

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

(51399) Моделирование как метод научного познания

Направление подготовки (специальность): **18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Направленность: **магистерская программа «Проектирование систем защиты нефтегазовых объектов от коррозии»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Форма обучения: **очная;**

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

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

Уфа 2023

Рабочую программу дисциплины разработал(и):

_____ Профессор, д.т.н Р. Р.Тляшева

Рецензент

_____ доцент, к.т.н. Баязитов М.И.

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 МЗК_____ О.Р. Латыпов

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	42	102	диф.зачет;
ИТОГО:	4	144	42	102	

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-1.2 Способен понимать основные положения новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования как качественно иного подхода к созданию глобально конкурентоспособной про-	З(ПК-1-ИНИЦТ-23)	Знать: об основных подходах к определению понятия и термина «цифровой двойник»; об основах разработки,

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
	дукции нового поколения в условиях разворачивающейся IV промышленной революции ПК-1.3 Способен эффективно использовать и использовать тренды развития цифровых моделей изделий		верификации и валидации математических, компьютерных и цифровых моделей; об особенностях обеспечения двусторонних информационных связей цифрового двойника с изделием.
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)	Уметь: формировать многоуровневые системы требований к изделию
		В(ПК-1-ИНИЦТ-23)	Владеть: проводить цифровые (виртуальные) испытания изделия при помощи цифровых (виртуальных) испытательных стендов и полигонов на программно-технологической платформе (цифровой платформе)

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:	42		42										
лекции (всего)	10		10										
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	10		10										
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	20		20										
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,	2		2										

экзамена, консультации)													
проектная деятельность (ПД)	0												
Самостоятельная работа обучающихся (СРО), всего в том числе: (указать конкретный вид СРО)	102		102										
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	65		65										
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	30		30										
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	Подходы к определению понятия «цифровой двойник»	2	4			36	40	З(ПК-1-ИНИЦТ-23)
2	Математическое и компьютерное	2	6	10	16	44	76	З(ПК-1-ИНИЦТ-23) У(ПК-1-ИНИЦТ

Номер темы	Назва- ние	Семес- тр	Трудоемкость, часы					Шифр ре-
			Л	ПЗ	ЛР	СРО	Всего	
	модели- рование							-23) В(ПК-1- ИНИЦТ -23)
3	Верифи- кация и валида- ция	2			4	22	26	В(ПК-1- ИНИЦТ -23)
	ИТОГО:		10	10	20	102	142	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Подходы к определению понятия «цифровой двойник»	Концепция цифровых двойников. Концепция цифровых двойников изделий	2		
2	1-Подходы к определению понятия «цифровой двойник»	Основные подходы к определению понятия «цифровой двойник» Основные подходы к определению понятия «цифровой двойник»	2		
3	2-Математическое и компьютерное моделирование	Математические и компьютерные модели Математические и компьютерные модели	2		
4	2-Математическое и компьютерное моделирование	Мультидисциплинарные модели. Адекватность моделей Мультидисциплинарные модели. Адекватность моделей	2		
5	2-Математическое и компьютерное моделирование	Верификация и валидация моделей. Верификация и валидация программного обеспечения компьютер-	2		

		ного моделирования Верификация и валидация моделей. Верификация и валидация программного обеспечения компьютерного моделирования			
	-	ИТОГО:	10		

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
2-Математическое и компьютерное моделирование	1	Создание цифровой модели оборудования в Компас 3D. Создание твердотельной параметрической модели оборудования	4		
2-Математическое и компьютерное моделирование	2	Создание цифровой модели оборудования в SOLIDWORKS Создание цифровой модели оборудования в SOLIDWORKS	4		
2-Математическое и компьютерное моделирование	3	Топологическая оптимизация в APM FEM. Топологическая оптимизация в APM FEM.	4		
2-Математическое и компьютерное моделирование	4	Расчет гидродинамических параметров технологических потоков конечно-разностным методом Расчет гидродинамических	4		

		ских параметров технологических потоков конечно-разностным методом			
3-Верификация и валидация	5	Оптимизация геометрии оборудования в КОМПАС-3D. Приложение Оптимизация IOSO-K. Оптимизация геометрии оборудования в КОМПАС-3D. Приложение Оптимизация IOSO-K.	4		
-		ИТОГО:	20		

4.4. Перечень практических занятий

Номер раздела	№ ПЗ	Тема практического занятия	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
2-Математическое и компьютерное моделирование	1	Создание цифровой модели в Компас 3Д Создание цифровой модели в Компас 3Д	2		
2-Математическое и компьютерное моделирование	1	Создание цифровой модели в SolidWorks Создание цифровой модели в Компас 3Д	2		
2-Математическое и компьютерное моделирование	3	Цифровые (виртуальные) испытания Цифровые (виртуальные) испытания	2		
2-Математическое и компьютерное моделирование	4	Цифровая модель изделия Цифровые (виртуальные) испытательные стенды и полигоны	2		
2-Математическое и компьютерное моделирование	5	Верификация и валидация программного	2		

		обеспечения компьютерно- го моделиро- вания Верификация и валидация про- граммного обеспечения компьютерного моделирования			
-		ИТОГО:	10		

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно- заочная	заочная
1-Подходы к определению понятия «цифровой двойник»	подготовка к сда- че зачета, экзаме- на	3		
1-Подходы к определению понятия «цифровой двойник»	изучение учебно- го материала, вы- несенного на самостоятельную проработку	33		
2-Математическое и компьютерное моделирование	подготовка к сда- че зачета, экзаме- на	4		
2-Математическое и компьютерное моделирование	подготовка к ла- бораторным и/или практиче- ским занятиям	26		
2-Математическое и компьютерное моделирование	изучение учебно- го материала, вы- несенного на самостоятельную проработку	14		
3-Верификация и валидация	подготовка к ла- бораторным и/или практиче- ским занятиям	4		
3-Верификация и валидация	изучение учебно- го материала, вы- несенного на самостоятельную проработку	18		
-	ИТОГО:	102		

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Подходы к определению понятия «цифровой двойник»

Цифровые двойники для вновь разрабатываемых и эксплуатируемых изделий

Раздел 2. Математическое и компьютерное моделирование

Перспективы развития цифровых двойников в высокотехнологичной промышленности

Раздел 3. Верификация и валидация

Верификация и валидация

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
Библиотека по естественным наукам РАН	http://benran.ru/
Государственная публичная научно-техническая библиотека России	https://www.gpntb.ru/
Консультант +	http://www.consultant-urist.ru/
Консультант-плюс	http://www.consultant.ru/
Национальная электронная библиотека	http://нэб.пф/
Российская государственная библиотека	https://www.rsl.ru/
ЭБС Лань	https://e.lanbook.com/
ЭБС Национальная электронная библиотека	https://rusneb.ru/
ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	https://biblioclub.ru/
Электронная библиотека УГНТУ	http://www.bibl.rusoil.net
Электронная библиотечная система eLIBRARY	http://elibrary.ru/
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	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности.
4	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,	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения.

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	FlowVision (MAXI)	Дата выдачи лицензии 01.03.2007, Поставщик: ООО "Тесис" договор № TES-15/2007-SHVV
2	Microsoft Office	Дата выдачи лицензии 01.01.2007
3	SOLIDWORKS	Дата выдачи лицензии 12.12.2016, Поставщик: СофтЛайн трейд
4	КОМПАС 3D v18	Дата выдачи лицензии 28.11.2018, Поставщик: ООО "Ас-кон-Уфа"
5	Компас 3D v18	Дата выдачи лицензии 28.11.2018, Поставщик: ООО "Ас-кон-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: (51399)(51399)Моделирование как метод научного познанияНаправление подготовки (специальность): 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологииНаправленность: магистерская программа«Проектирование систем защиты нефтегазовых объектов от коррозии»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	Коэффициент
		очная	очно-заочная	заочная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основная литература	Для изучения теории;	2			Штерензон, В. А. Моделирование технологических процессов : учебное пособие / В. А. Штерензон. — Екатеринбург : РГПУ, 2010. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/5414 (дата обращения: 30.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00

Основная литература	Для выполнения СРО; Для изучения теории;	2			Стрельцова, Е. Д. Методология научных исследований. Математическое моделирование как метод научного познания : учебное пособие / Е. Д. Стрельцова. — Новочеркасск : ЮРГПУ, 2016. — 92 с. — ISBN 978-5-9997-0610-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/180935 (дата обращения: 30.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Дополнительная литература	Для выполнения СРО; Для изучения теории;	2			ГОСТ Р 57700.37–2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения = Подготовлен на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта : стандарт : введ. с 31.12.2021 / НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РФ. - М. : Стандарт России, 31.12.2021. - 15 с. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/TEXNORM/80998.pdf . - Текст : электронный.	1	http://bibl.rusoil.net	1.00

Дополнительная литература	Для изучения теории;	2			ГОСТ Р 57188–2016 Численное моделирование физических процессов. Термины и определения = Подготовлен на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта : стандарт : введ. с 30.04.2017 / НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РФ. - М. : Стандарт России, 30.04.2017. - 12 с. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/TEXNORM/69864.pdf . - Текст : электронный.	1	http://bibl.rusoil.net	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

Составил:

Профессор, д.т.н Р. Р.Тляшева

Год приема 2023 г.

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

Наименование дисциплины: (51399)(51399)Моделирование как метод научного познания

Направление подготовки (специальность): 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность магистерская программа «Проектирование систем защиты нефтегазовых объектов от коррозии»

Форма обучения очная;

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

Назначение учебных изданий	Семестр			Библиографическое описание	Кол-во экз.		Адрес нахождения электронного	Кoeffициент
	очная	очно-заочная	заочная		Всего	в том числе		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Для выполнения лабораторных работ;	2			Проектирование модели теплообменного аппарата в среде SolidWorks : учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной работы №3 по дисциплине "Компьютерные технологии в машиностроении" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. Р. Р. Тляшева [и др.]. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 2,71 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Tliasheva2.pdf . - Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00
Для выполнения лабораторных работ;	2			Проектирование модели колонного аппарата в среде SolidWorks : учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной работы по дисциплине "Компьютерные технологии в машиностроении" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. Р. Р. Тляшева [и др.]. - Уфа : УГНТУ, 2015. - 2,31 МБ. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Tliasheva3.pdf . -Текст : электронный.	1	0	http://bibl.rusoil.net	1.00

Для выполнения практических занятий;	2			Методика построения трехмерных твердотельных моделей массобменных устройств колонных аппаратов с использованием системы Компас-3D : учебно-методическое пособие / УГНТУ, каф. ТМО ; сост. Р. Р. Тляшева [и др.]. - Уфа : УГНТУ, 2017. - 3,31 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Tliasheva5.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:

_____ Профессор, д.т.н Р. Р.Тляшева

_____ 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
(51399) Моделирование как метод научного познания**

Направление подготовки (специальность): 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность: магистерская программа «Проектирование систем защиты нефтегазовых объектов от коррозии»

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):

_____ Профессор, д.т.н Р. Р.Тляшева

—
Рецензент

_____ доцент, к.т.н. Баязитов М.И.

—

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 МЗК _____ О.Р. Латыпов

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	Подходы к определению понятия «цифровой двойник»	З(ПК-1-ИНИЦТ-23)	об основных подходах к определению понятия и термина «цифровой двойник»; об основах разработки, верификации и валидации математических, компьютерных и цифровых моделей; об особенностях обеспечения двусторонних информационных связей цифрового двойника с изделием.	ПК-1.2 Способен понимать основные положения новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования как качественно иного подхода к созданию глобально конкурентоспособной продукции нового поколения в условиях разворачивающейся IV промышленной революции	понимание основных положений новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования как качественно иного подхода к созданию глобально конкурентоспособной продукции нового поколения в условиях разворачивающейся IV промышленной революции.	Компьютерное тестирование Письменный и устный опрос
				ПК-1.3 Способен эффективно использовать и использовать тренды развития цифровых моделей изделий	способность к критическому восприятию концепций и подходов к созданию цифровых двойников	Компьютерное тестирование Письменный и устный опрос
3	Математическое и компьютерное моделирование	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.2 Способен понимать основные положения новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования как качественно иного под-	Классификацию, структуру и функциональные возможности CAD/CAM систем, лицензионное программное обеспечение учеб-	Компьютерное тестирование Письменный и

				хода к созданию глобально конкурентоспособной продукции нового поколения в условиях разворачивающейся IV промышленной революции	ного процесса кафедр,	устный опрос
				ПК-1.3 Способен эффективно использовать и использовать тренды развития цифровых моделей изделий	выявлять достоинство и недостатки прикладных программ для создания цифровых моделей.	Компьютерное тестирование Лабораторная работа Письменный и устный опрос
		3(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.2 Способен понимать основные положения новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования как качественно иного подхода к созданию глобально конкурентоспособной продукции нового поколения в условиях разворачивающейся IV промышленной революции	методами разработки физических и математических моделей исследуемых машин и оборудования для организации экспериментов, прикладными программными средствами при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального	Лабораторная работа Письменный и устный опрос

					назначения	
				ПК-1.3 Способен эффективно использовать и использовать тренды развития цифровых моделей изделий	методами разработки физических и математических моделей исследуемых машин и оборудования для организации экспериментов, прикладными программными средствами при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				У(ПК-1-ИНИЦТ-23)	ПК-1.2 Способен понимать основные положения новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования как качественно иного подхода к созданию глобально конкурентоспособной продукции нового поколения в условиях разворачивающейся IV промышленной революции	Компьютерное тестирование Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ПК-1.3 Способен эффективно использовать и использовать тренды развития цифровых моделей	показывать этапы решения задачи в процессе конструкторской подготовки производ-	Лабораторная работа Письмен-

				изделий	ства при этом указывая особенности ПК SolidWorks и Компас	ный и устный опрос
9	Верификация и валидация	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.2 Способен понимать основные положения новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования как качественно иного подхода к созданию глобально конкурентоспособной продукции нового поколения в условиях разворачивающейся IV промышленной революции	современным системам CAD и CAM моделирования	Компьютерное тестирование Лабораторная работа Письменный и устный опрос
				ПК-1.3 Способен эффективно использовать и использовать тренды развития цифровых моделей изделий	методами верификации и валидации	Компьютерное тестирование Письменный и устный опрос

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	Компьютерное тестирование	Система стандартизированных заданий, позволяющая автома-	Фонд тестовых заданий	оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если если 80-100% правильных ответов

		тизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося		оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если если 60-80% правильных ответов оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если если 50-60% правильных ответов оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если если менее 50 % правильных ответов
2	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 если выполнена лабораторная работа, оформлен и защищен отчет по выполнению лабораторной работы, даны ответы преподавателю на 3 вопроса о последовательности выполнения отдельных элементов задания. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если если выполнена лабораторная работа, оформлен и защищен отчет по выполнению лабораторной работы, даны ответы преподавателю на 2 вопроса о последовательности выполнения отдельных элементов задания оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если если выполнена лабораторная работа, оформлен и защищен отчет по выполнению лабораторной работы, даны ответы преподавателю на 1 вопрос о последовательности выполнения отдельных элементов задания. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если если выставляется обучающемуся, если выполнена лабораторная работа, оформлен и защищен отчет по выполнению лабораторной работы, на все вопросы о последовательности выполнения отдельных элементов задания не даны ответы преподавателю
3	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 практические навыки; определить уровень сформированных у студентов компетенций по дисциплине (модулю)	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 если полностью ответить на шесть любых вопросов из приведенного списка оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если если ответить только на четыре вопроса оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если если ответить на три вопроса оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если если не на один вопрос не отвечает из шести, выбранных из списка

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):

Ответ на вопросы

Вопрос. К ключевым возможностям применения технологии цифровых двойников изделий можно отнести

Ответ. Повышение скорости принятия управленческих и инженерных решений при проектировании. Снижение сроков и стоимости разработки изделий. Обеспечение прослеживаемости принимаемых решений и изменений

Вопрос Назовите варианты типологизации термина «цифровой двойник» .

Ответ. Типологизация на основе момента появления цифрового двойника относительно реального объекта или процесса. Типологизация на основе целей применения цифровых двойников.

Вопрос. Системное рассмотрение цифровых двойников.

Ответ. Системное рассмотрение цифровых двойников возможно с нескольких сторон.: Уровень анализа. Стадии жизненного цикла Технологии, которые используются для создания цифрового двойника

1. ключевые возможности технологии цифровых двойников изделия.
2. технология, которая обладает неоспоримым потенциалом за счет минимизации временных и финансовых затрат на разработку изделий с учетом разных стадий жизненного цикла и, в конечном счете, позволяет обеспечить формирования конкурентоспособности конкурентоспособность изделий и компаний
3. Бионический дизайн
4. Что можно отнести к ключевым возможностям применения технологии цифровых двойников изделий
5. В процессе и по итогам чего происходит формирование семейства цифровых двойников изделия осуществляется в процессе и по итогам
6. Для какой стадии характерно применение редуцированных моделей (Reduced Order Model) в рамках технологии цифровых двойников изделий
7. Для какой стадии характерны избыточные большие данные об эксплуатируемом изделии Какой вид аналитики данных отвечает на вопросы «Что произойдет?» или «Что может произойти?»?
- 8 Что передается от изделия к цифровому двойнику?
9. На стадии производства изделия цифровой двойник выступает в качестве финального результата компьютерного моделирования нового изделия?
10. На каком этапе жизненного цикла изделия завершается процесс развития цифровой модели конкретного изделия?
- Требования к цифровому двойнику и составу соответствующей отчетной документации, создаваемой в электронном виде в процессе разработки конкретного изделия
11. Системное рассмотрение цифровых двойников.
12. Назовите варианты типологизации термина «цифровой двойник»
13. К ключевым возможностям применения технологии цифровых двойников изделий можно отнести

Лабораторная работа.

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

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Tliasheva11.pdf

Лабораторная работа № 1. Создание модели, сборки, чертежей в SolidWorks. Таблицы параметров

Создание нового документа детали

Создание элемента основания

Добавление элемента - бобышка

Создание выреза

Добавление скруглений

Добавление оболочки

Редактирование элементов

Завершенная деталь

Создание и сохранение документа детали

будет использована таблица параметров для создания нескольких вариантов детали.

Для использования таблицы параметров потребуется программа Microsoft Excel.

В этой лабораторной работе отрабатываются следующее:

Переименование элементов и размеров

Отображение размеров элемента

Определение и подтверждение геометрических взаимосвязей

Создание таблицы параметров

Отображение конфигураций детали

Редактирование таблицы параметров

Лабораторная работа №2. Базовые технологии. Элементы “По траектории” и “Повернуть”. Элементы по сечениям. Массивы элементов. Скругления.

В этом упражнении демонстрируется следующее:

- Создание Элемента-Повернуть
- Создание элемента - по траектории
- Создание элемента вытянутый вырез с углом уклона

Элемент по сечениям - это основание, бобышка или вырез, созданные путем соединения нескольких поперечных сечений или профилей.

Данное упражнение иллюстрирует следующее:

Создание плоскостей

Рисование, копирование и вставка профилей

Создание твердотельного элемента путем соединения профилей (построения элемента по сечениям)

Добавление функции изгиба для сгибания моделей

В этом упражнении рассматривается создание линейного массива и кругового массива. Линейный массив - это одно- или двухмерный массив элементов. Круговой массив – это множество элементов, расположенных по кругу.

Описываются следующие шаги:

- Создание продолговатого выреза
- Создание линейного массива
- Создание кругового массива
- Использование уравнения для составления кругового массива

В этом упражнении проводится обучение построению типовой детали, рисунок 137а, используемой в учебном пособии со скруглениями. Можно сохранить симметрию ручки в конструкции детали. Сначала создается половина типовой детали в этом уроке, затем в уроке по скруглениям выполняется зеркальное отражение модели для создания другой половины. Любые изменения, которые вносятся в исходную половину, отображаются в другой половине.

Описываются следующие шаги:

- Использование взаимосвязей в эскизах
- Добавление углов уклона к вытянутым элементам

Лабораторная работа №3. Сопряжения в сборках. Библиотека стандартных крепежных компонентов

Сопряжения в сборках

- Добавление крепежных деталей в сборку
- Редактирование крепежных деталей в сборке

Лабораторная работа №4. Листовой металл. Рисование трехмерных эскизов

В этом упражнении создается деталь из листового металла. В этом упражнении демонстрируется следующее:

- Создание базовой кромки
- Добавление кромки под углом
- Зеркальное отражение детали и создание новых сгибов
- Добавление элемента ребро-кромка и редактирование его профиля в эскизе
- Зеркальное отражение элемента
- Добавление и сгибание выступа
- Добавление выреза по сгибу
- Сворачивание и разворачивание сгиба
- Создание закрытого угла
- Создание чертежа детали из листового металла
- Добавление примечаний по линии сгиба,

В данном упражнении представляется рисование трехмерных эскизов и рассматриваются следующие вопросы:

- Рисование относительно системы координат
- Нанесение размеров в трехмерном пространстве
- Зеркальное отражение элементов

Трехмерный эскиз можно использовать в качестве направления элемента по траектории, направляющей кривой для элементов по сечениям или по траектории, осевой линии для элемента по сечениям, а также в качестве одного из основных объектов в системе маршрутирования. Трехмерные эскизы могут применяться при проектировании систем маршрутирования.

Лабораторная работа №5. Многотельные детали

В лабораторной работе по многотельным деталям описываются способы их построения

В этом упражнении будет использован способ моделирования пересечения тел для создания многотельной детали. С помощью двух перекрывающихся твердых тел можно создать одно тело, образующее объем, создаваемый только пересекающимися частями тел. В этом упражнении демонстрируется объединение нескольких тел с целью создания одного тел

Лабораторная работа №6. Проектирование модели теплообменного аппарата в среде SolidWorks

Последовательное выполнение построения модели теплообменного аппарата в среде SolidWorks

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Tliasheva2.pdf

Лабораторная работа №7. Проектирование модели колонного аппарата

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Tliasheva3.pdf

Последовательное построение модели колонного аппарата в среде SolidWorks

Контрольные вопросы к защите лабораторных работ 1. Использование библиотек. Создание ассо-

циативного чертежа. 2. Приложение нагрузок. Командный режим в SOLIDWORKS. Определение типа элемента. Решение задачи Обзор результатов решения задачи 3. Типы документов создаваемых в системе SOLIDWORKS. Простановка размеров. Операции по Сечениям и Кинематическая. 4. Начало работы в SOLIDWORKS Определение заголовка Определение единиц измерения 5. Построение основных чертежных элементов. Выполнение полезных разрезов. Создание параметрических эскизов. 6. Создание файла твердотельной детали. Выбор плоскости проекций и ориентации изображения. Построение основы детали. Построение каркасных, поверхностных и твердотельных объектов. Заполнение спецификации сборочной единицы. 7. Порядок создания твердотельной детали? На каких булевых операциях основано твердотельное моделирование? Сколько типов операций включает твердотельное моделирование? 8. Порядок редактирования и удаления элементов твердотельной детали? 9. Виды ориентации детали? Порядок построения основы детали вращением? Порядок вырезания четверти твердотельной детали? 10. Изображения - виды, разрезы и сечения. Вычерчивание фасок и скругление углов. Зеркальные изображения на чертеже. Перемещение изображений на чертеже. 11. Использование системы помощи программы Дополнительные возможности построения сложных фигур. Выделение и удаление объектов. Отмена и повтор команд. 12. Использование вспомогательных построений. Штриховка областей. Ввод и редактирование текста. Использование прикладных библиотек системы.

Компьютерное тестирование.

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

Номер:##x.x.x.x.x.x(x)

Задание: <Текст задания>

Ответы:

- <Ответ 1>
- <Ответ 2>
- <Ответ 3>
- <Ответ 4>
- <Ответ 5>
- <Ответ 6>

Номер:##23789.1.1.1.1.0(1)

Задание: <Расположите по иерархии уровни проектирования>

Ответы:

- Системный уровень, макроуровень, микроуровень
- Макроуровень, микроуровень, системный уровень
- Микроуровень, системный уровень, макроуровень

Номер:##23789.1.1.1.2.1.0(1)

Задание: <Какие данные будущего объекта закладываются на стадии проектирования>

Ответы:

- Все вышеперечисленные верно
- Внутренняя структура
- Компонировка
- Способ изготовления
- Способ монтажа

Номер:##23789.1.1.1.3.1.0(1)

Задание: <Какая англоязычная аббревиатура соответствует процессу компьютеризированной подготовки производства изделий? >

Ответы:

- CAM
- CAD
- CAE

Номер:##23789.1.1.1.4.1.0(1)

Задание: <Классификация программных продуктов по назначению CAD/CAE/PLM. К какой системе относиться ПК КОМПАС-График? >

Ответы:

- CAD
- CAM
- CAE
- PLM
- нет правильного ответа

Номер:##23789.1.1.1.5.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться KOMPASFLOW? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- нет правильного ответа
- все ответы верны
- PLM

Номер:##23789.1.1.1.6.1.0(1)

Задание: <Классификация программных продуктов по назначению CAD/CAE/PLM. К какой системе относиться KOMPASVIDIA? >

Ответы:

- нет правильного ответа
- все ответы верны
- CAE
- CAD
- CAM
- PLM

Номер:##23789.1.1.1.7.1.0(1)

Задание: <Классификация программных продуктов по назначению CAD/CAE/PLM. К какой системе относиться 3DTRANSVIDIA? >

Ответы:

- нет правильного ответа
- все ответы верны
- CAE
- CAD
- CAM
- PLM

Номер:##23789.1.1.1.8.1.0(1)

Задание: <Классификация программных продуктов по назначению CAD/CAE/PLM. К какой си-

стеме относиться MBDVidia? >

Ответы:

- нет правильного ответа
- все ответы верны
- CAE
- CAD
- CAM
- PLM

Номер:##23789.1.1.1.9.1.0(1)

Задание: <Классификация программных продуктов по назначению CAD/CAE/PLM. К какой системе относиться COMPAREVIDIA? >

Ответы:

- нет правильного ответа
- все ответы верны
- CAE
- CAD
- CAM
- PLM

Номер:##23789.1.1.1.10.1.0(1)

Задание: <Классификация программных продуктов по назначению CAD/CAE/PLM. К какой системе относиться ANSYS? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.11.1.0(1)

Задание: <Классификация программных продуктов по назначению CAD/CAE/PLM. К какой системе относиться Abaqus? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.12.1.0(1)

Задание: <Классификация программных продуктов по назначению CAD/CAE/PLM. К какой системе относиться ПАССАТ? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.13.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться WinMashin? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.14.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться CATIA? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.15.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться Abaqus? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.16.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться СТАРТ? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.17.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться Autocad Inverntor? >

Ответы:

- CAD
- CAE
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.18.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться Pro/ENGINEER? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.19.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться LSDYNA? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.20.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться Fluent? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.21.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться ANSYS CFX? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.22.1.0(1)

Задание: < К какой системе относиться DEFORM? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM
- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.23.1.0(1)

Задание: <К какой системе относиться GazDynamicTools? >

Ответы:

- CAE
- CAD
- CAM

- PLM
- нет правильного ответа
- все ответы верны

Номер:##23789.1.1.1.24.1.0(1)

Задание: <На какие объекты НЕ существует проектной документации? >

Ответы:

- Природный объект
- На все существует
- Любой инженерный объект
- Сложный инженерный объект

Номер:##23789.1.1.1.25.1. 0(1)

Задание: <определение сложного инженерного объекта>

Ответы:

- Существенной характеристикой сложного инженерного объекта является баланс потоков, им порождаемых
- Сложная иерархия обеспечивающих функций отдельных подсистем – это признак, определяющий инженерный объект как «сложный».
- Сложный инженерный объект состоит из многих компонент
- Существенной характеристикой сложного инженерного объекта является баланс потоков, им порождаемых

Номер:##23789.1.1.1.26.1. 0(1)

Задание: <Жизненный цикл для разных видов объектов всегда одинаков. Верно ли это? >

Ответы:

- Нет, различается по длительности и параметрам
- Нет, различается по длительности
- Нет, различается по параметрам
- да

Номер:##23789.1.1.1.27.1. 0(1)

Задание: <PLM – это>

Ответы:

- Программное обеспечение для управления жизненным циклом верно
- Аббревиатура этапов жизненного цикла СИО
- Стандарт вывода объекта из эксплуатации

Номер:##23789.1.1.1.28.1. 0(1)

Задание: <Цифровые двойники - это>

Ответы:

- цифровые модели высокого уровня адекватности, учитывающие особенности геометрии изделий, технологию их изготовления и условия эксплуатации
- цифровые модели высокого уровня адекватности, не учитывающие особенности геометрии изделий, технологию их изготовления и условия эксплуатации
- цифровые модели, учитывающие только особенности геометрии изделий в реальных условиях эксплуатации
- цифровые модели, учитывающие технологию изготовления изделий и условия их эксплуатации

Номер:##23789.1.1.1.29.1. 0(1)

Задание: <Процесс проектирования включает ряд основных этапов>

Ответы:

- подготовку к проектированию; разработку технического проекта; разработку рабочих чертежей; участие авторов в строительстве и пуске объекта
- подготовку к проектированию; разработку эскизного проекта; разработку рабочих чертежей; участие авторов в строительстве и пуске объекта
- подготовку к проектированию; разработку рабочего проекта; разработку рабочих чертежей; участие авторов в строительстве и пуске объекта

Номер:##23789.1.1.1.30.1. 0(1)

Задание: <Заказчиком ПКД на расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующего предприятия является>

Ответы:

- дирекция предприятия
- технолог предприятия
- экономист предприятия

Номер:## 23789.1.1.1.31.1. 0(1)

Задание: <основными стандартными блоками программного обеспечения SolidWorks являются>

Ответы:

Ответы:

- детали
- таблицы
- формулы
- модели
- расчеты

Номер:## 23789.1.1.1.32.1. 0(1)

Задание: <модель SolidWorks состоит из трехмерной геометрии, которая определяет ее>

Ответы:

- поверхности
- кромки
- грани
- клетки
- столбцы

Номер:## 23789.1.1.1.33.1. 0(1)

Задание: <при проектировании детали от первоначального эскиза до конечного результата создается>

Ответы:

- трехмерная модель
- двухмерная модель
- чертеж
- сборка
- рисунок

Номер:## 23789.1.1.1.34.1. 0(1)

Задание: <одной из наиболее удобных особенностей приложения SolidWorks является отражение любых изменений, выполняемых в детали>

Ответы:

- во всех связанных сборках
- во всех связанных чертежах
- во всех связанных рисунках
- во всех связанных таблицах

- во всех связанных формулах

Номер:## 23789.1.1.1.34.1. 0(1)

Задание: <когда эскиз становится активным, исходная точка эскиза отображается>

Ответы:

- красным цветом
- синим цветом
- зеленым цветом
- черным цветом:
- желтым цветом

Номер:## 23789.1.1.1.35.1. 0(1)

Задание: <можно использовать плоскости, например, для добавления>

Ответы:

- в качестве нейтральной плоскости для уклона
- двухмерного эскиза
- разреза модели,
- построения три d модели
- построения плоскостей

Номер:## 23789.1.1.1.36.1. 0(1)

Задание: <место, где две или несколько граней пересекаются и соединяются называется>

Ответы:

- кромкой
- вершиной
- осью
- гранью
- плоскостью

Номер:## 23789.1.1.1.37.1. 0(1)

Задание: <Доступ к функциям SolidWorks можно получить с помощью>

Ответы:

- меню
- панелей инструментов
- структуры деталей
- сборки
- построения плоскостей

Номер:## 23789.1.1.1.38.1. 0(1)

Задание: <Основой для большинства трехмерных моделей является>

Ответы:

- эскиз
- элемент
- сборка
- фильтр
- указатель

Номер:## 23789.1.1.1.39.1. 0(1)

Задание: <объединить детали в сборку можно с помощью таких сопряжений, как>

Ответы:

- совпадение
- концентричность
- пересечения

- наложение
- выравнивание

Номер:## 23789.1.1.1.40.1. 0(1)

Задание: <Чертежи создаются из>

Ответы:

- сборки
- моделей детали
- определения конфликтов
- сетки координат
- путем выделения диапазона

Номер:## 23789.1.1.1.41.1. 0(1)

Задание: < Редактировать эскизы, чертежи, детали и сборки можно используя>

Ответы:

- PropertyManager (Менеджер свойств)
- дерево конструирования FeatureManager
- приложения SolidWorks
- Заполненную ячейку меню
- Дополнительную ячейку

Номер:## 23789.1.1.1.42.1. 0(1)

Задание: <ко всем командам приложения SolidWorks можно получить доступ с помощью>

Ответы:

- меню.
- левой кнопки мыши.
- горячей клавиши
- пробела
- копирования в буфер

Номер:## 23789.1.1.1.43.1. 0(1)

Задание: <модель SolidWorks состоит из трехмерной геометрии, которая определяет ее>

Ответы:

- поверхности
- кромки
- грани
- величины
- виды

Номер:## 23789.1.1.1.44.1. 0(1)

Задание: < Системное рассмотрение цифровых двойников возможно с нескольких сторон. Каких? >

Ответы:

- Уровень анализа.Стадии жизненного цикла.Технологии, которые используются для создания цифрового двойника
- Уровень анализа
- Стадии жизненного цикла
- Технологии, которые используются для создания цифрового двойника

Номер:## 23789.1.1.1.45.1. 0(1)

Задание: < Выберите основоположника концепции цифровых двойников >

Ответы:

- Майкл Гривс (Michael Grieves)

- Джон Викерс (John Vickers)
- Жан Луи Дюваль (Jean Louis Duval)
- Франциско Чинеста (Francisco Chinesta)

Номер:## 23789.1.1.1.46.1. 0(1)

Задание: < В каком году была предложена идея концепции цифровых двойников как инструмента для преодоления разрыва между стадиями жизненного цикла изделия при помощи цифрового образа объекта?>

Ответы:

- 2002 год
- 1999 год
- 2015 год
- 2016 год

Номер:## 23789.1.1.1.47.1. 0(1)

Задание: < Какие базовые составляющие лежат в основе цифрового двойника?>

Ответы:

- Реальный продукт в его реальном окружении. Виртуальный продукт в его виртуальном окружении. Информация и данные, связывающие реальный и виртуальный продукт
- Реальный продукт в его реальном окружении
- Виртуальный продукт в его виртуальном окружении
- Информация и данные, связывающие реальный и виртуальный продукт

Номер:## 23789.1.1.1.48.1. 0(1)

Задание: < Какой из вариантов терминов обозначает как технологию, так и результат ее применения?>

Ответы:

- Цифровые двойники
- Интернет вещей
- Машинное обучение
- Фотоника

Номер:## 23789.1.1.1.49.1. 0(1)

Задание: < Выберите вариант взаимодействия между виртуальным и реальным пространствами, который предусмотрен в рамках концепции цифровых двойников>

Ответы:

- Непрерывный двусторонний обмен данными и информацией
- Односторонняя передача данных из реального пространства в виртуальное пространство
- Информационная изоляция реального и виртуального пространств
- Односторонняя передача информационных потоков из виртуального пространства в реальное пространство-----

Номер:## 23789.1.1.1.50.1. 0(1)

Задание: < К «информационно-диагностическим» цифровым двойникам в соответствии с типологией по целям применения цифровых двойников можно отнести определение компании>

Ответы:

- General Electric
- Oracle
- Microsoft
- Siemens

Номер:## 23789.1.1.1.51.1. 0(1)

Задание: < Какой термин используют некоторые компании для обозначения цифровых двойников, разрабатываемых на основе знаний физических законов и данных, полученных с помощью датчиков от реального объекта?>

Ответы:

- Hybrid Twin
- Virtual Twin
- Physical Driven Digital Twin
- Digital Twin Prototype

Номер:## 23789.1.1.1.52.1. 0(1)

Задание: < К «операционным» цифровым двойникам в соответствии с типологизацией по целям применения цифровых двойников можно отнести определение компании>

Ответы:

- Microsoft
- General Electric
- Oracle
- Siemens

Номер:## 23789.1.1.1.53.1. 0(1)

Задание: < Отличие между «предиктивными» и «качественными» цифровыми двойниками заключается в>

Ответы:

- Целях применения цифровых двойников
- Уровне адекватности реальному объекту/процессу
- Моменте появления относительно реального объекта/процесса
- Уровне развития и зрелости технологии

Номер:## 23789.1.1.1.54.1. 0(1)

Задание: < К «предиктивным» цифровым двойникам в соответствии с типологизацией по целям применения цифровых двойников можно отнести определение компании>

Ответы:

- Oracle
- Microsoft
- General Electric
- Siemens

Номер:## 23789.1.1.1.55.1. 0(1)

Задание: < Наибольший эффект от внедрения НРС-систем достигается в рамках>

Ответы:

- Проведения компьютерного моделирования и оптимизации проектируемого изделия
- Создания и оформления конструкторской документации проектируемого изделия
- Подготовки производства в части создания управляющих программ для оборудования с ЧПУ
- Реализации процесса управления данными о продукте-----

Номер:## 23789.1.1.1.56.1. 0(1)

Задание: < Внесение изменений в конструкцию нового изделия сопряжено с наибольшими затратами на этапе >

Ответы:

- Выпуска опытной серии
- Проектирования технологической оснастки
- Изготовления макета изделия
- Конструкторской проработки изделия

Номер:## 23789.1.1.1.57.1. 0(1)

Задание: < Выберите программную систему, позволяющую исследовать поведение изделия и его компонентов в различных условиях предполагаемой эксплуатации >

Ответы:

- Программные системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы)
- Системы для управления данными о продукте (PDM-системы)
- Программные системы компьютерного проектирования (CAD-системы)
- Программные системы технологической подготовки производства (CAM-системы)

Номер:## 23789.1.1.1.58.1. 0(1)

Задание: <Что обеспечивает проверку соответствия разрабатываемого изделия установленным в техническом задании требованиям, в том числе проверку взаимного влияния одних подсистем и компонентов на другие?>

Ответы:

- Цифровые (виртуальные) испытания
- Программно-технологическая платформа цифровых двойников
- Программные системы компьютерного проектирования (CAD-системы)
- Цифровая модель изделия

Номер:## 23789.1.1.1.59.1. 0(1)

Задание: < Внесение изменений в конструкцию нового изделия сопряжено с наибольшими затратами на этапе>

Ответы:

- Выпуска опытной серии
- Проектирования технологической оснастки
- Изготовления макета изделия
- Конструкторской проработки изделия

Номер:## 23789.1.1.1.60.1. 0(1)

Задание: < Что из себя представляет расчетная модель, полученная в процессе компьютерного моделирования>

Ответы:

- Конечно-элементная модель с информацией о нагрузке, граничных условиях и характеристиках материалов
- Компьютерная модель с информацией о нагрузке, граничных условиях и характеристиках материалов
- Математическая модель с данными, характеризующими конкретный объект моделирования
- Цифровая модель с данными, характеризующими конкретный объект моделирования

Номер:## 23789.1.1.1.61.1. 0(1)

Задание: < Одним из наиболее распространенных и эффективных методов, применяемых для решения промышленных задач в рамках компьютерного моделирования, является >

Ответы:

- Метод конечных элементов (Finite Element Method, FEM)
- Метод граничных элементов (Boundary Element Method, BEM)
- Метод конечных объемов (Finite Volume Method, FVM)
- Метод конечных разностей (Finite Difference Method, FDM)

Номер:## 23789.1.1.1.62.1. 0(1)

Задание: <В рамках компьютерного моделирования построение расчетной схемы реализуется на этапе>

Ответы:

- Физической постановки задачи

- Математической постановки задачи
- Разработки вычислительного алгоритма решения задачи
- Проведения расчетов на ЭВМ

Номер:## 23789.1.1.1.63.1. 0(1)

Задание: < В рамках решения задачи моделирования объекта под расчетной схемой понимают>

Ответы:

- Идеализированную схему, содержащую лишь те особенности объекта, имеющиеся связи и нагрузки, которые относятся к решаемой задаче
- Конечно-элементную модель со всеми приложенными нагрузками, граничными условиями и характеристиками материалов
- Схему (чертеж), выполненную в компьютерной (вычислительной) среде, и представляющая совокупность данных об объекте, представленной в виде программного кода
- Условия, накладываемые на рассчитываемые искомые величины (в частности, на внешние нагрузки и кинематические перемещения) на границах расчетной области

Номер:## 23789.1.1.1.64.1. 0(1)

Задание: < Среди представленных вариантов выберите этапы создания и реализации математической модели на ЭВМ, которые были полностью автоматизированы в процессе развития прикладных инструментов компьютерного моделирования>

Ответы:

- Создание расчетной схемы моделируемого объекта
- Анализ и интерпретация полученных результатов
- Выбор метода расчетов и формирование алгоритма вычисления
- Математическая постановка задачи

Номер:## 23789.1.1.1.65.1. 0(1)

Задание: < Задача дискретизации модели в рамках процесса создания и реализации математической модели на ЭВМ реализуется на этапе>

Ответы:

- Математической постановки задачи
- Проведения расчетов на ЭВМ
- Физической постановки задачи
- Разработки алгоритма вычисления

Номер:## 23789.1.1.1.66.1. 0(1)

Задание: < В рамках компьютерного моделирования построение расчетной схемы реализуется на этапе >

Ответы:

- Физической постановки задачи
- Математической постановки задачи
- Разработки вычислительного алгоритма решения задачи
- Проведения расчетов на ЭВМ

Номер:## 23789.1.1.1.67.1. 0(1)

Задание: < Что лежит в основе компьютерной модели?>

Ответы:

- Математическая модель, реализованная в виде программного кода, и данные, характеризующие конкретный объект моделирования
- Электронная модель с информацией о нагрузке, граничных условиях и характеристиках материалов конкретного объекта моделирования
- Конечно-элементная модель с информацией о нагрузке, граничных условиях и характери-

стиках материалов конкретного объекта моделирования

- Цифровая модель с данными, характеризующими конкретный объект моделирования

Номер:## 23789.1.1.1.68.1. 0(1)

Задание: < О чем свидетельствует уровень адекватности модели, значение которой близко к 1?>

Ответы:

- Высокий уровень соответствия модели реальному объекту
- Отсутствие связи между моделью и объектом моделирования
- Минимальное совпадение результатов моделирования с поведением реального объекта
- Неправильное проведение оценки степени адекватности модели

Номер:## 23789.1.1.1.69.1. 0(1)

Задание: < Уровень адекватности компьютерной модели как количественная характеристика может принимать значения

Ответы:

- от 0 до 1
- от -1 до 1
- от -? до 0
- от 0 до +?

Номер:## 23789.1.1.1.70.1. 0(1)

Задание: < Выберите вариант, содержащий важнейшее требование к математической и компьютерной модели?>

Ответы:

- Адекватность моделируемому объекту по обоснованному перечню характеристик
- Полнота описания моделируемого объекта по всему перечню технико-эксплуатационных характеристик
- Чувствительность к изменению начальных и граничных условий
- Стабильность результатов моделирования

Номер:## 23789.1.1.1.71.1. 0(1)

Задание: < Когда были представлены первые решения (приложения) для моделирования мультифизических процессов?>

Ответы:

- Конец 1990-х – начало 2000-х
- Конец 2000-х – начало 2010-х
- Первая половина 1990-х
- Конец 1980-х – начало 1990-х

Номер:## 23789.1.1.1.72.1. 0(1)

Задание: < Решение о необходимости учета отдельных связей и свойств изделия в рамках компьютерного моделирования принимает >

Ответы:

- Инженер проекта
- Система автоматизированного проектирования
- Рекомендательная система платформы разработки цифровых двойников
- Система инженерного анализа

Номер:## 23789.1.1.1.73.1. 0(1)

Задание: < О чем свидетельствует уровень адекватности модели, значение которой больше 0,8?>

Ответы:

- Высокий уровень соответствия модели реальному объекту
- Минимальное совпадение результатов моделирования с поведением реального объекта

- Неправильное проведение оценки степени адекватности модели
- Отсутствие связи между моделью и объектом моделирования

Номер:## 23789.1.1.1.74.1. 0(1)

Задание: < Одним из процессов подтверждения достоверности расчетов с использованием разработанной компьютерной модели выступает валидация, которую можно поделить на два вида?>

Ответы:

- Валидация компьютерной модели и валидация программного обеспечения компьютерного моделирования
- Валидация расчетной схемы и валидация компьютерной модели
- Валидация программного обеспечения компьютерного моделирования и валидация расчетной схемы объекта моделирования
- Валидация пространственной геометрической модели и валидация расчетной схемы

Номер:## 23789.1.1.1.75.1. 0(1)

Задание: < Среди представленных вариантов выберите наиболее корректное определение термина «верифицированная модель»>

Ответы:

- Модель, функционирующая в соответствии с задумкой её разработчика
- Модель, действия которой соответствуют действиям реальной системы по всем факторам, которые относятся к требованиям заказчика
- Модель, выполненная в компьютерной (вычислительной) среде и представляющая собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы с данными
- Модель, прошедшая процесс оценки её соответствия объекту моделирования с учетом заданных начальных и граничных условий

Номер:## 23789.1.1.1.76.1. 0(1)

Задание: < Среди представленных вариантов выберите метод верификации модели, основанный на разработке модели того же объекта с использованием другого математического метода?>

Ответы:

- Прямой метод верификации
- Косвенный метод верификации
- Инверсный метод верификации
- Консеквентный (следственный) метод верификации

Номер:## 23789.1.1.1.77.1. 0(1)

Задание: < Первой организацией, использовавшей термин «верификация», является?>

Ответы:

- Общество компьютерного моделирования (Society for Computer Simulation, SCS)
- Министерство обороны США (U.S. Department of Defense, DoD)
- Американский институт аэронавтики и астронавтики (American Institute of Aeronautics and Astronautics, AIAA)
- Американское общество инженеров-механиков (American Society of Mechanical Engineers, ASME)

Номер:## 23789.1.1.1.78.1. 0(1)

Задание: <Выберите вариант, в котором перечислены некоторые из процедур, позволяющие достичь достоверность проводимых расчетов с использованием компьютерной модели, в соответствии с ГОСТ Р 57700.10–2018>

Ответы:

- Верификации модели; Валидации модели; Физической достоверности
- Выбранным численным методам расчета; Используемым вычислительным мощностям; Валидации программного обеспечения компьютерной модели

- Достоверности информационной модели; Верификации модели; Верификации программного обеспечения компьютерной модели
- Используемым вычислительным мощностям; Физической достоверности расчетной схемы; Валидации модели

Номер:## 23789.1.1.1.79.1. 0(1)

Задание: < Погрешности формирования модели на основе гипотез закладываются на этапе разработки >

Ответы:

- Расчетной схемы объекта
- Расчетной модели объекта
- Математической модели объекта
- Информационной модели объекта

Номер:## 23789.1.1.1.80.1. 0(1)

Задание: <Какой вид погрешностей по сравнению с другими является менее существенны>

Ответы:

- Погрешности компьютерного округления
- Погрешности дискретизации модели
- Погрешности формирования модели на основе гипотез
- Погрешности итеративных методов

Номер:## 23789.1.1.1.82.1. 0(1)

Задание: < Среди представленных вариантов выберите наиболее корректное определение термина «верифицированная модель»>

Ответы:

- Модель, функционирующая в соответствии с задумкой её разработчика
- Модель, действия которой соответствуют действиям реальной системы по всем факторам, которые относятся к требованиям заказчика
- Модель, выполненная в компьютерной (вычислительной) среде и представляющая собой совокупность данных и программного кода, необходимого для работы с данными
- Модель, прошедшая процесс оценки её соответствия объекту моделирования с учетом заданных начальных и граничных условий

Номер:## 23789.1.1.1.83.1. 0(1)

Задание: < Какой источник информации является наиболее достоверным при оценке адекватности компьютерной модели, используемой для описания реального объекта или процесса?>

Ответы:

- Реальные испытания, проводимые для изучения описываемого объекта или процесса
- Ранее составленная расчетная схема описываемого объекта или процесса
- Компьютерные модели произведенных ранее изделий, аналогичных моделируемому
- Результаты сформированного практического опыта эксплуатации аналогов описываемого объекта или результаты наблюдений за протекающими процессами

Номер:## 23789.1.1.1.84.1. 0(1)

Задание: < Валидация модели необходима для:>

Ответы:

- Подтверждения адекватности модели моделируемому изделию
- Подтверждения корректности решения уравнений математической модели
- Подтверждения того, что ПО КМ выполняет подготовку исходных данных, расчеты и обработку результатов таких расчетов в соответствии с указанной математической моделью
- Подтверждения того, что ПО КМ в заявленной области применения адекватно с заданной степенью точности выполняет подготовку исходных данных, расчеты и обработку результатов та-

ких расчетов

Номер:## 23789.1.1.1.85.1. 0(1)

Задание: < Системное рассмотрение цифровых двойников возможно с нескольких сторон. Каких? >

Ответы:

- Уровень анализа.Стадии жизненного цикла.Технологии, которые используются для создания цифрового двойника
- Уровень анализа
- Стадии жизненного цикла
- Технологии, которые используются для создания цифрового двойника
- -----

Номер:## 23789.1.1.1.86.1. 0(1)

Задание: < Первое определение термина «валидация» было предложено >

Ответы:

- Обществом компьютерного моделирования (SCS)
- Министерством обороны США (DoD)
- Национальным агентством конечно-элементных методов и стандартов (NAFEMS)
- Американским обществом инженеров-механиков (ASME)
- -----

Номер:## 23789.1.1.1.87.1. 0(1)

Задание: < Среди представленных вариантов, выберите правильную последовательность процессов оценки результатов?>

Ответы:

- «Квалификация / аттестация математической модели» - «Верификация модели» - «Валидация модели»
- «Квалификация / аттестация математической модели» - «Валидация модели» - «Верификация модели»
- «Верификация модели» - «Квалификация / аттестация математической модели» - «Валидация модели»
- «Валидация модели» - «Квалификация / аттестация математической модели» - «Верификация модели»
- -----

Номер:## 23789.1.1.1.88.1. 0(1)

Задание: < Процесс подтверждения воспроизводимости компьютерной моделью физических свойств объекта моделирования и/или его составных частей является частью >

Ответы:

- Валидации модели
- Аттестации модели
- Квалификации модели
- Верификации модели
- -----

Номер:## 23789.1.1.1.89.1. 0(1)

Задание: < Какая основная цель верификации программного обеспечения компьютерного моделирования?>

Ответы:

- Подтверждение корректности программной реализации выбранных математических моделей физических процессов
- Определение стоимости разработки ПО
- Выявление и устранение части кода с вредоносным ПО
- Подготовка исходных данных для обработки результатов расчета
- -----

Номер:## 23789.1.1.1.90.1. 0(1)

Задание: < Верификация программного обеспечения компьютерного моделирования (ПО КМ) — подтверждение того, что программное обеспечение компьютерного моделирования?>

Ответы:

- Выполняет подготовку исходных данных, расчеты и обработку результатов таких расчетов в соответствии с указанной математической моделью
- С заданной степенью точности выполняет подготовку исходных данных, расчеты и обработку результатов таких расчетов в заявленной области применения
- Самостоятельно выполняет проверку всего исходного кода на выявление и устранение ошибок
- Проводит оценку возможностей применения различных математических моделей физических процессов

Номер:## 23789.1.1.1.91.1. 0(1)

Задание: < Валидация ПО КМ необходима для >

Ответы:

- Подтверждения того, что ПО КМ в заявленной области применения адекватно с заданной степенью точности выполняет подготовку исходных данных, расчеты и обработку результатов таких расчетов
- Подтверждения корректности решения уравнений математической модели
- Подтверждения адекватности модели моделируемому изделию
- Подтверждения того, что ПО КМ выполняет подготовку исходных данных, расчеты и обработку результатов таких расчетов в соответствии с указанной математической моделью

Номер:## 23789.1.1.1.92.1. 0(1)

Задание: < Разработчик ПО является ответственным за >

Ответы:

- Контроль качества ПО, верификацию вычислительного алгоритма, вычислительную оценку погрешностей
- Верификацию математической модели, получение результатов в пределах допустимых погрешностей
- Ошибки в расчетах в ПО КМ вследствие некорректно созданной модели
- Защиту исходного кода ПО от вредоносного кода и заимствований

Номер:## 23789.1.1.1.93.1. 0(1)

Задание: < Выберите основной метод верификации ПО КМ>

Ответы:

- Решение тестовых задач, предполагающее тестирование каждого модуля программной системы, каждого релиза ПО КМ
- Декомпиляция ПО КМ и проверка всего исходного кода на выявление и устранение ошибок
- Проверка ПО КМ на универсальной стандартизированной задаче по ГОСТ Р 57700.2–2017
- Оценка возможностей применения различных математических моделей физических процессов в ПО КМ

Номер:## 23789.1.1.1.94.1. 0(1)

Задание: < Верификация и валидация методического и программного обеспечения компьютерного моделирования, используемого при создании цифровых двойников изделий, а также при необходимости сертификация программного обеспечения компьютерного моделирования выполняются в соответствии с нормативно-техническими документами>

Ответы:

- Указанными в техническом задании
- Указанными в технологической документации на изделие
- Указанными в электронном макете изделия
- Указанными в паспорте цифрового двойника изделия

Номер:## 23789.1.1.1.95.1. 0(1)

Задание: < Проведение верификации ПО КМ относится к области ответственности >

Ответы:

- Разработчика программного обеспечения
- Конечного пользователя, который загружает модель и получает результат
- Разработчика математической модели
- Федеральной службы по интеллектуальной собственности -----

Аннотация к рабочей программе дисциплины (51399) Моделирование как метод научного познания

Направление подготовки (специальность): 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность: магистерская программа «Проектирование систем защиты нефтегазовых объектов от коррозии»

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-1.2 Способен понимать основные положения новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования как качественно иного подхода к созданию глобально конкурентоспособной продукции нового поколения в условиях разворачивающейся IV промышленной революции

-ПК-1.3 Способен эффективно использовать и использовать тренды развития цифровых моделей изделий

Результат обучения

Знать:

ПК-1-ИНИЦТ-23-2 об основных подходах к определению понятия и термина «цифровой двойник»; об основах разработки, верификации и валидации математических, компьютерных и цифровых моделей; об особенностях обеспечения двусторонних информационных связей цифрового двойника с изделием.

Уметь:

ПК-1-ИНИЦТ-23-2 формировать многоуровневые системы требований к изделию

Владеть:

ПК-1-ИНИЦТ-23-2 проводить цифровые (виртуальные) испытания изделия при помощи цифровых (виртуальных) испытательных стендов и полигонов на программно-технологической платформе (цифровой платформе)

Краткая характеристика дисциплины

Подходы к определению понятия «цифровой двойник»; Математическое и компьютерное моделирование; Верификация и валидация;

Трудоёмкость (з.е. / часы)

4 з.е. (144час)

Вид промежуточной аттестации

диф.зачет;

Разработчик(и):

Профессор, д.т.н Р. Р.Тляшева

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой МЗК _____ О.Р. Латыпов