

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

(51396) Синергетика-парадигма современной науки

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

Рабочую программу дисциплины разработал(и):

_____ профессор, док-р. техн. наук - И.Р. Кузеев

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

Рецензент

_____ профессор, док-р. техн. наук - Е.А. Наумкин

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):

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее (исходя из формирования этапов по компетенциям): Моделирование как метод научного познания; Научные дискуссии; Основы организации производственно-технического отдела; Современные системы управления надежностью предприятия; Технологическая (проектно-технологическая) практика; Технологическое предпринимательство; Цифровые двойники объектов нефтегазовой отрасли

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	
1	4	144	30	114	диф.зачет;
ИТОГО:	4	144	30	114	

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- 1

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
ПК-1-ИНИЦТ-23	ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	З(ПК-1- ИНИЦТ- 23)	Знать: современные приемы и методики исследова- ний иерархических структур в неравно-

Шифр компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Шифр результата обучения	Результат обучения
			весных системах
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)	Уметь: вычислять фрактальную размерность самоорганизующихся систем
		В(ПК-1-ИНИЦТ-23)	Владеть: алгоритмами поиска самоорганизующихся систем в технике

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:	30	30											
лекции (всего)	10	10											
-в т.ч. лекции on-line курс	0												
практические занятия (ПЗ)	0												
-в т.ч. практические занятия on-line курс	0												
лабораторные работы (ЛР)	18	18											
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)	114	114											
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 мате-	57	57											

риала, вынесенного на самостоятельную проработку													
подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	50	50											
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	Оценка и систематизация научных знаний	1	4		6	39	49	З(ПК-1-ИНИЦТ-23) У(ПК-1-ИНИЦТ-23) В(ПК-1-ИНИЦТ-23)
2	Дробно-размерные структуры	1	4		6	35	45	З(ПК-1-ИНИЦТ-23) У(ПК-1-ИНИЦТ-23) В(ПК-1-ИНИЦТ-23)
3	Иерархия структур в твердых телах	1	2		6	40	48	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:		10		18	114	142	

4.2. Содержание лекционного курса

№ пп.	Номер раздела	Название темы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно- заочная	заочная
1	1-Оценка и система- тизация научных знаний	Синергетика, как научная па- радигма Синергетика яв- ляется наукой об общих законо- мерностях строе- ния, развития и эволюции мате- рии на различ- ных уровнях её организации. Она устанавливает взаимозависи- мость между эн- тропией и инфор- мацией, детерми- рованными и стохастическими процессами в открытых дисси- пативных систе- мах, проводит количественный и качественный анализ динамиче- ских объектов. Синергетика ис- пользует теорию нелинейных ди- намических си- стем, термодина- мику необрати- мых, неравновес- ных процессов, вейвлет-анализ и фрактальную геометрию, ис- следует вихревые образования, причины возник- новения ката- строф, конку- рентные химиче- ские реакции с	2		

		отбором и другие нелинейные явления и процессы.			
2	1-Оценка и систематизация научных знаний	Самоорганизация структур в природе и техники Предлагается рассмотреть самоорганизацию как процесс упорядочения (пространственного, временного или пространство-время-временного) в открытой системе, за счет согласованного взаимодействия множества элементов, которые ее составляют. В любой открытой системе, которая состоит из частей в процессе их взаимодействия может иметь место возникновение некоторой формы общего порядка. Процесс может быть спонтанным при достаточном количестве энергии в системе, что очень важно с точки зрения возможного разрушения заранее заданной структуры. В технике это связано с необходимостью обеспечения надежности.	2		
3	2-Дробно-размерные структуры	Поверхность Показано, что в геометрии и топологии в качестве поверхности рассматривается двумерное топологическое многообразие. Однако реальная поверхность имеет структуру и	2		

		рассматривается как то, что позволяет существовать объему. При этом поверхность рассматривается как объект мелко размерного пространства. Обсуждается тот факт, что подавляющее большинство актов разрушения зарождается в поверхностном мелко размерном слое.			
4	2-Дробно-размерные структуры	Фрактальные структуры Развиваются представления о фрактальной структуре, как о структуре, которая обладает свойствами самоподобия, т.е. состоит из таких фрагментов, структурный мотив которых повторяется при изменении масштаба. Показано, что фрактальную структуру характеризует значение степени заполненности пространства структурой, которая не является целой величиной.	2		
5	3-Иерархия структур в твердых телах	Синергетика в материаловедении. Бифуркация Показано, что исследование новых представлений для описания сложных структур позволяет поднять на новый уровень моделирование физико-химических процессов получения новых материалов и обес-	2		

		печения надежности материалов, эксплуатируемых в технических устройствах. Анализ неравновесных систем может выстраиваться в понятиях бифуркации, которая является точкой крайней неустойчивости, в которой ситуация может измениться спонтанно в любом из множества возможных направлений. При этом выбор, который реализован в точке бифуркации, закрывает другие альтернативы.			
	-	ИТОГО:	10		

4.3. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	№ ЛР	Название лабораторной работы	Трудоемкость, часы		
			очная	очно-заочная	заочная
1-Оценка и систематизация научных знаний	3	Фазовые портреты колебательных систем Ответить на контрольные вопросы Ответить на контрольные вопросы 1. Использование фазовых портретов для идентификации дефектов в системе вращающихся элементов машин 2. Механохимическая коррозия сталей 3. Изменение прочностных	6		

		свойств поверхности сталей за счет внедрения азота и углерода 4. Аллотропные формы углерода 5. Свойства и применение наночастиц при формировании структуры композитов 6. Проблема накопления упругих деформации в протяженных системах при их взаимодействии со средой			
2-Дробно-размерные структуры	1	Фрактальная размерность распределения структурных составляющих в сталях Ответить на контрольные вопросы 1. Дать определение синергетике. Связь между энтропией и информацией 2. Фракталы как дробно размерные объекты. Природные и сгенерированные фракталы 3. Поверхность и поверхностная энергия 4. Процессы, сопровождающиеся бифуркациями. Потеря устойчивости формы оболочек. 5. Механизмы адаптации конструкционных материалов при циклическом нагружении 6. Цифровые	6		

		двойники как способ обеспечения долговечности объектов			
3-Иерархия структур в твердых телах	2	Зависимость работы разрушения от толщины образцов Ответить на контрольные вопросы 1. Организация иерархических структур в системе железо – углерод 2. Природа и структура эвтектоида в системе железо-углерод 3. Неравновесность как необходимое условия развития 4. Закономерности возникновения звуковых волн при деформировании и разрушении твердых тел 5. Учет наличия собственных частот вращающихся элементов при проектировании роторов машин 6. Мультифрактальные параметры, описывающие степень упорядоченности поликристаллических материалов	6		
-		ИТОГО:	18		

4.5. Виды СРО

Номер раздела	Вид СРО	Трудоемкость, часы		
		очная	очно-заочная	заочная
1-Оценка и систематизация научных знаний	подготовка к сдаче зачета, экзамена	2		
1-Оценка и систематизация научных знаний	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	18		
1-Оценка и систематизация научных знаний	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	19		
2-Дробно-размерные структуры	подготовка к сдаче зачета, экзамена	2		
2-Дробно-размерные структуры	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	14		
2-Дробно-размерные структуры	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	19		
3-Иерархия структур в твердых телах	подготовка к сдаче зачета, экзамена	3		
3-Иерархия структур в твердых телах	подготовка к лабораторным и/или практическим занятиям	18		
3-Иерархия структур в твердых телах	изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку	19		
-	ИТОГО:	114		

Темы для самостоятельной работы обучающихся

Раздел 1. Оценка и систематизация научных знаний

Написание эссе на тему "Применение принципов синергетики к моей научно-исследовательской работе"

Раздел 2. Дробно-размерные структуры

Освоение принципов работы в программы MFDrom

Раздел 3. Иерархия структур в твердых телах

Определение удельной работы разрушения конструкционных материалов

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
Электронная библиотечная система eLIBRARY	http://elibrary.ru/
Электронная библиотечная система издательства «ИНФРА-М»	http://znanium.com/
Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ»	http://e.lanbook.com/
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 помеще- ния	Оснащенность помещения (перечень основного оборудо- вания)	Наименование поме- щения
1	МехМ-10	Автоматический цифровой рефрак- тометр А.KRUSS OptronicDR6200(1);Дефектоскоп переносной Ferrotest GWH 15(1);Комплекующие для универ- сальной сервогидравлической ис- пытат. машины Инстрон 8801(1);Компьютер Intel Core i3- 2100(3);Криотермостат жидкост- ный LOIP FT-311-80 (LA-501) (1);Микротвердомер ПМТ-3М с МОВ-1-16(1);Осциллограф Handyscope HS5-540-W5 500 MS/s model(1);Проектор BenQ Projector MX760(1);Системный блок Р- 4(1);Стол для весов(1);Стол рабо- чий (керамогранит)(7);Стол-мойка без сушилки(3);Твердомер Рок- велла Instron Wilson Hardness574T(1);Универсальный электродинам. стенд-копер Инстрон 9340 в комплекте(1);Уста- новка для стат. и цикл. испытаний конструкц-ых мат-ов(1);Уч-исслед. лаб установка для исслед. процес-в ректиф-ии в ректификак-й колонне(1);Шкаф ШХА 50 (50) (2);Шкаф вытяжной ШВР 1.2.1(1);Столы, стулья	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудова- нием, в зависимости от сте- пени сложности.
2	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);Мони- тор 19" Acer(1);Монитор ASUS VA24DQ Black 23,8", шт(3);Сер- висное устройство д\очистки Katun 3 м(1);Системный блок CRONA:i7 11700/DDR4 2*16GB/SSD 250Gb Samsung/HDD 1Tb/600W(3);Шкаф(ы) для хране- ния	Помещения для хранения и профилактического обслу- живания учебного оборудо- вания
3	7-010	Комплект макетов элементов производственных установок ПО- ЛИЭФ(1);Лаборатория материал. (1);Проектор BenQ Projector MX760(1);Стол лабораторный низ- кий(1);Экран STAR AV 84x84 MW White Case <209004B>(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для те- кущего контроля и проме- жуточной аттестации – укомплектована специали- зированной (учебной) ме- белью, техническими сред- ствами обучения.
4	7-301	Доска одноэлементная для мела 1500*1000мм(2);Комплект де- монстрационного оборудования Projector-300(1);Системный блок ПК Core-2(1);Столы, стулья	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций
5	7-315	Компьютер i3-3240 BenQ 21.5" K1(1);Компьютер K2 i3-3240 BenQ 21.5"(1);Оптико-эмиссионный спектрометр "МСА" модификации 14	Лаборатория – оснащенная лабораторным оборудова- нием, в зависимости от сте- пени 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	Microsoft Office	Дата выдачи лицензии 24.09.2018, Поставщик: ООО "Софтлайн Проекты"
2	Антивирус Kaspersky	Дата выдачи лицензии 27.10.2010

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: (51396)(51396)Синергетика-парадигма современной науки

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);

Тип	Назначение учебных изда- ний	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 выполнения СРО; Для изучения теории;	1			Фёдоров, В. В. Основы эргодинамики и синергетики деформируемых тел : монография / В. В. Фёдоров. — Калининград : КГТУ, 2012 — Часть 1 : Основы физической механики деформируемых тел (состояние проблемы) — 2012. — 159 с. — ISBN 978-5-94826-327-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/188069 (дата обращения: 09.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Основная литература	Для выполнения СРО; Для изучения теории;	1			Фёдоров, В. В. Основы эргодинамики и синергетики деформируемых тел : монография / В. В. Фёдоров. — Калининград : КГТУ, 2013 — Часть 2 : Основы экспериментальной термодинамики и кинетики деформируемых тел — 2013. — 96 с. — ISBN 978-5-94826-350-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/188071 (дата обращения: 09.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00

Основная литература	Для выполнения СРО; Для выполнения лабораторных работ;	1			Зубарев, Ю. М. Динамические процессы в технологии машиностроения. Основы конструирования машин : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-8363-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175499 (дата обращения: 09.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Дополнительная литература	Для выполнения СРО; Для изучения теории;	1			Секованов, В. С. Фрактальная геометрия. Преподавание, задачи, алгоритмы, синергетика, эстетика, приложения : учебное пособие / В. С. Секованов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 180 с. — ISBN 978-5-8114-3264-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/206216 (дата обращения: 09.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	1	http://www.e.lanbook.com	1.00
Примечание – Графы 1-5,8 заполняются кафедрой, графы 7 и 9 - библиотекой								

Составил:

_____ профессор, док-р. техн. наук - И.Р. Кузеев

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

Год приема 2023 г.

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

Наименование дисциплины: (51396)(51396)Синергетика-парадигма современной науки

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		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Для выполнения лабораторных работ;	1			Синергетика – парадигма современной науки : учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Синергетика – парадигма современной науки" / УГНТУ, каф. ТМО ; сост.: И. Р. Кузеев [и др.]. - Уфа : УГНТУ, 2023. - 1,21 Мб. - URL: http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Kuzeev16969.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, док-р. техн. наук - И.Р. Кузеев

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

—
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
(51396) Синергетика-парадигма современной науки**

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):

_____ профессор, док-р. техн. наук - И.Р. Кузеев
 —
 _____ доцент, канд. техн. наук- В.А. Гафарова
 —
 Рецензент
 _____ профессор, док-р. техн. наук - Е.А. Наумкин
 —

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	Оценка и систематизация научных знаний	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)	современные приемы и методики исследований иерархических структур в неравновесных системах	ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	Использует взаимосвязь между энтропией информации при изучении перехода систем к хаосу	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
		З(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	Называет основные понятия изученные в курсе	Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	Строит фазовые портреты колебательных систем, применяет принципы синергетики к научно-исследовательской работе	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
4	Дробно-размерные структуры	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	Рассчитывает фрактальную размерность распределения структурных составляющих в углеродистых сталях	Лабораторная работа Письменный и устный опрос

		З(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	Называет принципы формирования поверхности, как объекта дробно-размерного пространства	Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	Вычисляет дробную размерность регулярных фракталов	Письменный и устный опрос Тест
7	Иерархия структур в твердых телах	В(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	Проводит оценку износа конструкционных материалов в неравновесных системах по методике «Оценка ресурса, прочности и ранней диагностики в квазимногослойных оболочках применительно к змеевикам печей пиролиза»	Лабораторная работа Письменный и устный опрос
		З(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики	Называет характерные особенности перехода конструкции в новую форму устойчивости	Лабораторная работа Письменный и устный опрос Тест
		У(ПК-1-ИНИЦТ-23)		ПК-1.1 Способен выстроить методику иссле-	Использует зависимость между объемом	Лабораторная

				дований в условиях неопределенности по принципам синергетики	и удельной энергией разрушения для оценки физико-механических характеристик материала	работа 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	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 обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил лабораторную работу. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. Обучающийся правильно ответил на теоретические и письменные вопросы, показал отличные знания в рамках учебного материала. оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если обучающийся частично правильно ответил на теоретические вопросы. Правильно выполнил лабораторную работу. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. Обучающийся частично правильно ответил на теоретические и письменные вопросы, показал отличные знания в рамках учебного материала. оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся частично правильно ответил на теоретические вопросы. Допустил ошибки при выполнении лабораторной работы. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на часть дополнительных вопросов. оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении лабораторной работы продемонстрировал

				недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. Обучающийся не ответил на вопросы по изученным темам.
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 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 «<i>отлично</i>» выставляется обучающемуся, если обучающийся владеет понятийным аппаратом, демонстрирует глубину и полное овладение содержанием учебного материала, в котором легко ориентируется. оценка «<i>хорошо</i>» выставляется обучающемуся, если обучающийся умеет грамотно излагать материал, но при этом содержание и форма ответа могут иметь отдельные неточности. оценка «<i>удовлетворительно</i>» выставляется обучающемуся, если обучающийся демонстрирует понимание основных положений учебного материала, излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновывать свои суждения. оценка «<i>неудовлетворительно</i>» выставляется обучающемуся, если обучающийся имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл.
3	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. Дать определение синергетике. Связь между энтропией и информацией

Развернутый ответ.

Синергетика (от греч. «совместно» и греч. «действующий») — междисциплинарное направление научных исследований, задачей которого является изучение природных явлений и процессов на основе принципов самоорганизации систем (состоящих из подсистем). Синергетика изначально заявлялась как междисциплинарный подход, так как принципы, управляющие процессами самоорганизации, представляются одними и теми же, безотносительно природы систем и для их описания должен быть пригоден общий математический аппарат. С мировоззренческой точки зрения синергетику иногда позиционируют, как «глобальный эволюционизм» или «универсальную теорию эволюции», дающую единую основу для описания механизмов возникновения любых новаций подобно тому, как некогда кибернетика определялась, как «универсальная теория управления», одинаково пригодная для описания любых операций регулирования и оптимизации: в природе, в технике, в обществе.

Информация – центральное понятие кибернетики.

- одна из сущностей мира (материя - дух - информация);
- философская категория;
- всеобщее свойство материи;
- сведения, которыми обменивается система;
- система знаков;
- мера свободы чьего-либо выбора, логарифм доступных выборов.

Информационная энтропия – мера неполноты информации о внутренней структуре системы.

Теорема Шеннона - (касается передачи сигнала при наличии помех, приводящих к искажениям), возможность восстановления сигнала зависит от скорости его передачи, при скорости выше критической сигнал не может быть восстановлен.

2. Процессы, сопровождающиеся бифуркациями. Потеря устойчивости формы оболочек.

Теория бифуркаций систем дифференциальных уравнений берёт своё начало с работ А.Пуакаре. Бифуркация – изменение характера движения динамической системы и особенностей решений, систем дифференциальных уравнений, описывающих это движение (например, скачкообразное изменение фазовых портретов) на большом временном интервале при изменении одного или нескольких параметров, описывающих её уравнений. Это смена топологической структуры разбиения фазового пространства динамической системы на траектории при плавном изменении её параметров. При математическом анализе процессов бифуркации обычно ориентируются на гладкие семейства нелинейных автономных систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Значения параметров, при которых происходят эти качественные изменения фазовых портретов, называются бифуркационными значениями или точками бифуркации.

Потеря устойчивости оболочек имеет характерные особенности. В расчетах стержней и стержневых систем на устойчивость можно ограничиться определением изогнутых равновесных форм, лежащих в окрестностях основного состояния (это так называемая устойчивость системы «в малом»). При определении критических нагрузок, действующих на оболочку, такой подход приводит к выявлению верхней критической нагрузки. Основное состояние оболочки обычно соответствует ее безмоментному напряженному состоянию.

Но опыт показывает, что при потере устойчивости оболочки ее новая равновесная форма существенно отличается от исходной; поверхность резко искажается, и оболочка получает большие

прогибы. На практике процесс перехода к новой равновесной форме сопровождается хлопком. В этом случае исследование устойчивости возможно только на основе нелинейной теории, учитывающей упругие перемещения, соизмеримые с толщиной оболочки. Этот подход называется исследованием устойчивости «в большом» и позволяет определить нижнюю критическую нагрузку. При нагрузках, меньших нижней критической, оболочка будет устойчивой не только «в малом», но и «в большом».

3. Поверхность и поверхностная энергия

Поверхностная энергия, также свободная поверхностная энергия, поверхностная энергия Гиббса — термодинамическая функция, характеризующая энергию межмолекулярного взаимодействия частиц на поверхности раздела фаз с частицами каждой из контактирующих фаз. Другое определение поверхностной энергии — это потенциальная энергия, которая сосредоточена на межфазной поверхности (границе раздела фаз), необходимая для образования единицы площади поверхности. Является избыточной по сравнению с энергией в объёме, то есть не равной нулю. Единица измерения в системе СИ — Дж/м².

Существование свободной поверхностной энергии вместе с поверхностным натяжением является причиной возникновения метастабильных состояний (состояний переохлаждения, пересыщения).

4. Фракталы как дробно размерные объекты. Природные и сгенерированные фракталы

5. Механизмы адаптации конструкционных материалов при циклическом нагружении

6. Цифровые двойники как способ обеспечения долговечности объектов

7. Колебания и их фазовые портреты

8. Мультифрактальность системы с точки зрения разрушения

9. Бимодальный характер усталостного разрушения в малоциклового области нагружения

10. Детерминированный хаос и его свойства

11. Ячейки Релея - Бенара как пример самоорганизующейся структуры

12. Удельная работа разрушения сталей и ее использование для характеристики износа

13. Организация иерархических структур в системе железо – углерод

14. Природа и структура эвтектоида в системе железо-углерод

15. Неравновесность как необходимое условия развития

16. Закономерности возникновения звуковых волн при деформировании и разрушении твердых тел

17. Учет наличия собственных частот вращающихся элементов при проектировании роторов машин

18. Мультифрактальные параметры, описывающие степень упорядоченности поликристаллических материалов

19. Использование фазовых портретов для идентификации дефектов в системе вращающихся элементов машин

20. Механохимическая коррозия сталей

21. Изменение прочностных свойств поверхности сталей за счет внедрения азота и углерода

22. Аллотропные формы углерода

23. Свойства и применение наночастиц при формировании структуры композитов

24. Проблема накопления упругих деформации в протяженных системах при их взаимодействии со средой

25. Синергизм как принцип эволюции систем

26. Расчетно-экспериментальный подход к описанию процессов деформирования и разрушения

27. Сварные соединения как сложные системы

28. Цифровые двойники

29. Фуллерены в сталях и чугунах

30. Эволюция структур в композиционных материалах на основе полимеров

Тест.

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

1. Синергетика это
 - наука об общих закономерностях строения, развития и эволюции материи на различных уровнях её организации. (правильный ответ)
 - связь между прошлым и будущим
 - методика подготовки поверхности к металлографическим исследованиям
 - система выбора между правильным и неправильным решением
2. Связь между энтропией и информацией
 - чем меньше энтропия, тем больше информация. (правильный ответ)
 - энтропия и информация не связанные величины
 - энтропия оценивает ложность информации
 - между энтропией и информацией существует квадратичная связь.
3. Диссипативная система это
 - это устойчивое состояние, возникающее в неравновесной среде при условии рассеивания энергии, которая поступает извне (правильный ответ)
 - система, которая поглощает другую систему
 - система, которая регулирует финансовые потоки
 - разновидность кровеносной системы
4. Фрактал это
 - множество, обладающее свойством самоподобия. (правильный ответ)
 - древний язык для описания человеческого существа
 - числовой ряд из нечетных чисел
 - это разновидность насмешки над человеком
5. Вейвлет-анализ это
 - особый тип линейного преобразования сигналов и отображаемых этими сигналами физических данных о процессах и физических свойствах природных сред и объектов. (правильный ответ)
 - анализ линейных алгебраических систем
 - система определения достаточности деталей для ремонта
 - оценка способности учащегося запоминать большой объем знаний
6. Может ли возникнуть порядок из хаоса
 - при наличии нескольких параметров порядка возможны различные пути самоорганизации и различные «сценарии» возникновения порядка из хаоса. (правильный ответ)
 - из хаоса не может возникать порядок
 - порядок всегда стремится к хаосу
 - это не совместимые понятия
7. Топологическая размерность пространства это
 - Топологическая размерность — это обычная геометрическая размерность. Она принимает исключительно целые значения. (правильный ответ)
 - риманово многообразие постоянной отрицательной кривизны, равной -1.
 - параметр, связывающий пространство со временем
 - критерий правильности архитектуры здания
8. Губка Менгера это
 - геометрический фрактал, трёхмерный аналог ковра Серпинского. (правильный ответ)
 - морское животное
 - устройство для сбора разлившейся нефти
 - особый вид губки для мытья оконного стекла
9. Бифуркация это
 - приобретение нового качества в движениях динамической системы при малом изменении её параметров (правильный ответ)
 - форма общественного несогласия с процессом обучения
 - мотивация ученика к обучению

- ложная тревога

10. Природа поверхностной энергии

- Поверхностные атомы вследствие свободных связей обладают большей энергией, нежели атомы внутри твердого тела. Разность этих энергий определяется как поверхностная энергия (правильный ответ)
- поверхностная энергия возникает за счет нестабильности атомов при соприкосновении с окружающей средой
- такого понятия как поверхностная энергия не существует
- поверхностная энергия возникает за счет поглощения фотонов

Лабораторная работа.

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

Лабораторная работа 1

«Фрактальная размерность распределения структурных составляющих в сталях»

Цель лабораторной работы: получить правильное представление о мелко-размерном распределении свойств в поверхностном слое конструкционным материалов.

Задачи лабораторной работы:

1. Изучить (подготовить) объект к проведению исследований
2. Изучить работу используемого оборудования и программного комплекса MFRDrom для расчета мультифрактальных параметров.
3. Провести анализ полученных результатов.
4. Оформить отчет.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы:

1. Твердомер;
2. Оптический микроскоп;
3. Компьютеры;
4. Образцы для исследований;
5. Программа MFRDrom;
6. Шлифовально-полировальный станок;
7. ИКН-2М-8 (ИКН-9М-12).

Порядок выполнения работы

1. Подготовить образцы для исследований
2. Изучить принцип работы необходимого оборудования
3. Изучить работу программного комплекса MFRDrom для расчета мультифрактальных параметров.
4. Провести анализ полученных результатов.
5. Оформить отчет.

Меры безопасности

1. К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по охране труда и пожарной безопасности с внесением записей в соответствующие журналы инструктажа.
2. Работа с оборудованием при выполнении лабораторной работы допускается только в присутствии преподавателя или лаборанта с соблюдением мер безопасности.
3. Запрещается работать с приборами лицам, не ознакомленным с техническим описанием и руководством (инструкцией) по его эксплуатации.

Требования, предъявляемые к оформлению отчета

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- краткие теоретические сведения (учитывающие контрольные вопросы);
- схема образцов и последовательность измерения;
- расчеты на основании полученных измерений;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Как проводится традиционный микроструктурный анализ металлов и сплавов?
2. Какие параметры микроструктуры металлических материалов Вам знакомы?
3. Какие методы количественного описания структур ранее уже применялись Вами при металлографическом анализе исследуемого материала?
4. Как Вы понимаете суть параметризации объекта? Сформулируйте свое определение термина параметризации структуры материала.
5. В чем заключается особенность фрактальной параметризации структур материалов? Поясните её основные принципы.
6. Что такое мультифрактал?
7. Что понимается под степенью однородности структуры с позиции фрактальной терминологии?
8. Что представляет собой мультифрактальный параметр скрытой периодичности (упорядоченности) структуры? Что он отражает?
9. Какие взаимосвязанные фрактальные размерности можно получить в результате мультифрактального анализа исследуемого объекта?
10. Проведите самостоятельный мониторинг программных продуктов, использующих при количественном описании структур объектов мультифрактальный подход.

Лабораторная работа 2

«Зависимость работы разрушения от толщины образцов»

Цель лабораторной работы: оценка уровня воздействия внешних факторов на степень деградации конструкционных материалов.

Задачи лабораторной работы:

1. Провести статические испытания
2. Рассчитать работу разрушения, удельную работу разрушения и рассчитать переводные коэффициенты.
3. Провести анализ полученных результатов.
4. Оформить отчет.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы:

1. Сервогидравлическая испытательная система Instron 8801;
2. Компьютеры;
3. Образцы для исследований.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить образцы для исследований
3. Изучить принцип работы необходимого оборудования
3. Изучить методику расчета работы разрушения, удельной работы разрушения и определения коэффициентов.
4. Провести анализ полученных результатов.
5. Оформить отчет.

Меры безопасности

1. К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по охране труда и пожарной безопасности с внесением записей в соответствующие журналы инструктажа.
2. Работа с оборудованием при выполнении лабораторной работы допускается только в присутствии преподавателя или лаборанта с соблюдением мер безопасности.
3. Запрещается работать с приборами лицам, не ознакомленным с техническим описанием и руководством (инструкцией) по его эксплуатации.

Требования, предъявляемые к оформлению отчета

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- краткие теоретические сведения (учитывающие контрольные вопросы);
- схема образцов и последовательность измерения;
- расчеты на основании полученных измерений;

- Выводы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение упругой и пластической деформации.
2. Чем отличаются процессы упругого и пластического деформирования материала?
3. Что такое работа разрушения (работа деформации)?
4. Как определяется работа разрушения при испытании на статическое растяжение?
5. Из чего складывается полная работа деформации при статическом растяжении образца?
6. Что такое удельная работа разрушения?
7. На какие две части делится кривая растяжения в точке с максимальным усилием или напряжением?
8. Чем отличается вязкое разрушение от хрупкого?

ссылка на методические рекомендации:

http://bibl.rusoil.net/base_docs/UGNTU/TMO/Kuzeev16969.pdf

Аннотация к рабочей программе дисциплины (51396) Синергетика-парадигма современной науки

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-1.1 Способен выстроить методику исследований в условиях неопределенности по принципам синергетики

Результат обучения

Знать:

ПК-1-ИНИЦТ-23-1 современные приемы и методики исследований иерархических структур в неравновесных системах

Уметь:

ПК-1-ИНИЦТ-23-1 вычислять фрактальную размерность самоорганизующихся систем

Владеть:

ПК-1-ИНИЦТ-23-1 алгоритмами поиска самоорганизующихся систем в технике

Краткая характеристика дисциплины

Оценка и систематизация научных знаний; Дробно-размерные структуры; Иерархия структур в твердых телах;

Трудоёмкость (з.е. / часы)

4 з.е. (144час)

Вид промежуточной аттестации

диф.зачет;

Разработчик(и):

_____ профессор, док-р. техн. наук - И.Р. Кузеев

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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТМО _____ И.Р. Кузеев