

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 25.11.2022 08:47:41  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Общей и теоретической физики*

**Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)**

дисциплина

***Б1.О.38 Термодинамика неравновесных процессов***

обязательная часть

Специальность

***21.05.05***  
код

***Физические процессы горного или нефтегазового производства***  
наименование специальности

Программа

***специализация N 2 "Физические процессы нефтегазового производства"***

Форма обучения

***Заочная***

Для поступивших на обучение в  
***2022 г.***

Стерлитамак 2022

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

<b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
ОПК-12. Способен в составе творческих коллективов и самостоятельно, контролировать соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и документам промышленной безопасности, разрабатывать, согласовывать и утверждать в установленном порядке технические и методические документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ	ОПК-12.1. Организует профессиональную деятельность с учётом основ метрологии, правовых основ и систем стандартизации применительно к горному или нефтегазовому делу, в том числе для разработки проектных инновационных решений по добыче, переработке полезных ископаемых.	Обучающийся должен знать: основные физические процессы, приводящие к генерации упорядоченности через диссипацию энергии.
	ОПК-12.2. Использует правовые основы и нормативные документы, регламентирующие метрологическое обеспечение и методики обслуживания.	Обучающийся должен уметь: провести анализ и расчет параметров адаптивного движения неравновесных термодинамических систем.
	ОПК-12.3. Использует в профессиональной деятельности нормативно-правовую систему технического регулирования; методы и средства технического контроля в условиях действующего горного или нефтегазового производства.	Обучающийся должен владеть: возможными инженерными приложениями теории самоорганизации в различных областях знания.

**2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Цели изучения дисциплины:

введение в современную термодинамику, начиная с ее исторических корней, включая сильно неравновесные состояния.

Задача курса - сформировать представление о развитии физических методов исследования

Дисциплина изучается на 6 курсе в 11, 12 семестрах

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 108 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	8
практических (семинарских)	14
другие формы контактной работы (ФКР)	1,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	3,8
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	81

Формы контроля	Семестры
экзамен	12

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
<b>1</b>	<b>ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>81</b>
1.1	Введение	0	0	0	10
1.2	Открытые системы. Линейное приближение	2	4	0	12
1.3	Нелинейные системы. Явление самоорганизации	2	4	0	15
1.4	Открытые системы с иерархической эволюционной динамикой. Рефлексивное структурообразование	2	2	0	16
1.5	Значение дисциплины в различных областях знания	2	4	0	16
1.6	Заключение	0	0	0	12
	<b>Итого</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>81</b>

**4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)**

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела /	Содержание
---	------------------------	------------

	темы дисциплины	
<b>1</b>	<b>ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.2	Открытые системы. Линейное приближение	Равновесное состояние. Упорядочение элементов системы по механизму Больцмана. Направление эволюционных процессов в изолированной системе. Термодинамические потенциалы. Неравновесное состояние. Силы и потоки. Производство энтропии. Элементы линейной теории Онзагера. Вариационные принципы линейной термодинамики необратимых процессов. Теорема Пригожина о минимуме производства энтропии. Перекрестные явления. Эффекты упорядочения в открытой системе (докритические состояния).
1.3	Нелинейные системы. Явление самоорганизации	Сильнонеравновесное состояние. Автокаталитический процесс и потеря устойчивости системы. Упорядочение через диссипацию энергии. Диссипативные структуры и самоорганизация. Примеры образования диссипативных структур. Направление эволюции открытой самоорганизующейся системы (теорема о полном производстве энтропии). Анализ устойчивости системы. Обобщенная модель самоорганизующейся системы. Автоволновые процессы. Бифуркации и отбор эволюционных ветвей. Законы подобия. Фазовый портрет и аттракторы эволюционных траекторий. Типы аттракторов. Неравновесный кинетический фазовый переход. Переход к хаосу. Хаотический (странный) аттрактор, свойства и условия возникновения. Детерминированный хаос. Конструктивная роль хаотических движений в адаптационных процессах.
1.4	Открытые системы с иерархической эволюционной динамикой. Рефлексивное структурообразование	Иерархические уровни. Взаимодействие двух фундаментальных принципов упорядочения. Оперативная и консервативная подсистемы. Характерные поля диссипативных структур (ДС). Физическая адаптация материалов и сред к полям ДС. Адаптивные неоднородности. Рефлексивные структуры и рефлексивные системы. Вариационный принцип эволюции рефлексивных систем. Эффект восстановления моды коллективных движений в открытых системах под влиянием адаптивных неоднородностей. Модальные вырождения и модальный отбор. Программируемый неравновесный кинетический фазовый переход. Аттракторы в рефлексивной системе. Примеры открытых систем с иерархической эволюционной динамикой

1.5	Значение дисциплины в различных областях знания	Физика неравновесного состояния. Образование динамических структур. Химические осцилляторы. Физика твердого тела: мультистабильность, автоволны, хаос. Материаловедение: от формообразователей в технологии к естественной генерации форм (морфогенезу). Синергетические материалы. Самоорганизованность и согласованность биосистем. Теории нейронной активности. Архитектура нейросетевых систем. Преодоление функционального дефицита в элементной базе. Экологическая совместимость будущих технологий.
-----	---	---

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	<b>ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.2	Открытые системы. Линейное приближение	Обобщенные силы и потоки. Примеры расчета и анализа перекрестных процессов в открытой системе. Вариационные принципы в термодинамике открытых систем. Примеры расчета скорости производства энтропии (слабонеравновесные состояния)
1.3	Нелинейные системы. Явление самоорганизации	Критические явления при переходе к сильнонеравновесному состоянию. Расчет (оценка) критических значений параметров неравновесности. Фазовые портреты диссипативных систем. Расчет и построение фазовых траекторий, определение аттрактора
1.4	Открытые системы с иерархической эволюционной динамикой. Рефлексивное структурообразование	Модальное подчинение. Механизмы действия аттракторов. Определение параметров адаптации рефлексивной системы
1.5	Значение дисциплины в различных областях знания	Элементы теории протекания. Расчет критических значений концентраций заблокированных узлов при различных координационных числах