллельными и различными по длине).

4. Инварианты тензора напряжения.

5. Схемы напряженного состояния.

6. Тензор напряжения.

7. Тензор деформации.

8. Малая деформация.

9. Инварианты тензора деформации.

10. Геометрическая интерпретация тензора деформации.

11. Частные случаи деформированного состояния.

12. Условие совместности деформации.

13. Схемы деформированного состояния.

14. Большие деформации.

15. Приращение компонентов деформации.

16. Уравнения равновесия.

17. Зависимости между напряжениями и деформациями в пределах упругости.

18. Условия возникновения пластических деформаций.

19. Условие пластичности Хубера – Мизеса.

20. Возникновение пластичности. Условие Треска.
21. Элементы теории трения. Трение по Зибелю
22. Элементы теории трения. Трение по Кулону.
23. Основные положения конечно - элементного анализа.
24. Основные этапы решения задач методом конечных элементов.
25. Графическое представление тензора напряжения.
26. Особенности этапа построения сетки конечных элементов.
27. Граничные условия при решении задач методом конечных элементов.
28. Точность результатов решения задач методом конечных элементов.
29. Матрица жесткости линейного упругого элемента.
30. Матрица жесткости стержневого элемента.
31. Конечно - элементный код ABAQUS. Особенности и область применения.
32. Структура интерфейса конечно - элементного кода ABAQUS.

Реферат.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Правила оформления реферата

Страницы текста и приложений должны соответствовать формату А4 (210 x 297). Выполнение реферата осуществляется машинописным способом на одной стороне листа белой бумаги через 1,5 интервала. Высота букв и цифр должна быть не менее 1,8мм (Обычно шрифт 14 Time New Roman с полуторным интервалом). На странице должно быть около 1800 знаков, включая пробелы и знаки препинания, т.е. 57-60 знаков в строке, 28-30 строк на странице.

Текст реферата следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 15 мм, нижнее – не менее 20 мм. При написании реферата необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения, линии, буквы, цифры и знаки должны быть четкими, одинаковой плотности по всему тексту. Заголовки структурных элементов реферата и разделов основной части следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая. От текста заголовков отделяют сверху и снизу тремя интервалами. Заголовки подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать с прописной буквы вразрядку, не подчеркивая без точки в конце. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками.

Переносы слов в заголовках не допускаются.

Страницы реферата должны быть пронумерованы, при этом на титульном листе номер страницы не ставится. Рекомендуемый объем реферата не менее 15-20 страниц.

Страницы реферата должны быть скомпонованы в следующем порядке:

Титульный лист;

Оглавление;

Введение (обосновывается выбор данной темы и ее актуальность, а также цель работы);

Основная часть (предполагает наличие системного изложения материала и тезисов, посвященных разработке проблемы);

Заключение (выводы излагаются в логической форме);

Список используемой литературы (не менее 15 литературных источников);

Приложение (если таковое имеется).

Листы реферата должны быть скреплены надлежащим образом. Допускаются брошюровка, скрепление скоросшивателем, использование папок с файлами и т.д.

Реферат должен быть аккуратно оформлен. Приветствуется творческий подход при написании реферата (наличие иллюстраций, приложений и т.д.).

темы рефератов:

- 1 Метод конечных элементов, основные положения.
- 2 Метод конечных элементов, области применения.

- 3 АBAQUS-программный продукт, особенности, преимущества.
- 4 Явный и неявный методы решения задач структурного анализа в программном комплексе АBAQUS.
- 5 Ферменная конструкция. Статическое нагружение. Определение распределения эпюр напряжения и деформации.
- 6 Ферменная конструкция. Динамическая постановка. Определение $U_x=f(t)$ и $U_y=f(t)$ в точке приложения нагрузки F_y .
- 7 Изгиб консольно закрепленной балки сосредоточенной нагрузкой, 2D- постановка. Определение $s_x=f(h)$ в месте заделки.
- 8 Изгиб балки 3D-постановка. Определение $s_i=f(l)$ на верхней и нижней поверхностях балки.
- 9 Растяжение тонкой пластины с отверстием 2D-постановка. Распределения s_i вдоль оси Y в центре пластины.
- 10 Растяжение тонкой пластины с отверстием 2D-постановка. Распределение s_i вдоль оси X в центре пластины.
- 11 Растяжение тонкой пластины с отверстием 3D - постановка. Построение эпюры распределения напряжений s_i в объеме пластины.
- 12 Одноосное растяжение цилиндрического образца. Упруго-пластическая деформация. Построение эпюры распределения напряжений s_i в объеме образца.
- 13 Одноосное растяжение цилиндрического образца. Упруго - пластическая деформация. Построение зависимости $s_i = f(e_i)$ в центральной точке образца.
- 14 Одноосное сжатие цилиндрического образца. Упруго - пластическая деформация. Построение эпюры распределения напряжений s_i в объеме образца.
- 15 Тонкостенный баллон под внутренним давлением. Построение эпюры распределения напряжений s_i в объеме образца.
- 16 Тонкостенный баллон под внутренним давлением. Построение эпюры распределения напряжений вдоль образующей баллона.
- 17 Элемент отвода под внутренним давлением. Определение максимальных значений интенсивности напряжения и деформации.
- 18 Элемент трубопровода с продольным дефектом на внутренней поверхности под внутренним давлением.
- 19 Элемент трубопровода с кольцевым дефектом на внутренней поверхности под внутренним давлением.
- 20 Сферический баллон со штуцером под внутренним давлением. Определение распределение напряжений на внутренней поверхности баллона.

Тест.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

1. Общепринятое международное обозначение систем, предназначенных для проведения различных видов инженерного анализа деталей и машин, расчетов на прочность, теплопроводность и т.д.:

Ответы:

- CAE (правильный ответ)
- CAD
- CAM
- FEM

2. Какой метод является основным методом расчета конструкций?

Ответы:

- МКЭ (правильный ответ)
- Сопромат
- Детали машин

- ТММ

3. В чем заключается суть метода конечно-элементного анализа?

Ответы:

- представление геометрии любого твердого тела в виде совокупности элементов простейшей формы: линейной; треугольной; четырехугольной и др. (правильный ответ)
- установление взаимосвязи напряжений и деформаций
- определения зависимости напряжений от перемещений
- определение зависимости перемещений от внешних нагрузок

4. Укажите основные группы программ инженерного анализа.

Ответы:

- все из представленных (правильный ответ)
- программные системы проектирования
- универсальные программы анализа
- специализированные программы анализа

5. Укажите универсальные программные продукты.

Ответы:

- ABAQUS (правильный ответ)
- ANSYS WB
- DYNA
- NASTRAN

6. Укажите специализированные программные продукты.

Ответы:

- все из представленных (правильный ответ)
- MSC Superforge
- DEFORM
- QFORM

7. Укажите интегрированные САПР, имеющие в своем составе модуль инженерного анализа.

Ответы:

- все из представленных (правильный ответ)
- UnigraphicsNX
- Solid Work
- Компас

8. Имеют ли универсальные программы анализа собственные средства построения геометрической модели?

Ответы:

- да (правильный ответ)
- нет
- не все
- очень простые

9. Зависит ли выбор порядка конечного элемента от вида инженерного анализа?

Ответы:

- да (правильный ответ)
- нет
- не всегда
- зависит от формы конечного элемента

10. Что представляет собой сеточная модель?

Ответы:

- совокупность узлов и элементов, которая накладывается на расчетную геометрическую модель (правильный ответ)
- совокупность узлов и элементов, которая накладывается на всю геометрическую модель
- совокупность узлов, и элементов
- совокупность элементов

Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Лабораторная работа.

Перечень вопросов (задач, заданий, тем, комплекта тестовых заданий):

Отчет по лабораторной работе должен содержать титульный лист (название учебной дисциплины, лабораторной работы, номер работы, фамилию, имя, отчество магистранта, номер группы, дату), полное изложение цели работы, задачи, схему процесса или метода, методику выполнения работы, обработку экспериментальных данных, результаты и выводы.

Лабораторная работа 1. Основные положения теории напряжений.

Лабораторная работа 2. Основное положение теории деформаций.

Лабораторная работа 3. Общее знакомство с программным продуктом ABAQUS 6.5-1 (Учебная версия), структура кода и основные модули. Создание модели. Получение решения. Обзор результатов.

Лабораторная работа 4. Решение статической задачи нагружения ферменной конструкции сосредоточенной силой. Определение эпюры распределения напряжений и деформаций.

Лабораторная работа 5. Решение динамической задачи нагружения ферменной конструкции сосредоточенной силой. Определение частотных характеристик колебания ферменной конструкции.

Лабораторная работа 6. Решение нелинейных задач геометрическая нелинейность, нелинейность материала.

Лабораторная работа 7. Решение задачи одноосного растяжения и сжатия цилиндрического образца в осесимметричной постановке с использованием модели упруго-пластического поведения материала.

Лабораторная работа 8. Определение напряженного и деформированного состояния баллона под внутренним давлением.

Лабораторная работа 9. Анализ результатов решения. Экспорт результатов решения в другие программы. Оформление отчета решения задач.

Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных, практических работ по дисциплине "Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. В. К. Бердин. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 465,16 Кб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Berdin17087.pdf. - Текст : электронный.

Аннотация к рабочей программе дисциплины (51398)Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли

Направление подготовки (специальность): 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: магистерская программа «Эксплуатация и обеспечение надежности объектов нефтегазовой отрасли»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная;

Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины: Технологические машины и оборудование (ТМО);

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1-ИНИЦТ-23 Способен разрабатывать эффективные решения для интенсификации производства и для повышения качества работы:

-ПК-1.6 Способен создавать цифровые двойники продукции машиностроения

Результат обучения

Знать:

ПК-1-ИНИЦТ-23-2 этапы жизненного цикла объекта; нормативно-техническую документацию, ЕСКД; основные причины отказа оборудования; основные методы для определения физико-механических свойств материалов; основные методы исследования технологических машин и оборудования.

Уметь:

ПК-1-ИНИЦТ-23-2 выбирать альтернативные варианты проектов для достижения намеченных целей; разрабатывать конструкторскую документацию согласно ЕСКД; разрабатывать мероприятия по повышению надежности оборудования; выбирать методики испытаний и испытательное оборудование; анализировать результаты экспериментов

Владеть:

ПК-1-ИНИЦТ-23-2 методами управления проектом на всех этапах его жизненного цикла; методами проведения опытно-конструкторских работ; методиками обеспечения производственной и экологической безопасности на объектах и сооружениях производственного комплекса; методами стандартных испытаний для определения физико-механических свойств материалов; методиками проведения экспериментов

Краткая характеристика дисциплины

Определение предмета и его задачи; Обзор основных положений механики деформируемого тела; Обзор основных положений конечно-элементного анализа; Введение в ABAQUS, структура пакета и основные модули; Решение линейных и нелинейных задач в среде ABAQUS;

Трудоёмкость (з.е. / часы)

4 з.е. (144час)

Вид промежуточной аттестации

диф.зачет;

Разработчик(и):

Бердин В.К., доцент, канд. техн. наук

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев