

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета

27.06 2023 г.

Введение в синергетику

рабочая программа дисциплины (модуля)

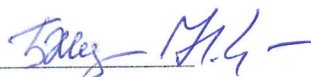
Закреплена за кафедрой	Физических процессов горного производства		
Учебный план	21050551_23_1фпгпн г.plx Специальность 21.05.05 - РФ, 630004 - КР Физические процессы горного или нефтегазового производства Направленность "Физические процессы горного производства"		
Квалификация	специалист		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах: зачеты с оценкой 7	
в том числе:			
аудиторные занятия	54		
самостоятельная работа	53,8		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<u><Курс>.&u><Семестр на курсе></u>)	7 (4.1)		Итого	
Неделя	17			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Контактная работа в период теоретического обучения	0,2	0,2	0,2	0,2
В том числе инт.	8	8	8	8
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54,2	54,2	54,2	54,2
Сам. работа	53,8	53,8	53,8	53,8
Итого	108	108	108	108

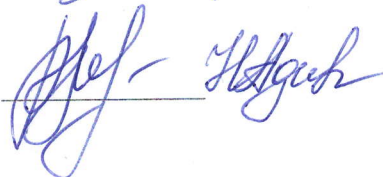
Программу составил(и):

д.т.н., профессор, Калинина Н.М.; к.э.н., доцент, Орманова Ж.Б.



Рецензент(ы):

д.ф.-м.н., профессор, Адигамов Н.С.; д.ф.н., профессор, Бугазов А.Х.



Рабочая программа дисциплины

Введение в синергетику

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 21.05.05
Физические процессы горного или нефтегазового производства (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 981)

составлена на основании учебного плана:

Специальность 21.05.05 - РФ, 630004 - КР Физические процессы горного или нефтегазового производства
Направленность "Физические процессы горного производства"

утвержденного учёным советом вуза от 27.06.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Физических процессов горного производства

Протокол от 26.05.2023 г. № 10

Срок действия программы: 2023-2028 уч.г.

Зав. кафедрой д.т.н., проф. Шамсутдинов М.М.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

_____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры**Физических процессов горного производства**Протокол от _____ 2024 г. № ____
Зав. кафедрой д.т.н., проф. Шамсутдинов М.М.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

_____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры**Физических процессов горного производства**Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой д.т.н., проф. Шамсутдинов М.М.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

_____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры**Физических процессов горного производства**Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой д.т.н., проф. Шамсутдинов М.М.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

_____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры**Физических процессов горного производства**Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой д.т.н., проф. Шамсутдинов М.М.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	преодоление разрыва между технической и гуманитарной культурой;
1.2	ознакомление с основами системного подхода и синергетики;
1.3	ознакомление с современными концепциями синергетики применительно к природным, техническим и социальным системам;
1.4	ознакомление с системными основаниями современных управленческих и социокультурных проблем с позиций синергетики;
1.5	привитие навыков применения синергетических принципов при решении проблем управления и коммуникации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Безопасность жизнедеятельности
2.1.2	Термодинамика
2.1.3	Противодействие религиозному экстремизму и формирование толерантности
2.1.4	Физика
2.1.5	Экология
2.1.6	Химия
2.1.7	Философия
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Комплексное освоение минеральных ресурсов
2.2.2	Проектирование открытой добычи полезных ископаемых
2.2.3	Проектирование разработки полезных ископаемых традиционными способами
2.2.4	Нетрадиционные геотехнологии в разработке полезных ископаемых

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-14: Способен применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов

Знать:

Уровень 1	Понятия и признаки базовых знаний навыков теоретических и методологических основ использования знаний нормативно-инструктивных документов по промышленной безопасности, в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов.
Уровень 2	Теоретические основы и технологию формирования использовать функционал и инструменты решения типовых учебных задач применять знания систем по обеспечению промышленной безопасности, в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов
Уровень 3	Сущность и характеристики разработки план навыков демонстрации базовых знаний систем по промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов.

Уметь:

Уровень 1	Решать типовые учебные задачи с демонстрацией базовых навыков теоретических и методологических основ использования знаний нормативно-инструктивных документов по промышленной безопасности, в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов.
Уровень 2	Выбирать и использовать решения типовых учебных задач применять знания систем по обеспечению промышленной безопасности, в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов.

Уровень 3	Определять навыки разрабатывать план навыков демонстрации базовых знаний систем по промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками работы с учебной литературой, основной терминологией знаний нормативно-инструктивных документов по промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов.
Уровень 2	Навыками использования решения типовых учебных задач применять знания систем по обеспечению промышленной безопасности, в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов.
Уровень 3	Навыками разрабатывать план навыков демонстрации базовых знаний систем по промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	ключевые идеи синергетики;
3.1.2	основы системного подхода и синергетики;
3.1.3	особенности образования и функционирования открытой сложной системы;
3.1.4	принципы эффективного взаимодействия частей и целого;
3.1.5	современные концепции детерминизма применительно к природным и социальным системам;
3.1.6	системно-синергетические модели эволюции;
3.1.7	особенности управления иерархически организованной системой;
3.1.8	проблемы моделирования сложных нелинейных систем.
3.2	Уметь:
3.2.1	раскрыть содержание базовых категорий теории систем и синергетики;
3.2.2	оценить физические, психологические, исторические и социальные явления с точки зрения системно-синергетической методологии;
3.2.3	определить проблемы, связанные со свободой выбора и необходимостью в точке бифуркации;
3.2.4	выделить управляющие параметры и параметры порядка при рассмотрении конкретных сложных систем;
3.2.5	оценить возможности эффективного взаимодействия различных уровней системы;
3.2.6	определить факторы, ведущие к состоянию кризиса системы;
3.2.7	применить системно-синергетический подход в своей профессиональной деятельности.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками публичной речи, аргументации с применением категориального аппарата синергетики;
3.3.2	навыками ведения дискуссий и полемики с позиций системно-синергетического подхода;
3.3.3	способностью оценки критических ситуаций в коллективе и выбора эффективных путей выхода из них;
3.3.4	основными принципами управления, направленными на сохранение целостности системы;
3.3.5	навыками применения синергетических принципов при решении проблем управления и коммуникации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Синергетика как новая парадигма. Развитие через неустойчивость							
1.1	Основные принципы синергетического мировидения. Ключевые идеи синергетики /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Э3			

1.2	История возникновения и развития теории самоорганизации и синергетики /Пр/	7	4		Л1.1 Л1.2Л2.3 Э3			
1.3	Синергетика как единая наука о единой природе /Ср/	7	4		Л1.2Л2.3 Л2.6			
1.4	Сложность в природе /Лек/	7	2		Л1.2Л2.2 Л2.8			
1.5	Явление самоструктурирования в детонационной волне низкоплотных взрывчатых смесей /Пр/	7	4		Л2.3 Э8			
1.6	Сложность в планетарном и космическом масштабах. Ячеистая структура Космоса /Ср/	7	4		Л1.4Л2.6			
	Раздел 2. Диссипативная самоорганизация и законы термодинамики							
2.1	Диссипативные структуры: особенности механизма их образования /Лек/	7	2		Л1.2Л2.8 Л2.11			
2.2	Горно-технологические процессы как диссипативная структура /Пр/	7	4		Л2.11 Э7			
2.3	Кластеры, фуллерены. Механизм образования /Ср/	7	4		Л1.2Л2.7 Л2.8 Л2.9			
2.4	Законы термодинамики применительно к открытой системе. Проблема времени /Лек/	7	2		Л1.2 Л1.4Л2.2 Л2.7 Л2.9	1		Презентация
2.5	Первое и второе начала термодинамики применительно к открытой системе. Понятие энтропии и проблема «тепловой смерти» Вселенной. /Пр/	7	4		Л1.2 Л1.4Л2.4 Л2.9	1		Презентация
2.6	Роль энтропии и информации для живого организма /Ср/	7	2		Л1.2Л2.2 Л2.8 Л2.9			
	Раздел 3. Сложная целостная система и ее свойства							
3.1	Свойства системы, обусловленные ее сложностью, открытостью, нелинейностью /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.9			
3.2	Поведение масс и организация коллективов как синергетические процессы /Пр/	7	4		Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э5			
3.3	Роль энтропийных процессов в поддержании гомеостаза горного объекта и горно-технологических процессов /Ср/	7	2		Л2.6 Л2.7 Л2.11			
3.4	Фрактальная структура. Критерии красоты в науке и искусстве /Лек/	7	2		Л1.2Л2.9	1		Презентация
3.5	Фрактальные структуры тектонических разломов в горных массивах. Математические множества с фрактальной структурой /Пр/	7	4		Л1.1Л2.2 Э10	1		Презентация

3.6	Фрактальная геометрия природы. Фрактальные структуры на поверхности Земли и в космосе /Ср/	7	4		Л2.2 Л2.10 Э9			
	Раздел 4. Эволюция сложной целостной системы. Расширение антропного принципа в синергетике							
4.1	Детерминированный и вероятностный этапы эволюции сложного целого. /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.3Л2.4 Л2.11			
4.2	Бифуркация, аттрактор. Управляемый хаос /Пр/	7	4		Л1.1 Л1.3Л2.6 Л2.12	1		Презентация
4.3	Обратная связь. Механизмы самоускорения /Ср/	7	4		Л1.3Л2.5 Л2.9 Э2			
4.4	Трансформация современного научного и инженерного мышления под влиянием системно-синергетической методологии /Лек/	7	2		Л1.3Л2.1 Л2.13	1		Презентация
4.5	Научно-техническая политика и проблема управления научно-техническим прогрессом общества с точки зрения синергетики /Пр/	7	4		Л1.3Л2.5 Л2.6	1		Презентация
4.6	Человекоразмерные технические системы. Проблемы их воспроизводства с точки зрения синергетики /Ср/	7	2		Л2.4 Л2.13			
4.7	Циклический характер эволюционных процессов. Синергетика в контексте культуры /Лек/	7	2		Л1.1 Л1.3Л2.5 Э5	1		Презентация
4.8	Космические ритмы и ритмы человека. Историометрические циклы Чижевского. /Пр/	7	4		Л1.1 Л1.3Л2.9 Л2.11 Э4			
4.9	Синергетика как способ интеграции естественнонаучного и гуманитарного образования. /Ср/	7	3,8		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.6 Э4			
4.10	Реферат /Ср/	7	24					
4.11	/КрТО/	7	0,2					
4.12	/ЗачётСОц/	7						

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы к экзамену

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:

1. Предтечи синергетики в мире науки.
2. Синергетика как наука о сложном.
3. Междисциплинарность синергетики.

4. Ключевые идеи и задачи синергетики.
 5. Типы систем: простые механические системы; системы с обратной связью; системы с саморазвитием (самоорганизующиеся системы).
 6. Явления самоорганизации в химии.
 7. Тепловая конвенция как прототип явлений самоорганизации в физике.
 8. Самоорганизация как механизм творческого мышления.
 9. Сложность в планетарном и космическом масштабах.
 10. Закрытая и открытая система.
 11. Термодинамика и синергетика: история их взаимодействия.
 12. Диссипация энергии. Виды энергии.
 13. Диссипативная структура, ее свойства, механизм образования.
 14. Упорядоченность и корреляции.
 15. Сложное целое и его свойства.
 16. Фракталы. Самоподобие процессов на различных уровнях.
 17. Когерентное вещество. Состояние когерентности применительно к сложной системе. Сверхизлучение.
 18. Нелинейность и обратные связи.
 19. Мировоззренческий смысл понятия «нелинейность».
 20. Бифуркация и нарушение симметрии.
 21. Аттракторы. Цели функционирования сложного целого применительно к процессам горного производства.
 22. Флуктуации и случайность.
 23. Управляющие параметры и параметры порядка.
 24. Синергетические принципы мягкого управления. Обосновать возможность их применения в горном производстве.
 25. Самоподдерживающиеся и самоускоряющиеся процессы. Механизмы самоускорения.
 26. Режимы с обострением.
 27. Гиперболический характер роста населения Земли.
 28. Параметры, определяющие количество структур в сложной нелинейной системе.
 29. Синергетика как способ интеграции естественнонаучного и гуманитарного образования.
 30. Принципы системно-синергетического подхода и безопасность горнотехнологических процессов.
- Вопросы для проверки уровня обученности УМЕТЬ:
1. Объясните основные различия между неклассическим и постнеклассическим естествознанием.
 2. Определите основные методологические функции синергетики применительно к горному производству.
 3. Объясните, как связаны системный подход, эволюционизм и синергетика.
 4. Дайте объяснение понятию «трансдисциплинарность» применительно к синергетике.
В чем различие между трансдисциплинарностью и междисциплинарностью?
 5. Объясните, что такое синтез и почему синергетику называют методологией синтеза?
 6. Эмерджентность. Дайте определение и объясните механизм возникновения этого свойства.
 7. Объясните, каким образом фрактальная структура подсистем отражается на свойствах сложного целого.
 8. Объясните, когда и почему в одной и той же системе могут проявляться детерминированность и стохастичность.
 9. Дайте определение нелинейности применительно к синергетическим системам и объясните механизм ее проявления.
 10. Для чего необходимо разнообразие в системе?
 11. Объясните, что такое качество энергии, и каким образом оно меняется при прохождении через иерархические уровни сложной системы.
 12. Объясните различия между понятиями «энтропия» и «негэнтропия».
 13. Объясните выражение И.Пригожина применительно к теории самоорганизации «Новый диалог человека с природой».
 14. Что такое гомеостазис и каким образом это понятие может быть применено к горному производству.
 15. Объясните, что такое неравновесные процессы и как они связаны с образованием диссипативных структур.
 16. Объясните, почему бифуркация рассматривается как необходимый элемент эволюции.
 17. Одна из ключевых идей синергетики состоит в том, что сложной нелинейной системе нельзя навязать путь развития.
Объясните, в каком случае и по каким причинам можно говорить об «управлении свободой».
 18. Объясните, в чем состоит различие между обратимыми и необратимыми процессами. Каким образом скорость протекания процессов связана с их необратимостью?
 19. Объясните механизм процессов, протекающих с обострением, и их роль в эволюции сложной системы.
 20. Антропный принцип в физике и синергетике. Объясните причины мировоззренческих дискуссий вокруг антропного принципа.
 21. Почему синергетику называют методологической основой футурологии?
 22. Объясните, с чем связаны фундаментальные ограничения в области прогноза поведения сложных систем.
 23. Объясните, каким образом можно управлять рисками. Опишите универсальный сценарий возникновения катастроф.
 24. Поясните, в чем заключается теория самоорганизованной критичности.
 25. Поясните, что означает выражение «фрактал есть красота в природе».
 26. Объясните, чем обусловлено различие между линейными и нелинейными фракталами.
 27. Сформулируйте и обоснуйте важнейшие признаки эстетики фракталов.
 28. Раскройте содержание синергетической модели режимов с обострением.
 29. Опишите и обоснуйте роль обратных связей при функционировании сложного целого.
 30. Раскройте содержание закона иерархических компенсаций Седова.

Вопросы для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ:

1. Перечислите основные принципы синергетики, укажите их особенности.
2. Какие системы могут быть объектом синергетики? Приведите примеры из области естественных, технических и

социальных систем.

3. Какими позициями можно выразить в обобщенном виде новизну синергетического подхода в исследовании систем различной природы?
4. Какие новые возможности и направления изучения открывает синергетическая интерпретация процессов, протекающих в открытых неравновесных системах? Проиллюстрируйте на примерах.
5. Что имеется в виду под универсальным механизмом, с помощью которого осуществляется самоорганизация как в живой, так и в неживой природе?
6. Каким образом синергетический подход меняет стратегию научного познания, способствует выработке принципиально новой картины мира?
7. Можно ли сказать, что возникновение синергетики знаменует начало новой научной революции? Обоснуйте свой ответ.
8. Опишите механизм образования и поведения толпы с точки зрения синергетики.
9. В чем различие подходов при описании поведения масс у Г.Лебона и А.Л.Чижевского?
10. Каким образом флуктуации и случайность влияют на процессы, протекающие в системе? Поясните на примерах.
11. В рамках синергетики способность к самоорганизации выступает как атрибутивное свойство материальных систем. Дайте объяснение этому утверждению.
12. Можно ли распространить действие второго начала термодинамики на всю Вселенную? Обоснуйте свой ответ.
13. Что с точки зрения синергетики означает выражение «целое есть нечто большее, чем сумма частей»?
14. Чем является куча песка, штабель досок с точки зрения теории самоорганизации: суммативной; целостной системой или полностью бессистемным образованием?
15. Какое понятие шире – «целое» или «система»? Обоснуйте свой ответ.
16. Как с точки зрения синергетики рассмотреть понятие «управляемый хаос»? Приведите примеры из области физических и социальных систем.
17. Можно ли с точки зрения синергетики объяснить смысл слов Иисуса Христа: «Я Есмь путь, и истина, и жизнь»?
18. Какие идеи и образы синергетики созвучны философии Востока? Поясните на примерах.
19. Каким образом рассматриваются понятия «эволюция» и «прогресс» с точки зрения синергетического подхода?
20. Непричинные виды детерминации. Трактовка понятий «целеисполнение» и «целеполагание», «телеология» и «телеономия» с точки зрения синергетики.
21. Опишите в синергетической терминологии смысл фразы Ф.Ницше: «Три превращения духа назвал я вам: как дух стал верблюдом, львом верблюд и, наконец, лев ребенком».
22. Как можно понять с точки зрения синергетики выражение Ф.Ницше «будущее управляет нашим сегодняшним днем»?
23. Сравните кибернетический и синергетический подходы при рассмотрении функционирования сложных систем.
24. Как в синергетике рассматриваются категории «прошлое», «настоящее», «будущее»? Сравните синергетический подход с представлениями о времени в классической науке.
25. Опишите механизмы, позволяющие управлять сложной целостной системой.
26. Опишите модель, которая позволяет определить эффективное взаимодействие различных иерархических уровней в сложном целом.
27. Обоснуйте одно из базовых положений синергетики «управлять, не управляя».
28. Раскройте смысл выражения: «Сложное целое представляет собой спектр структур-аттракторов, развивающихся в режиме с обострением».
29. Что означает выражение: «Синергетика занимается изучением систем, существенно выделенных из окружающей среды»?
30. Какие модели и образы синергетики могут быть применены при разрешении современных управленческих и социокультурных проблем? Проиллюстрируйте ответ примерами.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

не предусмотрен

5.3. Фонд оценочных средств

ТЕМЫ ПРЕЗЕНТАЦИЙ:

1. Синергетика как методологическая основа футурологии.
2. Синергетика, прогноз и управление риском.
3. Синергетика и проявление ее законов в природе и обществе.
4. Самоорганизация в живой и неживой природе.
5. Синергетика и самоорганизация.
6. Супрамолекулы, кластеры, фуллерены.
7. Синергетика в культуре современной цивилизации.
8. Синергетика как способ интеграции естественнонаучного и гуманитарного знания.
9. Бифуркации, динамический хаос и теория катастроф.
10. Земное эхо солнечных бурь.
11. Порядок – беспорядок в природе.
12. «Золотое сечение» и гармонизация процессов в неживой и живой природе.
13. Об эстетике фракталов и фрактальности искусства.
14. Античные представления о структурной гармонии мира.
15. Системно-структурный характер организации материального мира.
16. Влияние Космоса на жизнь на Земле.
17. Проблема времени в физике, химии, биологии и синергетике.
18. Мир как раздвоенное единство: состояния гармонии и дисгармонии, порядка и хаоса.
19. «Физические факторы исторического процесса» А.Л. Чижевского в свете синергетики.
20. Идеи Чижевского о цикличности процессов в Космосе и на Земле.

21. Глобальный эволюционизм – основа современной картины мира.
22. Синергетические идеи в современных космологических моделях.
23. Современные представления о структуре Вселенной.
24. От физики существующего к физике возникающего.
25. Роль энтропии и информации для живого организма.
26. Процессы самоорганизации в физике, химии, биологии.
27. Синергетика в социологии.
28. Самоорганизация и антропный космологический принцип.
29. Самоорганизация сложных систем и принципы гармонии.
30. Феномен одновременных научных открытий.
31. Козволюция биосферы и техносферы: проблемы и решения.
32. Социальная ответственность человека на надежность сложных социотехнических систем.
33. Трансгуманистические проекты в эпоху конвергентных технологий.
34. Механизм организации «цветных революций» с точки зрения синергетики.
35. Синергетика и кибернетика.
36. Самоорганизация как механизм творческого мышления.
37. Синергетика и исследование будущего.
38. Идеи синергетики и образы культуры.
39. Альтернативность и многовариантность развития научного знания.
40. Синергетика и образование.

КОЛЛОКВИУМ. Вопросы:

1. Кто является основоположником теории самоорганизации?
2. Кто является основоположником синергетики?
3. Какие концепции и теории предшествовали теории самоорганизации?
4. Что является предметом исследования теории самоорганизации?
5. В чем заключаются ключевые идеи синергетики? В чем состоит их новизна?
6. Назовите основные задачи синергетики.
7. Каким образом синергетика меняет стратегию научного познания?
8. Объясните смысл концепции тепловой смерти Вселенной. В чем состоят ее парадоксы с точки зрения современной науки?
9. В чем проявляются природные силы антиэнтропийного характера?
10. Что такое «неживая природа»? Что такое «косная природа»?
11. Чем отличается живое от неживого?
12. Что такое структурность применительно к Вселенной?
13. Перечислите и охарактеризуйте структурные уровни материи.
14. Дайте определение понятиям «система», «структура», «элемент».
15. Общая теория систем Л. фон Берталанфи.
16. Что такое организмическая концепция сложных систем?
17. Раскройте смысл дедуктивной теории систем У. Росса Эшби.
18. С чем связаны проблемы познания окружающего мира?
19. Теорема Гёделя и «модельное мышление».
20. Что такое неравновесная термодинамика? Как она связана с синергетикой?
21. Физическая эволюция Л. Больцмана и биологическая эволюция Ч. Дарвина. Проведите сравнение этих концепций.
22. Теория молекулярной самоорганизации М.Эйгана.
23. Оптическая активность вещества и хиральность.
24. Хиральность живой и неживой природы.
25. Гомохиральность и самоорганизация.
26. Неустойчивость как фактор развития живого.
27. Кибернетический подход к описанию живого.
28. Роль физических законов в понимании живого.
29. Что такое трансдисциплинарность и междисциплинарность применительно к синергетике?
30. Какое положение в науке привело к возможности и необходимости синтеза естественнонаучного и гуманитарного знания?

РЕФЕРАТ. Тематика:

1. Синергетика в исторической ретроспективе. Предтечи синергетики.
2. Синергетика как новая парадигма.
3. Теряет ли современная наука материалистический характер?
4. Синергетика и образование.
5. Современные технологии как сложные целостные динамические системы.
6. Развитие через неустойчивость.
7. Редукционизм и детерминизм.
8. Синергетическое расширение антропного принципа.
9. Сетевые структуры: рождение коллективного разума.
10. Технологический прогресс и деградация человека.
11. Психотехнологии на службе человека.

12. Социальная ответственность человека за надежность социотехнических систем.
13. Трансгуманистические проекты в эпоху конвергентных технологий.
14. Синергетика и Восток.
15. Синергетика и традиции Запада.
16. Проблема бесконечности Вселенной в современной космологии.
17. Проблемы гиперболического роста населения Земли.
18. Козволюция сложных социальных структур: баланс доли самоорганизации и до-ли управления.
19. Демографическая революция, глобальная безопасность и будущее человечества.
20. Россия и Кыргызстан в контексте глобализации.
21. Самоорганизация как механизм творческого мышления.
22. Применима ли синергетика в науках о человеке?
23. Альтернативность и многовариантность развития научного знания.
24. Синергетика в горном деле.
25. Современный мир и реформа образования.
26. Синергетические методы образования.
27. Синергетика как способ интеграции естественно-научного и гуманитарного образования.
28. Глобальный кризис западной цивилизации: ценности постмодерна в свете синергетики.
29. Синергетическое понимание порядка как процесса самоорганизации.
30. Кризисы и риски.
31. Путь творческой эволюции и путь йоги.
32. Синергетика и психология.
33. Синергетика, прогноз и управление риском.
34. Об эстетике фракталов и фрактальности искусства.
35. Сложные коммуникационные сети и поиск информации.
36. Интернет как сложная нелинейная система.
37. Технологии «бархатных» революций: синергетический аспект.
38. Управление свободой: Технологии манипулирования сознанием.
39. Синергетические методы и технологии социентальных манипуляций.
40. Роль телевидения и других электронных СМИ в программировании психики.
41. Проблемные инновации: экономические причины их появления.
42. Проблемные инновации: продукты питания.
43. Проблемные инновации: высокие технологии.
44. Влияние некачественного питания на здоровье человека (лекарства, биостимуляторы, ГМО, ожирение и проч.).
45. Власть, управление, человек.
46. Человек – власть, свобода, ответственность.
47. Гуманистическая культура и человек будущего.
48. Научно-техническая революция, цивилизация и человек: глобальные проблемы и альтернативы будущего.
49. Глобализация: рост неустойчивости и противоречивости, аттракторы упорядочения и ускорения.
50. Социальная информация – основа социального управления.

ТЕСТ. Тестовые вопросы и демонстрационные варианты тестов для фронтального опроса в ПРИЛОЖЕНИИ 2

5.4. Перечень видов оценочных средств

Презентации
Коллоквиум
Тесты
Реферат

(Шкалы оценивания по всем видам оценочных средств в ПРИЛОЖЕНИИ 3)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛП.1	Буданов В.Г.	Методология синергетики в постнеклассической науке и образовании: Электронный ресурс. Научное издание	М., ЛЕНАНД 2017
ЛП.2	Каданцев В.Н.	Устойчивость и эволюция динамических систем. Основы синергетики. Ч. 1: Электронный ресурс. Учебное пособие	Саратов: Вузовское образование 2019
ЛП.3	Каданцев В.Н.	Устойчивость и эволюция динамических систем. Основы синергетики. Часть 2 : Электронный ресурс. Учебное пособие	Саратов: Вузовское образование 2019
ЛП.4	Тулинов В.Ф.	Концепции современного естествознания : Электронный ресурс. Учебник	М. , Дашков и К 2016

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Рабаданов М.Х., Раджабов О.Р., Гусейханов М.К.	Философия науки: история и методология естественных наук: Электронный ресурс. Учебник	М., Канон+ 2014
Л2.2	Боконбаев К.Дж.	Введение в синергетику и современная концепция экологии: Электронный ресурс. Учебное пособие	Б., КРСУ 2011
Л2.3	Калинина Н.М	Введение в синергетику: Хрестоматия: В 3-х ч. Ч. 1. Синергетика и мировая история: Электронный ресурс. Учебное пособие	Б., КРСУ 2013
Л2.4	Калинина Н.М.	Введение в синергетику: Хрестоматия: В 3-х ч. Ч. 2. Синергетика, философия и религия: Электронный ресурс. Учебное пособие	Б., КРСУ 2013
Л2.5	Калинина Н.М.	Введение в синергетику: Хрестоматия: В 3-х ч. Ч. 3. Синергетика и социальная психология: Электронный ресурс. Учебное пособие	Б., КРСУ 2013
Л2.6	Василькова В.В.	Порядок и хаос в развитии социальных систем (Синергетика и теория социальной самоорганизации): Электронный ресурс. Научное изд.	СПб., Лань 1999
Л2.7	Пригожин И., Стенгерс И.	Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой: Электронный ресурс. Научное изд.	М., Эдиториал УРСС 2000
Л2.8	Николис Г., Пригожин И.	Познание сложного: Электронный ресурс. Научное изд.	М., УРСС 2003
Л2.9	Дульнев Г.Н.	Введение в синергетику: Электронный ресурс. Учебник	СПб., Проспект 1998
Л2.10	Мандельброт Б.	Фрактальная геометрия природы: Электронный ресурс. Научное изд.	М., ИКИ 2002
Л2.11	Пучков Л.А., Аюров В.Д.	Синергетика горнотехнологических процессов: Электронный ресурс. Научно-практическое издание	М., МГТУ 2004
Л2.12	Арнольд В.И.	Теория катастроф: Электронный ресурс. Научное изд.	М.: Эдиториал УРСС 2009
Л2.13	Горохов В.Г.	Основы философии техники и технических наук: Электронный ресурс. Учебное пособие	М., Гардарики 2007

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Что такое синергетика	http://spkurdyumov.ru/category/what/
Э2	Экономика, кризисы, риски	http://spkurdyumov.ru/category/economy/
Э3	Философия и синергетика	http://spkurdyumov.ru/category/philosophy/
Э4	Глобализация. Синергетический подход	http://spkurdyumov.ru/rags/
Э5	Синергетика и эволюционизм	http://spkurdyumov.ru/category/evolutionism/
Э6	В мире науки	http://spkurdyumov.ru/category/magazine/
Э7	Синергетика	http://www.edu.ru/news/alert/17837/
Э8	Самоорганизация минеральных систем	http://www.geokniga.org/books/13478
Э9	Фрактальная геометрия природы	http://engineering.ua/library/fraktalnava-geometriva-
Э10	Фракталы, фрактальная геометрия и исследования фракталов в Изобразительном искусстве.	http://art-blog.uz/archives/10168

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий**6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии**

6.3.1.1	Традиционные образовательные технологии - лекции, семинары.
6.3.1.2	Инновационные образовательные технологии - занятия в интерактивной форме, которые формируют системное мышление и способность генерировать идеи при решении различных творческих задач. К ним относятся электронные тексты лекций с презентациями, анализ ситуаций по заданной теме, сопоставление решений, принятых при различных подходах к поставленной проблеме.
6.3.1.3	Информационные образовательные технологии - самостоятельное использование студентом компьютерной техники и интернет-ресурсов для выполнения практических заданий и самостоятельной работы.

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения

6.3.2.1	Электронная библиотека КРСУ, режим доступа: http://lib.krsu.edu.kg
---------	---

6.3.2.2	Портал "Гуманитарное образование", режим доступа: http://www.humanities.edu.ru
6.3.2.3	Портал "Синергетика", режим доступа: http://spkurdyumov.narod.ru
6.3.2.4	Федеральный портал "Российское образование", режим доступа: http://www.edu.ru
6.3.2.5	Геологический портал GeoKniga, режим доступа: http://www.geokniga.org/books/13478
6.3.2.6	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS, режим доступа: http://www.iprbookshop.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Лекционная аудитория на 25 посадочных мест (корп. 8, ауд. 216)
7.2	Мультимедийные средства, видео- и фотоматериалы.
7.3	Компьютеры с доступом в Интернет.
7.4	Пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы).
7.5	Специально оборудованный кабинет, оснащенный презентационной техникой.
7.6	Набор презентаций по синергетике.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Технологические карты дисциплины в ПРИЛОЖЕНИИ 4

МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВКЛЮЧАЕТ:

1. Текущий контроль: усвоение учебного материала на аудиторных занятиях (лекциях, практических, в том числе учитывается посещение и активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы
2. Рубежный контроль: проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом. Выполнение модульных контрольных заданий проводится в письменном виде и является обязательной компонентой модульного контроля.
3. Промежуточный контроль - завершенная задокументированная часть учебной дисциплины (зачет) – совокупность тесно связанных между собой зачетных модулей.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ

При явке на экзамены и зачёты студенты обязаны иметь при себе зачётные книжки, которые они предъявляют экзаменатору в начале экзамена или зачета.

Преподавателю предоставляется право поставить зачёт без опроса по билету тем студентам, которые набрали более 60 баллов за текущий и рубежный контроли.

На промежуточном контроле студент должен верно ответить на теоретические вопросы билета.

Оценка промежуточного контроля:

- min 20 баллов - Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (в случае, если при ответах на заданные вопросы студент правильно формулирует основные понятия)
- 20-25 баллов – Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае, если студент правильно формулирует сущность заданной в билете проблемы и дает рекомендации по ее решению)
- 25-30 баллов - Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае полного выполнения контрольного задания)

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.
2. При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.
3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой. Теоретический материал становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта изучаются и книги. При усвоении теоретического материала рекомендуется использовать основную литературу из предлагаемого списка и конспект. Для лучшего понимания материала и самопроверки знаний полезно ответить на вопросы к лекциям и тестам по данной теме.
4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении задания нужно сначала понять, что в нем требуется, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения.
5. Для подготовки к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. Рекомендуется использовать методические указания по курсу, глоссарий (ПРИЛОЖЕНИЕ 5), конспекты и тезисы лекций (ПРИЛОЖЕНИЕ 1). При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем приступить к ознакомлению с материалом и сделать качественный вывод. Рекомендуется использовать:
 - Терминологический словарь по синергетике
 - Глоссарий
 - Материалы портала "Синергетика" С.П. Курдюмова.
 - Лекции преподавателя
 - Учебник, учебные пособия
6. При подготовке к промежуточному и рубежному контролю нужно изучить теорию, терминологию, основные подходы к освещению конкретной темы.
8. Отработки пропущенных занятий.

Контроль над усвоением студентами материала учебной программы дисциплины осуществляется систематически преподавателем кафедры и отражается в журнале преподавателя в баллах. Студент, получивший неудовлетворительную оценку по текущему материалу, обязан подготовить данный раздел и ответить по нему преподавателю на индивидуальном собеседовании. При фронтальном обучении неудовлетворительная оценка должна быть отработана в течение месяца со дня ее получения, при цикловом обучении - до конца цикла.

Пропущенная без уважительных причин лекция должна быть отработана методом устного опроса лектором или подготовки реферата по материалам пропущенной лекции в течение месяца со дня пропуска. Возможны и другие методы отработки пропущенных лекций (опрос на практических и лабораторных занятиях, тестовый контроль и т.д.).

Отработка практических занятий.

- Каждое занятие, пропущенное студентом без уважительной причины, отрабатывается в обязательном порядке. Отработки проводятся по расписанию кафедры, согласованному с деканатом.

- При фронтальном обучении пропущенные занятия должны быть отработаны в течение 10 дней со дня пропуска, при цикловом обучении - до конца цикла. Пропущенные студентом без уважительной причины практические занятия отрабатываются не более одного занятия в день. Пропущенные занятия по уважительной причине (по болезни, пропуски с разрешения деканата) отрабатываются по тематическому материалу без учета часов.

- Студент, не отработавший пропуск в установленные сроки, допускается к очередным занятиям только при наличии разрешения декана или его заместителя в письменной форме. Не разрешается устранение от очередного практического занятия студентов, слабо подготовленных к данным занятиям.

- Для студентов, пропустивших практические и лабораторные занятия из-за длительной болезни, отработка должна проводиться после разрешения деканата по индивидуальному графику, согласованному с кафедрой.

- В исключительных случаях (участие в межвузовских конференциях, соревнованиях, олимпиадах, дежурство и др.) декан и его заместитель по согласованию с кафедрой могут освобождать студентов от отработок некоторых пропущенных занятий.

КОЛЛОКВИУМ (устный)

При проведении коллоквиума по темам дисциплины предлагаются вопросы для опроса из списка ФОС.

Коллоквиум ставит следующие задачи:

- Проверка и контроль полученных знаний по изучаемой теме или разделу;
- Расширение проблематики в рамках дополнительных вопросов по теме или разделу;
- Углубление знаний при помощи использования дополнительных материалов при подготовке к занятию;

Студенты должны продемонстрировать умения работы с различными видами источников (лекциями, учебными пособиями, материалами из интернета).

Студент может себя считать готовым к сдаче коллоквиума по избранной работе, когда у него есть им лично составленный и обработанный конспект сдаваемой работы, он знает структуру работы в целом, содержание работы в целом или отдельных ее разделов; умеет раскрыть рассматриваемые проблемы и высказать свое отношение к прочитанному и свои сомнения, а также знает, как убедить преподавателя в правоте своих суждений.

Этапы проведения коллоквиума:

1. Самостоятельная подготовка студентов к вопросам (домашнее задание).

2. Начало занятия:

• Студентов разбиваются на микрогруппы по 5-7 человек и рассаживаются соответствующим образом, чтобы им было удобно работать совместно;

• Представитель микрогруппы вытягивает вопрос по заданной теме или разделу для совместного обсуждения в своей микрогруппе.

3. Этап ответов на поставленные вопросы:

• Студентам дается на обдумывание и обсуждение поставленного вопроса 10 минут, после этого один из студентов микрогруппы дает ответ;

• Студенты из других микрогрупп задают вопросы отвечающему, комментируют и дополняют предложенный ответ;

• Преподаватель регулирует обсуждения, задавая наводящие вопросы, корректируя неправильные или неполные ответы;

• Преподаватель делает пометку возле номера микрогруппы «верно / неверно», полный / неполный», «аргументированный / неаргументированный», и задает следующий вопрос.

Итог.

• На заключительном этапе суммируются результаты по каждой микрогруппе;

• Дается характеристика работы каждой микрогруппы, ответы каждого ответившего студента;

• Выделяются наиболее грамотные и корректные ответы студентов и выставляет оценки.

Если студент, сдающий коллоквиум в группе студентов, не отвечает на поставленный вопрос, то преподаватель может его адресовать другим студентам, сдающим коллоквиум по данной работе. В этом случае вся группа студентов будет активно и вдумчиво работать в процессе собеседования. Каждый студент будет внимательно следить за ответами своих коллег, стремиться их дополнить, т.е. активно участвовать в обсуждении данного первоисточника.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ

Мультимедийные презентации - это вид самостоятельной работы студентов по созданию наглядных информационных пособий, выполненных с помощью мультимедийной компьютерной программы PowerPoint. Этот вид работы требует координации навыков студента по сбору, систематизации, переработке информации, оформления её в виде подборки материалов, кратко отражающих основные вопросы изучаемой темы, в электронном виде. То есть создание материалов-презентаций расширяет методы и средства обработки и представления учебной информации, формирует у студентов навыки работы на компьютере.

Материалы-презентации готовятся студентом в виде слайдов с использованием программы Microsoft PowerPoint.

Требование к студентам по подготовке презентации и ее защите на занятиях в виде доклада.

1. Тема презентации выбирается студентом из предложенного списка ФОС и должна быть согласована с преподавателем и соответствовать теме занятия.

2. Этапы подготовки презентации

Составление плана презентации (постановка задачи; цели данной работы)

Продумывание каждого слайда (на первых порах это можно делать вручную на бумаге), при этом важно ответить на вопросы:

- как идея этого слайда раскрывает основную идею всей презентации?
- что будет на слайде?
- что будет говориться?
- как будет сделан переход к следующему слайду?

3. Изготовление презентации с помощью MS PowerPoint:

- Имеет смысл быть аккуратным. Неряшливо сделанные слайды (разной в шрифтах и отступах, опечатки, типографические ошибки в формулах) вызывают подозрение, что и к содержательным вопросам студент - докладчик подошёл спустя рукава.
- Титульная страница необходима, чтобы представить аудитории Вас и тему Вашего доклада.
- Количество слайдов не более 30.
- Оптимальное число строк на слайде — от 6 до 11.
- Распространённая ошибка — читать слайд дословно. Лучше всего, если на слайде будет написана подробная информация (определения, формулы), а словами будет рассказываться их содержательный смысл. Информация на слайде может быть более формальной и строго изложенной, чем в речи.
- Оптимальная скорость переключения — один слайд за 1–2 минуты.
- Приветствуется в презентации использовать больше рисунков, картинок, формул, графиков, таблиц. Можно использовать эффекты анимации.
- При объяснении таблиц необходимо говорить, чему соответствуют строки, а чему — столбцы.
- Вводите только те обозначения и понятия, без которых понимание основных идей доклада невозможно.
- В коротком выступлении нельзя повторять одну и ту же мысль, пусть даже другими словами — время дорого.
- Любая фраза должна говориться за чем-то. Тогда выступление будет цельным и оставит хорошее впечатление.
- Последний слайд с выводами в коротких презентациях проговаривать не надо.
- Если на слайде много формул, рекомендуется набирать его полностью в MS Word (иначе формулы придется размещать и выравнивать на слайде вручную). Для этого удобно сделать заготовку — пустой слайд с одним большим Word-объектом «Вставка / Объект / Документ Microsoft Word», подобрать один раз его размеры и размножить на нужное число слайдов. Основным шрифтом в тексте и формулах рекомендуется изменить на Arial или ему подобный; шрифт Times плохо смотрится издали. Обязательно установите в MathType основной размер шрифта равным основному размеру шрифта в тексте. Никогда не выравнивайте размер формулы вручную, вытягивая ее за уголок.

4. Студент обязан подготовить и выступить с докладом в строго отведенное время преподавателем и в срок.

5. Инструкция докладчикам.

- сообщать новую информацию;
- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации;
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 10 мин.; дискуссия - 5 мин.;

Необходимо помнить, что выступление состоит из трех частей: вступление, основная часть и заключение.

Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление должно содержать:

- название презентации;
- сообщение основной идеи;
- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов;
- живую интересную форму изложения;

Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение - это ясное четкое обобщение и краткие выводы по теме.

РЕФЕРАТ

Рекомендации по написанию реферата.

1. Тема реферата выбирается в соответствии с интересами студента и должна соответствовать приведенному примерному перечню. Важно, чтобы в реферате: во-первых, были освещены как естественнонаучные, так и социальные стороны проблемы; а во-вторых, представлены как общетеоретические положения, так и конкретные примеры. Особенно приветствуется использование собственных примеров из окружающей Вас жизни.

2. Реферат должен основываться на проработке нескольких дополнительных к основной литературе источников. Как правило, это специальные монографии или статьи. Рекомендуется использовать также в качестве дополнительной литературы научно-популярные журналы, а также материалы по синергетике из интернета.

3. План реферата должен быть авторским. В нем проявляется подход автора, его мнение, анализ проблемы.

4. Все приводимые в реферате факты и заимствованные соображения должны сопровождаться ссылками на источник информации. Например: «Для понимания природы длительностей актуальное значение имеет обращение к теории различных типов взаимодействий (Канке, 2015)...

5. Недопустимо просто скопировать реферат из кусков заимствованного текста. Все цитаты должны быть представлены в кавычках с указанием в скобках источника и страницы, например: "Преодоление противоречий между эволюционной теорией и генетикой стало возможным с созданием синтетической теории эволюции, которая выступает основанием всей системы современной эволюционной биологии." (Найдыш, 1999, с. 357). Отсутствие кавычек и ссылок

означает плагиат и, в соответствии с установившейся научной этикой, считается грубым нарушением авторских прав.

6. Реферат оформляется в виде текста на листах стандартного формата (А-4) шрифтом TimesNewRoman, 14.

Начинается с титульного листа (оформляется по образцу ПРИЛОЖЕНИЕ 6), в котором указывается название вуза, учебной дисциплины, тема реферата, фамилия и инициалы студента, номер академической группы или название кафедры, год и географическое место нахождения вуза. Затем следует оглавление с указанием страниц разделов. Сам текст реферата желательно подразделить на разделы: главы, подглавы и озаглавить их. Приветствуется использование в реферате количественных данных и иллюстраций (графики, таблицы, диаграммы, рисунки).

7. Завершают реферат разделы "Заключение" и "Список использованной литературы". В заключении представлены основные выводы, ясно сформулированные в тезисной форме и, обычно, пронумерованные.

8. Список литературы должен быть составлен в полном соответствии с действующим стандартом (правилами), включая особую расстановку знаков препинания. Для этого достаточно использовать в качестве примера любую книгу, изданную крупными научными издательствами: "Наука", "Прогресс" и др. Или приведенный выше список литературы. В общем случае наиболее часто используемый в нашей стране порядок библиографических ссылок следующий:

Автор И.О. Название книги. Место издания: Издательство, Год издания. Общее число страниц в книге.

Автор И.О. Название статьи // Название журнала. Год издания. Том __. № __. Страницы от __ до __.

Автор И.О. Название статьи / Название сборника. Место издания: Издательство, Год издания. Страницы от __ до __.

Примерное содержание работы:

Наименование: Объем: 13-15 стр.

- Введение (цели, задачи) 1-2 стр.

- Основная часть 10-12 стр.

- Заключение 1-2 стр.

- Список использованной литературы 1стр.

9. Инструкция докладчикам.

- сообщать новую информацию;

- использовать технические средства;

- знать и хорошо ориентироваться в теме всего доклада;

- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;

- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7 мин.; дискуссия - 5 мин.;

Необходимо помнить, что выступление состоит из трех частей: вступление, основная часть и заключение.

Вступление помогает обеспечить успех выступления по любой тематике. Вступление должно содержать:

- название презентации;

- сообщение основной идеи;

- современную оценку предмета изложения;

- краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения;

Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета. Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио - визуальных и визуальных материалов.

Заключение - это ясное четкое обобщение и краткие выводы по рассмотренному вопросу.

ТЕЗИСЫ ОСНОВНЫХ ЛЕКЦИЙ

Основные принципы синергетического мировидения. Ключевые идеи синергетики

Классическая, неклассическая и постнеклассическая наука. Исследования И.Р.Пригожина в области неравновесной термодинамики. Теория диссипативных структур. От мира существующего к миру возникающему (И. Пригожин). Работы Г.Хакена по изучению кооперативных явлений в активных средах (лазерах). Введение в научный оборот термина «синергетика». Теория катастроф (школа В.И.Арнольда и Р.Тома). Школа А.А.Самарского и С.П.Курдюмова, строящая теорию самоорганизации на базе математических моделей и вычислительного эксперимента. Синергетика как наука о самоорганизации. Ключевые идеи синергетики.

Сложность и самоорганизация в природе

Реакция Белоусова-Жаботинского. Ячейки Бенара. Критерии живого и неживого в природе. Понятие о гомеостазисе. Закон Пастера – Кюри. Структура воды. Самоструктурирование длинноцепочечных молекул (работы Эйгана). Самоорганизующиеся системы в химии и физике. Реакция Белоусова-Жаботинского. Ячейки Бенара. Образование вихрей в океане. Универсальные структуры: спираль, тор, гексагональная решётка (сотовая структура). Процессы самоорганизации в биологических системах. Коллективное поведение амёб в критических ситуациях. Явление самоструктурирования в детонационной волне низкоплотных взрывчатых смесей.

Диссипативные структуры: особенности механизма их образования

Виды энергии. Активные и пассивные элементы. Диссипация энергии в открытой системе. Диссипативная среда и диссипативная структура. Образование диссипативной структуры. Триада «Хаос – Теос – Космос». Свойства диссипативной структуры: метастабильность, когерентность, чувствительность к резонансному воздействию, дальное действие. Понятие о качестве энергии. Деградация энергии. Проблемы распределения энергии и информации в иерархически организованной системе. Характеристики саморганизуемых систем. Саморганализация как отклик системы на изменение внешних условий.

Законы термодинамики применительно к открытой системе. Проблема времени

Порядок и беспорядок в математике, физике, биологии. Энтропия как мера беспорядка в системе. Термодинамический хаос. Законы сохранения и превращения энергии. Первое и второе начала термодинамики. Понятие энтропии и проблема «тепловой смерти» Вселенной. Энтропия как функция состояния. Негэнтропия. «Стрела времени». Состояние системы, параметры состояния. Равновесные и неравновесные системы. Обратимые и необратимые состояния. Представления о прошлом, настоящем и будущем в синергетике (И.Пригожин). Концепции времени в науке и философии. Практич.: Проблема времени в физике, биологии, химии, геологии и синергетике.

Свойства системы, обусловленные ее сложностью, открытостью, нелинейностью

Понятие о сложности. Образование сложной целостной системы. Свойства сложной нелинейной системы. Эмерджентность. Закон иерархических компенсаций Е.А. Седова и закон необходимого разнообразия в системе. Устойчивость, изменчивость. Зависимость свойств системы от ее структурной организации. Детерминированность, стохастичность. Линейность, нелинейность. Дифференциация, интеграция, синтез.

Фрактальная структура. Критерии красоты в науке и искусстве

История появления термина «фрактал». Математические множества с фрактальной структурой: «пыль Кантора», «ковёр Серпиньского», «снежинка Коха». Множество Б.Мандельброта. Фрактальность,

самоподобие, когерентность. Итерации. Дробная размерность, ее физический смысл. Мультифрактал. «Три-трижды-три разделённый круг Универсума» Н.Кузанского. Идеи фрактальности в «Божественной комедии» Данте. «Золотые» числа Фибоначчи. «О божественной пропорции» Лука Пачоли (1509 г.). Вклад Дюрера в историю золотого сечения. Золотое сечение как структурный инвариант в эстетике, живописи и архитектуре. Золотое сечение и фрактальная геометрия.

Детерминированный и вероятностный этапы эволюции сложного целого. Управляемый хаос

Эволюция научных представлений о причинности. Причинность и целесообразность. Абсолютизация внешних причин в модели жёсткого детерминизма. Развитие представлений об активной роли внутренних причин в науках о живых системах. Вероятностный характер закономерностей микромира. Статус вероятности в классической и квантовой физике. Бифуркация. Понятие цели в синергетике. Аттрактор как цель и путь к цели. Случайность и закономерность. Состояние в точке выбора. Эволюция сложной нелинейной системы, ее цели и этапы. Управляющие параметры и параметры порядка. Положительная и отрицательная обратная связь.

Самораспространяющиеся процессы в сложной системе. Механизмы самоускорения

Автокатализ, цепные реакции, экзотермические реакции. Катастрофический скачок. Режим с обострением. Факторы, определяющие число структур в открытой сложной нелинейной системе (С.П. Курдюмов, Е.Н. Князева).

Циклический характер эволюционных процессов. Синергетика в контексте культуры

Теории циклов. «Мир пульсирующий» в синергетической интерпретации. Модель «хищник – жертва». Проблемы моделирования экологических систем. Космические ритмы и ритмы человека. Историометрические циклы Чижевского. Синергетика как способ интеграции естественнонаучного и гуманитарного образования. Современный мир и реформа образования. Созвучие идей и образов синергетики философии Востока. Русские философы «Серебряного века» о прогрессе и смысле истории.

ВОПРОСЫ К ТЕСТУ 1 (7 семестр, модуль 2)

Задание № 1 Диссипативная структура. Свойства		
Идея нелинейности отражает в себе:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	многовариантность путей развития
2)	-	темп эволюции (скорость развития процессов)
3)	-	необратимость эволюции
4)	-	увеличение стохастичности в среде

Задание № 2 Диссипативная структура. Свойства		
Дальнодействие в диссипативных системах означает связь частиц друг с другом на расстояниях:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	значительно превышающих действие межмолекулярных взаимодействий
2)	-	превышающих размеры системы
3)	-	бесконечно больших
4)	-	бесконечно больших, но при этом ограниченных размерами системы

Задание № 3 Диссипативная структура		
В процесс зарождения диссипативных структур заложена причина, по своей природе:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	детерминированная
2)	-	вероятностная
3)	-	случайная
4)	-	множественная

Задание № 4 Диссипативная структура. Система, элемент		
Структура - это:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	интегрирующие связи элементов
2)	-	закономерные связи элементов
3)	-	любые связи, устанавливаемые между элементами
4)	-	вероятностные связи элементов

Задание № 5 Диссипативная структура. Система, элемент		
Элемент – это:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	неделимая далее часть системы
2)	-	относительный предел делимости системы
3)	-	неделимая далее часть системы при данном способе ее рассмотрения
4)	-	часть системы, способная к взаимодействию с подобными себе частями

Задание № 6 Диссипативная структура. Система, элемент		
Открытость системы:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	необходимое и достаточное условие для ее самоорганизации
2)	-	необходимое, но недостаточное условие для ее самоорганизации
3)	-	не имеет значения для протекания процессов самоорганизации
4)	-	имеет значение для самоорганизации в зависимости от внешних условий

Задание № 7 Диссипативная структура. Система, элемент		
---	--	--

Часть системы имеет смысл:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	только по отношению к целому
2)	-	независимо от целого
3)	-	по отношению к подобной ей части
4)	-	по отношению к любой другой части

Задание № 8 Диссипативная структура. Диссипация энергии		
Диссипация энергии означает:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	переход упорядоченных процессов в менее упорядоченные
2)	-	переход энергии упорядоченных процессов в энергию менее упорядоченных процессов
3)	-	возрастание энергии упорядоченного движения и убывание тепловой энергии
4)	-	изменение структуры системы

Задание № 9 Диссипативная структура		
Диссипативная структура возникает в результате:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	изменения внешних условий
2)	-	поглощения энергии закрытой системой
3)	-	самопроизвольного взаимодействия элементов системы
4)	-	взаимодействия вещества и внешнего потока энергии

Задание № 10 Диссипативная структура		
Согласно И.Р. Пригожину поток энергии извне:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	переводит элементы системы из хаотического состояния в упорядоченное
2)	-	поддерживает открытую систему в неравновесном состоянии
3)	-	приводит к ситуации, когда новое состояние в процессе эволюции оптимизируется и приобретает устойчивость
4)	-	разрушает систему

Задание № 11 Диссипативная структура. Свойства		
Метастабильное состояние:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	равновесное состояние системы с ограниченной устойчивостью
2)	-	относительно устойчивое состояние системы, из которого она может самопроизвольно перейти в более устойчивое состояние
3)	-	относительно устойчивое состояние системы, из которого она самопроизвольно может перейти в менее устойчивое состояние.
4)	-	неустойчивое состояние системы, из которого система не может выйти самостоятельно

Задание № 12 Диссипативная структура. Свойства		
Когерентность применительно к сложным системам – это:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	согласованное протекание во времени и пространстве нескольких волновых процессов, проявляющееся при их сложении
2)	-	состояние, когда микроскопические элементы вещества находятся в строго одном и том же состоянии
3)	-	высшая степень согласованности всех элементов системы
4)	-	корреляции бесконечного радиуса

Задание № 13 Диссипативная структура. Открытая система		
Открытой называется система, которая:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	обменивается веществом, энергией и информацией с окружающей средой
2)	-	воздействует на окружающую среду, излучая поток вещества, энергии и информации
3)	-	доступна для исследования
4)	-	обменивается с окружающей средой только энергией

Задание № 14 Диссипативная самоорганизация		
Диссипативная самоорганизация – это фазовый переход структуры:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	вдали от теплового равновесия
2)	-	вблизи от теплового равновесия
3)	-	в состоянии термодинамического равновесия
4)	-	в состоянии когерентности

Задание № 15 Диссипативная самоорганизация		
Самоорганизация – самопроизвольная перестройка структуры системы, связи между элементами которой:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	жестко детерминированы
2)	-	имеют вероятностный характер
3)	-	находятся между хаосом и порядком
4)	-	полностью предсказуемы

Задание № 16 Диссипативная самоорганизация		
При внешних условиях, препятствующих достижению системой равновесного состояния, система переходит в состояние, соответствующее:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	максимальному производству энтропии
2)	-	минимальному производству энтропии
3)	-	метастабильности
4)	-	когерентности

Задание № 17 Диссипативная самоорганизация		
Фактором, достаточным для перестройки системы, является:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	изменение во внешней среде
2)	-	способность системы к диссипации энергии
3)	-	поступление потока энергии в систему и равномерное ее распределение по объему системы
4)	-	поступление потока энергии в систему и неравномерное ее распределение по объему системы

Задание № 18 Диссипативная самоорганизация		
Условием генерации новой информации является:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	устойчивость
2)	-	неустойчивость.
3)	-	метастабильность
4)	-	равновесность

Задание № 19 Диссипативная структура. Свойства		
Перестройка системы происходит в условиях, когда энергетическое взаимодействие системы со средой достигает:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	равновесного состояния
2)	-	катастрофического состояния.
3)	-	критического значения
4)	-	гармоничного соотношения

Задание № 20 Диссипативная структура. Динамический хаос		
Динамический хаос - это:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	динамика частиц в условиях хаотического их движения
2)	-	равновесное состояние
3)	-	неопределенность
4)	-	динамика частиц в условиях направленного их движения

Задание № 21 Синергетика и термодинамика		
В классической термодинамике процессы:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	обратимы
2)	-	необратимы
3)	-	стохастичны
4)	-	неравновесны

Задание № 22 Синергетика и термодинамика		
Второй закон термодинамики:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	выводим из законов механики
2)	-	выводим из законов парных взаимодействий
3)	-	выводим из стохастических взаимодействий
4)	-	не выводим ни из каких законов, поскольку по своей сути является принципом

Задание № 23 Синергетика и термодинамика		
С точки зрения синергетики верно ли утверждение: «Природа стремится к переходу от состояний менее вероятных к состояниям более вероятным»:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	да
2)	-	нет
3)	-	не установлено
4)	-	скорее да, чем нет

Задание № 24 Синергетика и термодинамика		
Понятие «стрелы времени» обусловлено открытием:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	первого закона термодинамики
2)	-	второго закона термодинамики
3)	-	третьего закона термодинамики
4)	-	четвертого закона термодинамики

Задание № 25 Синергетика и термодинамика		
«Тепловая смерть Вселенной» означает:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		

1)	-	рост энтропии до максимальных значений
2)	-	понижение энтропии до минимальных значений
3)	-	рост негэнтропии
4)	-	дезинтеграцию структур при неизменной энтропии

Задание № 26 Синергетика и термодинамика		
При необратимых процессах в закрытых системах:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	энтропия и энергия остаются неизменными
2)	-	энергия сохраняется, энтропия растет
3)	-	энергия расходуется, энтропия уменьшается
4)	-	происходит одновременный рост энергии и энтропии

Задание № 27 Синергетика и термодинамика		
Из двух систем более «старой» является система, у которой:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	изменение энтропии не происходит
2)	-	энтропия больше
3)	-	энтропия меньше
4)	-	энтропия возвращается к первоначальному значению, соответствующему моменту образования системы.

Задание № 28 Синергетика и термодинамика		
Многообразие форм в системе (морфогенез) связано с:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	оттоком энтропии из системы
2)	-	с притоком энтропии из окружающей среды
3)	-	с притоком негэнтропии
4)	-	совершением работы системой

Задание № 29 Проблема времени в синергетике		
Направленность времени, связываемая со вторым началом термодинамики, является:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	фундаментальной
2)	-	локальной
3)	-	симметричной
4)	-	динамической

Задание № 30 Проблема времени в синергетике		
В открытых неравновесных системах внутреннее время связано с:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	энтропией
2)	-	движением системы в пространстве
3)	-	изменением волновой функции системы
4)	-	статическим взглядом на природу времени

ВОПРОСЫ К ТЕСТУ 2 (7семестр, модуль 3)

Задание № 31 Сложное целое. Свойства		
Свойства уникальных исторически развивающихся сложных систем:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	невозможность их полного воспроизводств
2)	-	возможность их типологизации

3)	-	свойство целого определяется свойствами его частей
4)	-	жестко детерминированные связи

Задание № 32 Сложное целое. Свойства		
Свойства сложных саморегулирующихся систем:		
Выберите два из 4 вариантов ответа:		
1)	-	уровневая организация
2)	-	отсутствие управляющего уровня
3)	-	наличие жестко детерминированных связей между их элементами
4)	-	массовое стохастическое взаимодействие элементов

Задание № 33 Сложное целое. Свойства		
Сложное целое:		
Выберите два из 4 вариантов ответа:		
1)	-	равно сумме частей
2)	-	меньше суммы частей
3)	-	больше суммы частей
4)	-	качественно другое по сравнению с суммой частей

Задание № 34 Сложное целое. Свойства		
В деловом диалогическом процессе можно выделить следующие виды хаоса:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	деструктивный (хаос разрушения, распада)
2)	-	динамичный хаос становления
3)	-	хаос покоя (шок, пустота)
4)	-	хаос бытия (хаос в порядке)

Задание № 35 Сложное целое. Свойства		
Неравновесному состоянию системы отвечает состояние:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	максимального хаоса
2)	-	максимальной упорядоченности
3)	-	некоторой степени упорядоченности
4)	-	устойчивости

Задание № 36 Сложное целое. Свойства		
Чем сложнее система, тем:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	более многочисленны типы флуктуаций, угрожающих ее устойчивости
2)	-	она более устойчива
3)	-	меньше факторов, угрожающих ее устойчивости
4)	-	сильнее ее связь с окружающей средой

Задание № 37 Сложное целое. Свойства		
Синергетика изучает самоорганизацию:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	диссипативную
2)	-	консервативную
3)	-	дисперсионную
4)	-	конверсионную

Задание № 38 Сложное целое. Свойства		
Открытая самоорганизующаяся система не может быть:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		

1)	-	неравновесной
2)	-	равновесной
3)	-	нелинейной
4)	-	упорядоченной

Задание № 39 Сложное целое. Свойства		
Наиболее высоким качеством обладает энергия:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	солнечная
2)	-	химическая
3)	-	тепловая
4)	-	ядерная

Задание № 40 Сложное целое. Свойства		
Свойства малых систем (механических устройств):		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	информационное взаимодействие их элементов
2)	-	жестко детерминированные связи между элементами
3)	-	значительное количество элементов с большим числом степеней свободы
4)	-	стохастичность

Задание № 41 Сложное целое. Свойства		
В социальных целостных системах эмерджентность означает наличие:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	единого закона для всех подсистем
2)	-	закона, отражающего интересы всех подсистем
3)	-	закона, не зависящего от свойств подсистем
4)	-	множества законов, отражающих интересы всех подсистем

Задание № 42 Сложное целое. Обратная связь		
Положительная обратная связь:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	может приводить к неустойчивости функционирования системы
2)	-	ослабляет воздействие результатов функционирования на характер функционирования системы
3)	-	не влияет на устойчивость системы
4)	-	не меняет характера функционирования системы

Задание № 43 Сложное целое. Свойства		
Неравновесному состоянию системы отвечает состояние:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	максимального хаоса
2)	-	максимальной упорядоченности
3)	-	некоторой степени упорядоченности
4)	-	устойчивости

Задание № 44 Сложное целое. Свойства		
Системные свойства целого зависят от:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	структуры
2)	-	свойств элементов
3)	-	количества элементов
4)	-	структуры и количества элементов

Задание № 45 Сложное целое. Свойства		
Поведение толпы:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	можно предсказать, зная все о каждом составляющем ее человеке
2)	-	нельзя предсказать, даже зная все о каждом составляющем ее человеке
3)	-	можно предсказать как тенденцию к определенным видам действия
4)	-	никаким образом невозможно предсказать

Задание № 46 Сложное целое. Свойства		
Закон иерархических компенсаций Е.А. Седова применительно к сложной системе гласит:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	рост разнообразия на верхнем уровне организации обеспечивается ограничением разнообразия на предыдущих уровнях
2)	-	рост разнообразия на нижнем уровне повышает устойчивость верхнего уровня организации
3)	-	снижение уровня разнообразия на нижних уровнях снижает рост разнообразия на верхнем уровне
4)	-	рост разнообразия на нижних уровнях не влияет на рост разнообразия на верхнем уровне

Задание № 47 Сложное целое. Свойства		
Процесс структурообразования и многообразия форм зависит от:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	притока энтропии
2)	-	оттока энтропии
3)	-	диссипации энергии
4)	-	гармоничного сочетания притока и оттока энтропии

Задание № 48 Сложное целое. Свойства		
Кто из ученых ввел понятия «производство энтропии» и «поток энтропии»:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	И. Пригожин
2)	-	Г. Хакен
3)	-	Л. Онзагер
4)	-	Э. Лоренц

Задание № 49 Сложное целое. Свойства		
Чем сложнее система, тем:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	более многочисленны типы флуктуаций, угрожающих ее устойчивости
2)	-	она более устойчива
3)	-	меньше факторов, угрожающих ее устойчивости
4)	-	сильнее ее связь с окружающей средой

Задание № 50 Фрактальная структура. Золотое сечение		
Кто из ученых обнаружил, что отношение последовательных чисел Фибоначчи сходится к золотому сечению:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	Иоганн Кеплер
2)	-	Леонардо да Винчи
3)	-	Тихо Браге
4)	-	Исаак Ньютон

Задание № 51 Фрактальная структура		
------------------------------------	--	--

Одним из основных свойств фрактальной структуры является:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	симметричность образа
2)	-	подобие частей целому
3)	-	тождественность частей различных масштабных уровней друг другу
4)	-	сложность

Задание № 52 Фрактальная структура		
К какой фигуре относится девиз Я. Бернулли: «Измененная, вновь воскресаю прежней»:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	логарифмической спирали
2)	-	архимедовой спирали
3)	-	«золотому» треугольнику
4)	-	гиперболе

Задание № 53 Фрактальная структура		
В чем, на ваш взгляд, смысл известного выражения «В красоту фрактального образа грубой рукой вмешивается физика»:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	искажение структуры вследствие погрешности регистрирующей аппаратуры
2)	-	отсутствие полного знания о системе
3)	-	особенность физических процессов, размывающих структуры
4)	-	погрешность моделирования

Задание № 54 Фрактальная структура		
Математические фрактальные множества называются неинтегрируемыми по причине их:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	бесконечности в неограниченном пространстве
2)	-	бесконечности в ограниченном пространстве
3)	-	неопределенности
4)	-	дробности

Задание № 55 Фрактальная структура		
К какому объекту можно отнести выражение «Фрактал – бесконечно самоподобная фигура»:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	физическому
2)	-	математическому.
3)	-	природному
4)	-	биологическому

Задание № 56 Фрактальная структура		
Дробная размерность фрактальной плоскости находится между:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	0 и 1
2)	-	1 и 2
3)	-	2 и 3
4)	-	2,5 и 3

Задание № 57 Фрактальная структура		
Дробная размерность фрактального объема находится между:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	0 и 1

2)	-	1 и 2
3)	-	2 и 3
4)	-	2,5 и 3

Задание № 58 Фрактальная структура		
Множество Кантора имеет размерность:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	$\approx 0,63$
2)	-	$\approx 1,893$
3)	-	$\approx 2,09$
4)	-	$\approx 3,85$

Задание № 59 Фрактальная структура		
Модель итерации основана на принципе: при построении множества каждое последующее значение получается из:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	предыдущего
2)	-	первоначального
3)	-	будущего
4)	-	чередующихся предыдущего и будущего

Задание № 60 Фрактальная структура		
Термин «фрактал» ввел в науку:		
Выберите один из 4 вариантов ответа:		
1)	-	А. Пуанкаре
2)	-	Б. Мандельброт
3)	-	И. Пригожин
4)	-	Г. Хакен

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ ВОПРОСОВ (фронтальный опрос на семинарских занятиях)

1. Синергетика является:
 - 1.1 развитием теории систем
 - 1.2 наукой о сложном
 - 1.3 наукой об антропо-социо-культурных системах
 - 1.4 наукой об исторической механике
2. Синергетика – это научное направление, которое занимается изучением:
 - 2.1 открытых сложных нелинейных систем
 - 2.2 открытых равновесных систем
 - 2.3 закрытых неравновесных систем
 - 2.4 закрытых сложных нелинейных систем
3. Одна из основных задач синергетики заключается в установлении:
 - 3.1 законов эволюции открытых нелинейных систем
 - 3.2 законов эволюции изолированных упорядоченных систем
 - 3.3 универсальных закономерностей возникновения порядка из хаоса
 - 3.4 особенностей развития детерминированных систем
4. Трансдисциплинарная теория на основе синергетического подхода позволит:
 - 4.1 описать особенности взаимодействия сложного целого и его частей
 - 4.2 установить взаимосвязь между физикой, химией и биологией
 - 4.3 привести к синтезу науки, философии и религии

- 4.4 установить место планеты Земля во Вселенной
5. Синергетика как новое мировидение основана на:
 - 5.1 изучении законов электродинамики
 - 5.2 системном подходе
 - 5.3 теории самоорганизации
 - 5.4 новых законах квантовой механики
6. Синергетика занимается изучением эволюции:
 - 6.1 физических систем
 - 6.2 биологических систем
 - 6.3 социальных систем
 - 6.4 систем любой природы
7. Одна из ключевых идей синергетики говорит о том, что:
 - 7.1 сложноорганизованные системы можно направить по любому желаемому пути развития
 - 7.2 сложноорганизованным системам нельзя навязать пути их развития
 - 7.3 сложноорганизованными системами можно эффективно управлять
 - 7.4 сложноорганизованные системы развиваются независимо от внешних условий
8. Объектами современных междисциплинарных исследований являются:
 - 8.1 уникальные системы, характеризующиеся открытостью и саморазвитием
 - 8.2 изолированные системы, характеризующиеся наличием обратных связей
 - 8.3 закрытые саморегулирующиеся системы
 - 8.4 эволюционирующие системы, находящиеся в равновесном состоянии
9. Из перечисленных к принципам синергетики относятся:
 - 9.1 формализм
 - 9.2 нелинейность
 - 9.3 неустойчивость
 - 9.4 физикализм
10. Какие современные мировоззренческие идеи перекликаются с мировоззренческими установками восточных культур:
 - 10.1 достижение гармонии человека и природы
 - 10.2 идеал истинного знания как самоценности
 - 10.3 владычество человека над природой как целостным организмом
 - 10.4 связь истины и нравственности
11. К каким из перечисленных системам применимы принципы синергетики:
 - 11.1 сложным эволюционирующим природным системам
 - 11.2 социальным процессам и системам
 - 11.3 равновесным системам
 - 11.4 системам, объединенным причинно-следственными связями, имеющими линейный характер
12. Синергетический стиль мышления отражает:
 - 12.1 детерминистическую картину мира
 - 12.2 вероятностную картину мира
 - 12.3 синтез детерминистической и вероятностной картин мира
13. Процесс эволюции неживой природы:
 - 13.1 предсказуем
 - 13.2 абсолютно непредсказуем
 - 13.3 в чем-то непредсказуем
 - 13.4 случаен
14. Что означают, с точки зрения синергетики, слова основателя даосизма Лао-Цзы: «слабое побеждает сильное, мягкое побеждает твердое, тихое побеждает громкое...»:
 - 14.1 малое, но резонансное воздействие на систему

- 14.2 многократное повторение слабых воздействий
- 14.3 ритмичность воздействий
- 14.4 внезапность и многократность малых воздействий
- 15. Выражение Гегеля «Мир есть гармония гармоний и дисгармоний» означает:
 - 15.1 гармония может перерасти в дисгармонию
 - 15.2 дисгармония может преобразовываться в гармонию
 - 15.3 для разных систем существует своя мера возможностей преодоления противоречий
 - 15.4 гармоническое соотношение частей и целого
- 16. Странный аттрактор характеризует:
 - 16.1 устойчивость динамической системы
 - 16.2 неустойчивость динамической системы
 - 16.3 неустойчивость динамической системы в пределах определенного фазового пространства
 - 16.4 устойчивость динамической системы в неограниченном фазовом пространстве
- 17. Понятие бифуркации ввел в физику:
 - 17.1 А. Пуанкаре
 - 17.2 Р. Том
 - 17.3 Д. Рюэль
 - 17.4 Э. Шредингер
- 18. Кто из ученых-физиков является автором выражения: «Я склонен думать, что случайность – более фундаментальная концепция, нежели причинность»:
 - 18.1 А. Эйнштейн
 - 18.2 Л. Ландау
 - 18.3 М. Борн
 - 18.4 А. Пуанкаре
- 19. Кому принадлежат слова: «Случай — это псевдоним Бога, когда он не хочет подписываться своим собственным именем»:
 - 19.1 А. Франсу
 - 19.2 Ф. Ницше
 - 19.3 А. Лосеву
 - 19.4 Р. Клаузиусу
- 20. Диссипативная структура возникает в результате:
 - 20.1 изменения внешних условий
 - 20.2 поглощения энергии закрытой системой
 - 20.3 самопроизвольного взаимодействия элементов системы
 - 20.4 взаимодействия вещества и внешнего потока энергии
- 21. Фактором, достаточным для перестройки системы, является:
 - 21.1 изменение во внешней среде
 - 21.2 способность системы к диссипации энергии
 - 21.3 поступление потока энергии в систему и равномерное ее распределение по объему системы
 - 21.4 поступление потока энергии в систему и неравномерное ее распределение по объему системы
- 22. Условием генерации новой информации является:
 - 22.1 устойчивость
 - 22.2 неустойчивость
 - 22.3 метастабильность
 - 22.4 равновесность
- 23. Многообразие форм в системе (морфогенез) связано с:
 - 23.1 оттоком энтропии из системы
 - 23.2 притоком энтропии из окружающей среды
 - 23.3 притоком негэнтропии

- 23.4 совершением работы системой
- 24. Открытая самоорганизующаяся система не может быть:
 - 24.1 неравновесной
 - 24.2 равновесной
 - 24.3 нелинейной
 - 24.4 упорядоченной
- 25. Установление обратной связи между иерархическими уровнями системы нацелено на:
 - 25.1 сохранение целостности системы
 - 25.2 освобождение системы от инертных элементов, тормозящих развитие
 - 25.3 адаптацию системы к внешним условиям
 - 25.4 выход на аттрактор
- 26. С точки зрения синергетики верно ли утверждение: «Природа стремится к переходу от состояний менее вероятных к состояниям более вероятным»:
 - 26.1 да
 - 26.2 нет
 - 26.3 не установлено
 - 26.4 скорее да, чем нет
- 27. Понятие бифуркации ввел в физику:
 - 27.1 А. Пуанкаре
 - 27.2 Р. Том
 - 27.3 Д. Рюэль
 - 27.4 Э. Шредингер
- 28. Вдали от точки бифуркации флуктуации:
 - 28.1 подавляются
 - 28.2 усиливаются
 - 28.3 остаются неизменными
 - 28.4 становятся неустойчивыми
- 29. Термин «жесткая бифуркация» означает:
 - 29.1 возможность выбора
 - 29.2 невозможность выбора
 - 29.3 выбор из сколь угодно большого количества путей эволюции
 - 29.4 выбор только одного пути эволюции
- 30. Бифуркации проявляются в результате:
 - 30.1 изменения параметров внешней среды
 - 30.2 изменения свойств самоорганизующейся среды
 - 30.3 действия случайных факторов
 - 30.4 накопления флуктуаций
- 31. В качестве аттракторов могут выступать:
 - 31.1 хаотические состояния
 - 31.2 упорядоченные структуры
 - 31.3 идеи как первообразы
 - 31.4 различные флуктуации
- 32. Выбор аттрактора в точке бифуркации определяется:
 - 32.1 управляющими параметрами
 - 32.2 флуктуациями
 - 32.3 свойствами системы
 - 32.4 внешней средой
- 33. Виды аттракторов, возникающих в точке бифуркации, определяются:
 - 33.1 свойствами самой системы

- 33.2 внешними условиями
- 33.3 контрольными воздействиями
- 33.4 случайностью
- 34. В тонкой структуре кризиса можно выделить следующие этапы:
 - 34.1 погружение в хаос
 - 34.2 выход из хаоса
 - 34.3 фрактальный рост
 - 34.4 обратимость
- 35. К теории динамического хаоса относятся понятия:
 - 35.1 линейность
 - 35.2 предсказуемость ближайших последствий
 - 35.3 горизонт прогнозирования
 - 35.4 предсказуемость отдаленных последствий
- 36. Применительно к сложным системам случайность есть понятие:
 - 36.1 субъективное, которое отражает наше незнание
 - 36.2 которое объективно не существует, за случайностью скрываются детерминированные законы
 - 36.3 отражающее объективно существующие неустойчивости
 - 36.4 являющееся критерием неупорядоченности
- 37. Хаос в синергетике рассматривается как:
 - 37.1 абсолютный беспорядок
 - 37.2 отсутствие структуры
 - 37.3 структура определенного типа
 - 37.4 неустойчивость
- 38. Роль флуктуаций по мере удаления системы от равновесия:
 - 38.1 возрастает
 - 38.2 уменьшается
 - 38.3 остается неизменной
 - 38.4 подавляется
- 39. Теория катастроф определяет скачкообразное изменение параметров системы как ее внезапный ответ на:
 - 39.1 плавные изменения внешних условий
 - 39.2 резкие изменения внешних условий
 - 39.3 изменения внутреннего состояния системы
 - 39.4 изменения количественного состава системы
- 40. «Катастрофический» срыв – это переход из устойчивого состояния в:
 - 40.1 детерминированное состояние
 - 40.2 точку бифуркации
 - 40.3 метастабильное состояние
 - 40.4 равновесное состояние
- 41. Неравновесному состоянию системы отвечает состояние:
 - 41.1 максимального хаоса
 - 41.2 максимальной упорядоченности
 - 41.3 некоторой степени упорядоченности
 - 41.4 устойчивости
- 42. Чем сложнее система, тем:
 - 42.1 более многочисленны типы флуктуаций, угрожающих ее устойчивости
 - 42.2 она более устойчива
 - 42.3 меньше факторов, угрожающих ее устойчивости
 - 42.4 сильнее ее связь с окружающей средой

43. Синергетика изучает самоорганизацию:
- 43.1 диссипативную
 - 43.2 консервативную
 - 43.3 дисперсионную
 - 43.4 конверсионную
44. Для построения сложной организации необходимо соединить подструктуры:
- 44.1 когерентно
 - 44.2 с учетом степеней свободы
 - 44.3 симметрично
 - 44.4 нелинейно
45. «Жить в одном темпомире» означает, что:
- 45.1 структуры приобретают один и тот же момент обострения
 - 45.2 для всех структур системы существует общий аттрактор
 - 45.3 структуры имеют подобную друг другу форму
 - 45.4 для всех структур создается общая топологическая организация
46. При достаточно больших нелинейностях в объемных источниках β по сравнению с нелинейностью среды σ :
- 46.1 возникает сложный спектр структур
 - 46.2 исчезает сложный спектр структур
 - 46.3 растет неустойчивость среды
 - 46.4 система переходит в состояние равновесия
47. Антропный принцип в физике базируется на:
- 47.1 тонкой согласованности фундаментальных физических констант
 - 47.2 модели «ансамбля вселенных» Картера
 - 47.3 теории ноогенеза в масштабах Метагалактики
 - 47.4 представлениях о коэволюции человека и Вселенной
48. Что означает выражение: «Мир устроен так, что допускает сложное»:
- 48.1 переход в процессе эволюции в более вероятное состояние
 - 48.2 переход в процессе эволюции в менее вероятное состояние
 - 48.3 переход из когерентного состояния в равновесное
 - 48.4 рост энтропийных процессов

Текущий контроль**Фронтальный опрос, дискуссии**

№	Наименование показателя	Отметка (в %)
1	Оригинальность и убедительность	0-15
2	Понимание проблематики и адекватность трактовки	0-25
3	Обоснованное привлечение количественных показателей и нормативно-правовых актов (уместность и достоверность сведений)	0-40
4	Ключевые слова: (их важность для заявленной темы, грамотное употребление, количество)	0-10
5	Логичность и последовательность устного высказывания	0-10
Всего баллов		8

Участие на интерактивных семинарских занятиях

№	Наименование показателя	Отметка (в %)
1	Понимание проблематики и правильная постановка условия задания	0-5
2	Сотрудничество в команде	0-5
3	Количество вопросов, дополнений по теме	0-30
4	Соблюдение регламента	0-10
5	Сформированность идей и их ясное изложение, и структурирование	0-30
6	Наличие выводов по соответствующим показателям	0-20%
Всего баллов		8

Рубежный контроль

Доклад с презентацией

№	Наименование показателя	Отметка (в %)
ФОРМА		1
1	Деление текста на введение, основную часть и заключение	0-0,5
2	Логичный и понятный переход от одной части к другой, а также внутри части	0-0,5
СОДЕРЖАНИЕ		2
1	Соответствие теме	0-0,5
2	Наличие основной темы (тезиса) в вводной части и обращенность вводной части к читателю	0-0,5
3	Развитие темы (тезиса) в основной части (раскрытие основных положений через систему аргументов, подкрепленных фактами, примерами и т.д.)	0-0,5
4	Наличие выводов, соответствующих теме и содержанию основной части	0-0,5

ПРЕЗЕНТАЦИЯ		5
1	Титульный лист с заголовком	0-0,5
2	Дизайн слайдов и использование дополнительных эффектов (смена слайдов, звук, графики)	0-0,5
3	Текст презентации написан коротко, хорошо и сформированные идеи ясно изложены и структурированы	0-2
4	Слайды представлены в логической последовательности	0-1
5.	Слайды представлены в форме заметок	0-1
ДОКЛАД		2
1	Правильность и точность речи во время защиты	0-1
2	Широта кругозора (ответы на вопросы)	0-0,5
3	Выполнение регламента	0-0,5
Всего баллов		10

Тест

1. В одном тестовом задании 30 закрытых вопросов.
2. К заданиям даются готовые ответы на выбор, один правильный и остальные неправильные.
3. Обучающемуся необходимо помнить: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.
4. За каждый правильный ответ –0,3 балла.
5. Общая оценка определяется как сумма набранных баллов.
6. Отметка (в %).

Всего баллов – 10.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТА

№	Наименование показателя	Отметка (в %)
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, выполнена задача заинтересовать читателя	85 – 100
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение	
3	В основной части логично, связно и полно доказывается выдвинутый тезис	
4	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части	
5	Правильно (уместно и достаточно) используются разнообразные средства связи	
6	Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	
7	При защите реферата демонстрирует полное понимание проблемы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком	
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме	75 – 84

	реферата, в известной мере выполнена задача заинтересовать читателя	
2	В основной части логично, связно, но не достаточно полно доказывается выдвинутый тезис	
3	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части	
4	Уместно используются разнообразные средства связи	
5	При защите реферата демонстрирует понимание проблемы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком	
1	Во введении тезис сформулирован не четко и не вполне соответствует теме реферата	60 – 74
2	В основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно логично (убедительно) и последовательно	
3	Заключенные выводы не полностью соответствуют содержанию основной части	
4	Недостаточно или, наоборот, избыточно используются разнообразные средства связи	
5	При защите реферата демонстрирует не полное понимание проблемы и язык работы в целом не соответствует уровню 4 курса	
1	Во введении тезис отсутствует или не соответствует теме реферата	40 – 59
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение	
3	В основной части нет логичного последовательного раскрытия темы	
4	Выводы не вытекают из основной части	
5	Средства связи не обеспечивают связность изложения материала	
6	Отсутствует деление текста на введение, основную часть и заключение	
7	При защите реферата демонстрирует полное непонимание проблемы и язык работы можно оценить как «примитивный»	
1	Работа написана не по теме	менее 58

ВСЕГО: 10 баллов

Промежуточный контроль

При оценке устных ответов на проверку уровня обученности ЗНАТЬ учитываются следующие критерии:

1. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.
2. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.
3. Умение объяснить сущность явлений, событий, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Владение речью, логичность и последовательность ответа, умение отвечать на поставленные вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой проблеме.

Отметкой (8-10 баллов) оценивается ответ, который показывает способность аргументированно излагать основные принципы системно-синергетического подхода и теории самоорганизации; прочные знания основных проблем синергетики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; способность свободно воспринимать

социокультурное многообразие окружающего мира и готовность эффективно управлять коллективом как сложной целостной системой.

Отметкой (4-7 баллов) оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных принципов системно-синергетического подхода применительно к сложным целостным системам, владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры, однако не знает, как представить их в динамике; способность свободно воспринимать социокультурное многообразие окружающего мира и готовность эффективно управлять коллективом как сложной целостной системой. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Отметкой (1-3 баллов) оценивается ответ, свидетельствующий о способности студента изложить основные цели, задачи и принципы системно-синергетического подхода, однако отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, неумением применить полученные знания для решения конкретных проблем. недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Отметкой (0 баллов) оценивается ответ, который показывает очень слабые знания по всем темам предмета. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

При оценке ответов на проверку уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ учитываются следующие критерии:

Отметкой (16-20 баллов) оценивается ответ, при котором студент способен раскрыть содержание базовых синергетических понятий, отметить системные основания проблем управления и межкультурной коммуникации, определить практическую ценность системно-синергетического подхода в науке, экономике и культуре; владеет навыками выражения и обоснования собственной позиции относительно современных проблем управления и коммуникации с точки зрения системно-синергетического подхода.

Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены.

Отметкой (11-15 баллов) оценивается ответ, при котором студент демонстрирует владение навыками распознавания системно-синергетических идей и образов при рассмотрении конкретных проблем, однако не способен сформулировать собственную позицию по заданной теме; может понять практическое назначение системно-синергетического подхода, но затрудняется выявить его глубинный смысл при решении проблем управления и коммуникации различного характера.

Демонстрирует значительное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемые к заданию, выполнены.

Отметкой (1-10 балла) оценивается ответ, при котором студент способен выделить основные синергетические идеи текста; имеет общее представление о современных проблемах управления организацией и межкультурной коммуникации, однако плохо связывает их с системно-синергетическим подходом; может раскрыть содержание основных понятий синергетики; выявляет системные основания проблем управления и

коммуникации, однако затрудняется с определением их практической ценности как единого целого.

Демонстрирует частичное или небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

Отметкой (0 баллов) оценивается ответ, при котором студент демонстрирует непонимание проблемы или не дает ответа на вопрос.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ «ВВЕДЕНИЕ В СИНЕРГЕТИКУ»

Курс 4, семестр 7. Количество ЗЕ – 4. Отчетность - экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	Зачетный минимум	Зачетный максимум	График контроля
Модуль 1					
Синергетика как новая парадигма. Развитие через неустойчивость	Текущий	Фронтальный опрос Активность в дебатах, обсуждениях За каждое пропущенное и не отработанное занятие снимается 0,5 балла. За активность добавляется +0,5 балла.	4	7	6 неделя
	Рубежный	Защита доклада с презентацией	6	10	
Модуль 2					
Диссипативная самоорганизация и законы термодинамики	Текущий	Фронтальный опрос Активность в дебатах, обсуждениях За каждое пропущенное и не отработанное занятие снимается 0,5 балла. За активность добавляется +0,5 балла.	4	7	10 неделя
	Рубежный	Тест	6	10	
Модуль 3					
Сложная целостная система и ее свойства	Текущий	Фронтальный опрос Активность в дебатах, обсуждениях За каждое пропущенное и не отработанное занятие снимается 0,5 балла. За активность добавляется +0,5 балла.	4	8	14 неделя
	Рубежный	Тест	6	10	
Модуль 4					
Эволюция сложной целостной системы.	Текущий	Фронтальный опрос Активность в дебатах, обсуждениях За каждое пропущенное и не отработанное занятие снимается 0,5 балла. За активность добавляется +0,5 балла.	4	8	17 неделя
	Рубежный	Защита реферата	6	10	
ВСЕГО за семестр			40	70	18
Промежуточный контроль (Экзамен)			20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ (гlossарий)

АКТИВНАЯ СРЕДА (в квантовой механике). 1. Вещество, в котором создана инверсия населенностей энергетических уровней квантовой системы. 2. Вещество, в котором распределение частиц (атомов, ионов, молекул) по энергетическим состояниям не является равновесным (см. Распределение Больцмана), а хотя бы для одной пары уровней энергии существует инверсия населенностей.

Инверсия населенностей – неравновесное состояние вещества, при котором населенность верхнего из пары уровней энергии одного типа атомов, ионов или молекул, входящих в состав вещества, превышает населенность нижнего.

Активная среда усиливает проходящее через нее резонансное электромагнитное излучение при условии, если коэффициент квантового усиления превышает коэффициент потерь энергии в активной среде.

АКТИВНАЯ СРЕДА (в теории самоорганизации) – среда, способная к автономному образованию структур. Одна из необходимых предпосылок эффектов самоорганизации заключается в наличии потока энергии, поступающего в систему из внешнего источника и диссипируемого ею в термостат (в систему с постоянной температурой). Именно благодаря этому потоку система становится активной, т. е. приобретает способность к автономному образованию структур.

Активные среды характеризуются непрерывным рассредоточенным притоком энергии от внешнего источника и ее диссипацией. Благодаря тому, что через каждый физически малый элемент среды протекает поток энергии от источника к термостату, этот элемент выводится из состояния теплового равновесия и приобретает способность совершать автоколебания, быть триггерным (бистабильным), либо возбудимым. Когда отдельные такие элементы локально связаны между собой и формируют распределенную активную среду, то в ней наблюдается образование различных стационарных или зависящих от времени структур. Эти процессы лежат в основе явлений самоорганизации в активных средах.

Основной интерес представляют распределенные активные среды или однородные сети, которые построены из одинаковых элементов, локально взаимодействующих друг с другом. Через каждый из этих элементов проходит поток энергии, поступающий от внешнего источника.

АКТИВНОСТЬ – способность среды изменять параметры порядка.

АНАЛОГИЯ (греч.) – соответствие, сходство предметов (явлений, процессов); позволяет переносить знание с изученного объекта на неизученный при их сходстве.

АНТРОПНЫЙ ПРИНЦИП (физ.): 1. Принцип антропности Вселенной, согласно которому физические константы фундаментальных частиц материи и законы их взаимодействия таковы, что делают возможным и необходимым появление человека и разума. 2. Фундаментальное положение, все более широко входящее в современную науку и философию. Требуется рассматривать Вселенную как сложную самоорганизующуюся систему, важнейшим элементом которой является человек. Тем самым устанавливается связь человека и наблюдателя с физическими параметрами Вселенной в различных её формообразованиях и на разных уровнях, формируя взгляды на Вселенную как «человеко-размерный» объект. Выражает все более углубляющееся включение в науку (в том числе и в естествознание) человеческой деятельности и преодоление разрыва между объектом и субъектом, сближение мира природы и мира человека.

АТТРАКТОР (от англ. attract – притягивать): 1. Притягивающее множество.

2. Относительно устойчивые структуры, на которые неизбежно выходят процессы эволюции в открытых и нелинейных средах (системах). 3. Конечное состояние, цель, к которой движется система

(подсистема) в процессе своего эволюционного преобразования. **4.** Асимптотический предел решений; предел, на который не оказывают прямого влияния начальные условия системы.

Странный аттрактор – притягивающее множество (состояние), на котором движение хаотично, однако, в то же время ограничено определенными пределами возможных значений параметров. Странные аттракторы появляются при большом числе независимых переменных; им уже не соответствует периодическое движение.

Глобальный аттрактор – общая цель (притягивающее множество, состояние), к которой движется в своем развитии сложная целостная система, состоящая из множества структур и подструктур.

БЕСПОРЯДОК (см. **ПОРЯДОК**, **ХАОС**).

БИФУРКАЦИОННОЕ ДЕРЕВО – схема ветвления бифуркаций.

БИФУРКАЦИЯ (от bifurcate – раздваиваться, разветвляться): **1.** Состояние выбора сложной нелинейной системой дальнейшего пути развития. **2.** Крайне неравновесное состояние системы, соответствующее порогу ее устойчивости. **3.** Способность движений динамической системы приобретать новое качество при малом изменении ее параметров. **4.** Возникновение при некотором критическом значении параметра нового решения уравнения.

В общем случае бифуркация означает раздвоение. Соответственно *три*фуркация – растроение и т.д. Иногда можно говорить об *n* – фуркации.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ – воздействие тел или частиц друг на друга, приводящее к изменению состояния их движения. В механике Ньютона взаимное действие тел друг на друга характеризуется силой. Более общей характеристикой взаимодействия является потенциальная энергия.

После появления квантовой теории поля (КТП) представление о взаимодействии существенно изменилось. Согласно КТП, любое поле представляет собой совокупность частиц – квантов этого поля. Например, квантами электромагнитного поля являются фотоны, т.е. фотоны являются переносчиками этого взаимодействия. Аналогично другие виды взаимодействия возникают в результате обмена между частицами – квантами соответствующих полей.

Несмотря на разнообразие воздействий тел друг на друга (зависящих от взаимодействия составляющих их элементарных частиц), в природе, по современным данным, имеется лишь 4 типа фундаментальных взаимодействий: **гравитационное** взаимодействие, **слабое** взаимодействие (отвечающее за большинство распадов и многие превращения элементарных частиц), **электромагнитное** взаимодействие, **сильное** взаимодействие (обеспечивающее, в частности, связь частиц в атомных ядрах и поэтому называемое ядерным). Интенсивность взаимодействия определяется соответствующей константой взаимодействия, или константой связи. В частности, для электромагнитного взаимодействия константой связи является электрический заряд.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ – развертывающийся во времени и пространстве процесс воздействия одних объектов на другие путем обмена материей и движением; определяет существование и структурную организацию любой материальной системы.

ВЗРЫВ – очень быстрое выделение энергии в ограниченном объеме, связанное с внезапным изменением состояния вещества и сопровождаемое обычно разбрасыванием и разрушением окружающей среды. Наиболее характерными являются взрывы, при которых на начальном этапе внутренняя химическая (или ядерная) энергия превращается в тепловую.

ГАРМОНИЯ (греч. – связь) – соразмерность частей, слияние различных компонентов, явлений, процессов в единое органическое целое с определенным соотношением их частей. В древнегреческой философии – организованность Космоса, противостоящая первоначальному хаосу.

ГИСТЕРЕЗИС (от греч. hystērēsis – отставание): **1.** Неоднозначная зависимость физической величины, характеризующей состояние тела, от физической величины, характеризующей внешние условия. **2.** Запаздывание изменения физической величины, характеризующей состояние вещества, от изменения другой физической величины, определяющей внешние условия.

Гистерезис наблюдается в тех случаях, когда состояние тела определяется внешними условиями не только в данный момент времени, но и в предшествующие моменты. Гистерезисные эффекты – это

наглядное опровержение известного тезиса о том, что от перемены мест слагаемых результат не меняется.

Неоднозначная зависимость величин наблюдается в любых процессах, так как для изменения состояния тела всегда требуется определенное время (время релаксации) и реакция тела отстает от вызывающих ее причин. Такое отставание тем меньше, чем медленнее изменяются внешние условия. Однако для некоторых процессов отставание при замедлении изменения внешних условий не уменьшается. В этих случаях неоднозначную зависимость величин называют гистерезисной, а само явление гистерезисом. Наблюдается гистерезис в различных веществах и при разных процессах.

Химический (концентрационный) гистерезис. В химической кинетике существует понятие стационарного состояния катализатора, когда каталитическая система пребывает в динамическом равновесии с окружающей реакционной средой. При изменении состава среды может варьироваться и состояние катализатора. Если изменение происходит постепенно, без резких скачков, то и при обратном ходе катализатор пройдет через те же самые состояния, и никакого гистерезиса не будет. Но в некоторых случаях постепенное накопление количественных изменений приводит к резкому, скачкообразному переходу катализатора в новое состояние с иной структурой поверхности, иной степенью окисления, иным фазовым составом и т.д. В этом новом состоянии и активность катализатора может стать совсем другой.

ГОМЕОСТАЗ(ИС): 1. Совокупность сложных приспособительных реакций организма животного и человека, направленных на устранение или максимальное ограничение действия различных факторов внешней или внутренней среды, нарушающих относительное динамическое постоянство внутренней среды организма (например, постоянство температуры тела, кровяного давления, содержания глюкозы в крови и др.). **2.** Относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма. Понятие гомеостазиса применяют и в более широком смысле к биоценозам (сохранение постоянства видового состава и числа особей), в генетике, кибернетике и синергетике (применительно к самоорганизующимся системам).

ГРАДАЦИЯ (от лат. gradatio – постепенное повышение) – размеренный, постепенный переход от одного к другому, расчленение переходного процесса на последовательно расположенные этапы, ступени.

ГРАДИЕНТ (от лат. gradient – шагающий): **1.** Вектор, определяющий направление и скорость наискорейшего роста функции от нескольких переменных. **2.** Вектор g , показывающий направление наискорейшего изменения данного скалярного поля $\varphi(P)$, где P – точка пространства, обозначается $g = \text{grad } \varphi(P)$.

Различают градиент температуры, градиент давления, градиент потенциала и др.

ДАЛЬНОДЕЙСТВИЕ (в физике) – представление о том, что взаимодействие между телами может осуществляться мгновенно непосредственно через пространство (пустоту), которое не принимает участия в передаче взаимодействия. Открытие электромагнитного поля показало, что концепция дальнего действия неверна (60–80 гг. XIX в.). Было доказано, что взаимодействие электрически заряженных тел осуществляется не мгновенно и перемещение одной заряженной частицы приводит к изменению сил, действующих на другие частицы, не в тот же момент, а спустя конечное время. В разделяющем частицы пространстве происходит некоторый процесс, который распространяется с конечной скоростью. Соответственно имеется «посредник», осуществляющий взаимодействие между заряженными частицами – электромагнитное поле.

ДАЛЬНОДЕЙСТВИЕ (в теории самоорганизации) – дальний порядок, корреляции бесконечного радиуса, ограничивающегося только размерами системы.

ДЕТЕРМИНИЗМ (от лат. determinare – определять) – философское учение (концепция) об объективной закономерной взаимосвязи и взаимообусловленности явлений материального и духовного мира. Идея детерминизма состоит в том, что все явления и события мира не произвольны, а подчиняются объективным закономерностям, существующим независимо от наших знаний о них.

Согласно классическому (лапласовому) детерминизму, существует строго однозначная связь между физическими величинами, характеризующими состояние системы в начальный момент времени (координаты и импульсы в классической механике), и значениями этих величин в любой последующий (или предыдущий) момент времени.

В современной физике проявление детерминизма связывается с существованием многообразных физических закономерностей (в том числе и статистических) и находит наиболее полное и общее отражение в фундаментальных физических теориях, а также в принципах симметрии и связанных с ними законах сохранения. Так, основываясь на принципах детерминизма, классическая динамика утверждает, что общие законы движения позволяют вывести из заданного начального состояния бесконечную серию состояний, проходимых системой со временем, подобно тому, как логика позволяет выводить заключения из исходных посылок. Поэтому одного-единственного состояния оказывается достаточно для полного описания системы – не только ее будущего, но и прошлого. Следовательно, в любой момент времени (через математическое уравнение) заданы все возможные состояния системы. Таким образом, детерминизм означает, с одной стороны, предопределенность, а с другой стороны, обратимость во времени.

ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ ХАОС (ДИНАМИЧЕСКИЙ ХАОС) – состояние открытой нелинейной системы, когда возможно появление состояния (бифуркации), в котором эволюция системы имеет вероятностный характер. При этом нелинейные системы как бы «выбирают сами» различные траектории развития. Детерминированность проявляется в виде упорядоченного в целом движения (между бифуркациями), а хаос – в непредсказуемости появления этого упорядоченного движения в определенном месте в определенное время.

ДИССИПАТИВНАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ (См. *Самоорганизация*) – фазовый переход необратимых структур вдали от теплового равновесия. Макроскопические структуры возникают в результате сложного нелинейного взаимодействия микроскопических элементов, когда энергетическое взаимодействие диссипативной системы с окружающей средой достигает некоторого критического значения.

ДИССИПАТИВНАЯ СРЕДА – распределенная физическая система, в которой энергия одних движений или полей (обычно упорядоченная) необратимым образом переходит в энергию других движений или полей (обычно хаотических). Фактически диссипативны все реальные среды, ибо в соответствии с общим принципом возрастания энтропии любая замкнутая система стремится перейти в термодинамически равновесное состояние, т.е. свести на нет регулярное движение, преобразуя его энергию в тепло. Поэтому диссипативную среду называют также поглощающей или средой с потерями.

Диссипация энергии в диссипативной среде обычно обусловлена большим числом индивидуальных актов столкновений частиц среды, находящихся в хаотическом движении. Например, столкновения молекул в газах приводят к необратимым процессам внутреннего трения (вязкости) и теплопроводности, с которыми обычно связывается диссипация механической энергии. Однако существуют и коллективные (и в этом смысле бесстолкновительные) механизмы поглощения энергии, когда, например, волновое возмущение отдает свою энергию резонансным частицам.

Особую роль в природных и в искусственно созданных условиях играют неравновесные диссипативные среды – среды, поглощение энергии в которых может компенсироваться поступлением ее извне, через внешние поля и потоки (массы, заряда и т.п.); при этом можно различать изначальные и постоянно поддерживаемые отклонения функции распределения частиц по энергиям от равновесной. Источники этих отклонений (например, источники инверсной населенности в лазерах) часто называют накачкой. В неравновесных диссипативных средах возможны неустойчивые движения, обусловленные именно наличием диссипации. В ряде случаев такие неустойчивости приводят к установлению вынужденных колебаний и автоколебаний, т.е. таких самосогласованных колебательных движений, при которых поступление энергии из внешнего (обычно неколебательного) источника компенсируется диссипативными потерями. Например, в турбулентных течениях энергия потока передается сначала крупным вихрям, а затем, в результате нелинейных взаимодействий, – вихрям все более и более

мелкомасштабным. Так продолжается до тех пор, пока не вступит в игру вязкость, которая сглаживает градиенты скорости, преобразуя энергию вихрей в тепло. В неравновесных диссипативных средах возможно также образование диссипативных структур.

ДИССИПАТИВНАЯ СТРУКТУРА. 1. Неравновесная открытая термодинамическая система, в которой имеет место диссипация энергии и возможно протекание процессов самоорганизации. 2. Устойчивые пространственно неоднородные структуры, возникающие в результате развития неустойчивостей в однородной неравновесной диссипативной среде.

Термин *диссипативная структура* предложен И. Пригожиным.

Поток энергии извне не только поддерживает открытую систему в неравновесном состоянии, но и вдобавок приводит к новой ситуации, которая затем в процессе эволюции оптимизируется и приобретает устойчивость. Поэтому диссипативные структуры рассматриваются иногда как причина возникновения и установления функционального порядка.

ДИССИПАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ – системы, в которых энергия упорядоченного движения с течением времени убывает за счет диссипации энергии, переходя в другие виды энергии, например, в теплоту или излучение. Если диссипация энергии происходит в замкнутой системе, то энтропия системы возрастает. Диссипация энергии в открытых системах, обусловленная процессами уноса энергии из системы, например, в виде излучения, может приводить к уменьшению энтропии рассматриваемой системы при увеличении полной энтропии системы и окружающей среды.

ДИССИПАЦИЯ ЭНЕРГИИ (от лат. *dissipatio* – рассеяние) – переход части энергии упорядоченных процессов (кинетической энергии движущегося тела, энергии электрического тока и т.п.) в энергию неупорядоченных процессов, в конечном счете – в теплоту.

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ (биол.) – выгодная форма информационного контакта со средой, специализация на популяционном уровне (т.е. внутри системы) по тем или иным аспектам. В основе любой дифференциации лежит конфликт между оперативной и консервативной тенденциями эволюции (т.е. между изменчивостью и устойчивостью).

ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ: 1. Живое существо, обладающее совокупностью свойств, отличающих его от неживой материи. Большинство организмов имеет клеточное строение. Формирование целостного организма – процесс, состоящий из дифференциации структур (клеток, тканей, органов) и функций и их интеграции как в онтогенезе (совокупности преобразований, претерпеваемым организмом от зарождения до конца жизни), так и в филогенезе (процессе исторического развития мира организмов, их видов, родов, семейств, классов, типов, царств).

2. Система, существенно выделенная из окружающей среды, относительно независимая от нее, сохраняющая неизменным свое внутреннее состояние путем поддержания отношения устойчивого неравновесия с физическим миром.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО – совокупность живых организмов биосферы, численно выраженная в элементарном химическом составе, массе и энергии. Понятие введено В. И. Вернадским в его учении о биосфере и роли живых организмов в круговороте веществ и энергии в природе.

ЖИЗНЬ (явление жизни): 1. Одна из форм существования материи, закономерно возникающая при определенных условиях в процессе ее развития; организмы отличаются от неживых объектов обменом веществ, раздражимостью, способностью к размножению, росту, развитию, активной регуляции своего состава и функций, к различным формам движения, приспособляемостью к среде и т.п. 2. Иерархия открытых систем, находящихся в возбужденном устойчивом неравновесии, состоящих из полимеров на основе углерода, образующих водную, конденсированную, структурированную на молекулярном уровне, подвижную фазу; иерархия систем, преследующих цель существования, самовоспроизводства, развития и использующих для достижения этой цели как гуморальную, т.е. переносимую через жидкие среды организма (кровь, лимфу, тканевую жидкость), так и электромагнитную информацию.

ЗАКОН ИЕРАРХИЧЕСКИХ КОМПЕНСАЦИЙ СЕДОВА – выведен на основе информационно-энтропийного анализа эволюционных процессов в сложноорганизованных системах различной природы; связан с проблемой устойчивого развития систем, отличающихся большой

сложностью и разнообразием. Согласно этому закону, устойчивый рост разнообразия на верхнем уровне организации сопровождается упрощением, унификацией на предыдущих уровнях, и наоборот, рост разнообразия на низших уровнях разрушает систему.

Снижение разнообразия соответствует уменьшению энтропии, увеличению упорядоченности. Однако в своем крайнем проявлении порядок, соответствующий минимальной энтропии, в социальных системах проявляется в тоталитаризме, жесткой детерминированности, предельной централизованности. Такая система не способна адаптироваться к быстро изменяющимся условиям информационного и научно-технического развития, поэтому жесткий порядок, отсутствие степеней свободы в новых условиях могут привести к ее развалу. Предоставление неограниченной свободы частям системы, образовавшимся в результате развала, делает их, в результате отсутствия опыта, инертными, малоподвижными, «слепыми» и очень уязвимыми.

Чрезмерное разнообразие, связанное с высоким уровнем энтропии, т. е. неограниченной свободой, тоже приводит к разрушению системы как единого целого. Поэтому в условиях ограниченности внешних ресурсов человечества каждый этап перехода на новую ступень развития – это не только приобретение новых возможностей, но и разумные ограничения в их использовании.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ – законы, согласно которым численные значения некоторых физических величин не изменяются с течением времени при различных процессах. Важнейшие законы сохранения – законы сохранения энергии, импульса, момента количества движения, электрического и барионного зарядов.

Закон сохранения импульса – закон механики, согласно которому импульс замкнутой системы с течением времени не изменяется.

Закон сохранения и превращения энергии – закон, согласно которому при любых процессах, происходящих в изолированной системе, ее полная энергия не изменяется.

Закон сохранения энергии устанавливает взаимопревращение различных видов энергии, но указывает направления, в котором это превращение происходит. Однако процессы превращения энергии в природе имеют определенную направленность. Опыт показывает, что самые различные виды энергии в изолированной системе всегда и полностью переходят в теплоту. Теплота же превращается в другие виды энергии не полностью и только с помощью довольно сложных машин и аппаратов. Кроме того, в процессе теплообмена энергия переходит от тел с более высокой температурой к телам с более низкой температурой.

Закон сохранения механической энергии – закон механики, согласно которому сумма кинетической и потенциальной энергий замкнутой механической системы, в которой действуют только консервативные силы, не изменяется с течением времени.

Закон сохранения электрического заряда – закон, согласно которому алгебраическая сумма электрических зарядов в изолированной системе не меняется.

ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ – (золотая пропорция) – деление отрезка на две неравные части в крайнем и среднем отношении так, что меньший отрезок деления относится к большему, как больший к меньшему (или наоборот); предел, к которому стремится отношение двух средних чисел в любом протяженном аддитивном ряду. Приблизленно это число равно $\Phi = 1,618034$, установлено Фибоначчи (1204 г.) из рекуррентного ряда 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144... Название Sectio aurea (золотое сечение) введено Леонардо да Винчи в эпоху Ренессанса. Это отношение называли Sectio divina – божественной пропорцией. Отражает гармонию законов развития природы, Вселенной и общества.

ИЕРАРХИЯ (от греч. hieros – священный и archē – власть): 1. Расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему. 2. Расположение служебных званий, чинов в порядке их подчинения.

В сложной целостной системе иерархический принцип организации означает распределение систем и подсистем таким образом, чтобы обеспечивалась планомерная эволюция сложного целого в направлении его глобального аттрактора. Иерархия в этом случае необходима для координации эволюционных процессов, протекающих на различных горизонтальных и вертикальных уровнях системы.

При гармоничном развитии сложного целого социальной природы принадлежность к более высокому иерархическому уровню определяется широтой сознания, накоплениями жизненного опыта, более высокими творческими возможностями, способностью к сотрудничеству, умению анализировать все структурные связи на нижележащих уровнях. Обязательным условием сотрудничества при иерархическом принципе организации является наличие прямой и обратной связи (положительной и отрицательной) между высшими и низшими уровнями сложной целостной системы.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ (биол.) – разнообразие признаков и свойств у особей и групп особей любой степени родства. Изменчивость присуща всем живым организмам.

Различают изменчивость: наследственную и ненаследственную; индивидуальную и групповую; качественную и количественную; направленную и ненаправленную. Наследственная изменчивость обусловлена возникновением мутаций, ненаследственная – воздействием факторов внешней среды.

Явления наследственности и изменчивости лежат в основе эволюции.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ (синерг.) – свойство сложных нелинейных систем, проявляющееся в неоднородности их структурной организации. Изменчивость обусловлена как действием случайных факторов, так и закономерным изменением управляющих параметров системы.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ (синерг.): 1. Слабое энергетическое воздействие, способное привести к самопроизвольной перестройке структуры системы (самоорганизации). 2. Создание порядка из беспорядка, увеличение степени той упорядоченности, которая существовала до получения сообщения.

ИНФОРМАЦИЯ (от лат. informatio – разъяснение, изложение): 1. Сведения, передаваемые людьми устным, письменным или другим способом (с помощью условных сигналов, технических средств и т.д.). 2. Сообщение или передача сведений о чем-либо, что заранее не было известно. 3. Мера отраженного разнообразия объектов 4. Запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных. 5. Определенная порция порядка.

Получение информации о каком-либо объекте или событии всегда уменьшает неопределенность знаний о данном объекте (событии).

Известно большое число и других определений понятия *информация*, которые употребляются в самых разных смыслах. Единого мнения по определению этого термина среди ученых пока нет.

ИСТИНА — адекватное отражение объекта познающим субъектом, воспроизведение его таковым, каким он существует сам по себе, вне и независимо от человека, его сознания; объективное содержание сознания.

КАТАЛИЗ (от греч. *katálisis* – разрушение) – ускорение химической реакции в присутствии катализаторов, которые взаимодействуют с реагентами, но в реакции не расходуются и не входят в состав продуктов. При гомогенном катализе исходные реагенты и катализатор находятся в одной фазе (газовой или жидкой), при гетерогенном газообразные и жидкие реагенты взаимодействуют на поверхности твердого катализатора. Катализ обуславливает высокие скорости реакций при небольших температурах; предпочтительное образование определенного продукта из ряда возможных. К числу каталитических реакций относятся многие химико-технологические процессы (например, производство серной кислоты, некоторых полимеров, аммиака). Большинство процессов, происходящих в живых организмах, также являются каталитическими (ферментативными).

КАТАЛИЗАТОРЫ – вещества, ускоряющие химические реакции. Вещества, замедляющие реакции, называются ингибиторами. Биологические катализаторы называются ферментами.

КАТАСТРОФИЧЕСКИЙ СКАЧОК. Малые изменения в значениях управляющих параметров могут вызвать большие изменения (катастрофический скачок) в значениях переменных состояний по мере того, как система перескакивает из одного локального минимума (метастабильного состояния) в другой.

КАТАСТРОФ ТЕОРИЯ – совокупность приложений теорий особенностей дифференцируемых (гладких) отображений Х. Уитни и теории бифуркаций А. Пуанкаре и А.А. Андронова. Название введено Р. Томом в 1972 г.

Теория катастроф применяется в геометрической и физической оптике, гидродинамике, устойчивости кораблей, а также в исследованиях биений сердца, эмбриологии, социологии, лингвистике, экспериментальной психологии, экономике, геологии, теории элементарных частиц и моделированию деятельности мозга и психических расстройств и т.п.

КАТАСТРОФ ТЕОРИЯ, КАТАСТРОФИЗМ (от греч. *katastrophe* – переворот):

1. Учение, рассматривающее геологическую историю Земли как чередование длительных эпох относительного покоя и сравнительно коротких катастрофических событий, резко преобразовавших лик планеты. 2. Геологическая концепция, согласно которой в истории Земли периодически повторяющиеся события, внезапно изменяющие первично горизонтальное залегание горных пород, рельеф земной поверхности и уничтожающие всё живое.

Выдвинута в 1812 г. французским ученым Ж. Кювье для объяснения смены фаун и флор, наблюдаемых в геологических пластах.

Высшие катастрофы могут организовывать низшие и наоборот. Поэтому для эффективного управления состоянием таких неравновесных систем важно знать, каким образом организуется иерархия связанных катастроф.

КВАНТ (порция) – минимальное количество, на которое может измениться дискретная по своей природе физическая величина (действие, энергия, количество движения и т.д.).

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА (волновая механика) – теория, устанавливающая способ описания и законы движения микрочастиц в заданных внешних полях; один из основных разделов квантовой теории. В отличие от классической теории все частицы выступают в квантовой механике как носители и корпускулярных и волновых свойств, которые не исключают, а дополняют друг друга.

КОГЕРЕНТНОЕ ВЕЩЕСТВО – вещество, у которого все микроскопические элементы находятся в строго одном и том же состоянии, в том числе характеризуются волновыми функциями с одной фиксированной фазой. Когерентные свойства вещества, обусловленные его микроскопической структурой, проявляются в виде его макроскопических свойств.

КОГЕРЕНТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ – излучение, испускаемое когерентным веществом (когерентным ансамблем атомов) в процессе его релаксации. При этом релаксация представляет собой процесс, описываемый эволюцией волновой функции, характеризующий ансамбль в целом.

КОГЕРЕНТНОСТЬ: 1. Согласованное протекание во времени и пространстве нескольких колебательных волновых процессов, проявляющееся при их сложении. 2. Согласованное действие элементов и подсистем сложной целостной системы, направленное на достижение общей эволюционной цели. 3. Установление общего темпа эволюции структур разных возрастов и разных стадий развития (путем взаимного согласования и корреляции) с целью объединения их в единую сложную структуру.

КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ: 1. Взаимное соответствие в геометрическом и химическом строении двух макромолекул, обеспечивающее их взаимодействие – спаривание двух нитей ДНК, соединение фермента с субстратом, антигена с антителом. 2. Объединение в сложные структуры по принципу «подобное к подобному». 3. Соответствие в строении и функционировании структурных уровней двух или более систем, обуславливающее их гармоничное взаимодействие по принципу влечения (любви).

Особое отличие комплементарных структур заключается в том, что они подходят друг к другу как ключ к замку.

Комплементарность может быть полной и частичной. Степень комплементарности (соответствия) зависит от сложности взаимодействующих структур. Полная комплементарность делает возможным гармоничное взаимодействие на всех структурных уровнях притягивающихся друг к другу сложных целостных систем. Частичная комплементарность означает взаимодействие не на всех, а только на определенных уровнях структурной организации объединяющихся систем. Это не позволяет достичь полной гармонии в результате контакта с определенной системой, но в то же время оставляет возможность одновременного взаимодействия системы с другими, подобными ей, системами на свободных структурных уровнях.

В древних религиях принцип «подобное притягивается к подобному» рассматривается как один из основных Космических Законов, а любовь – как космическая сила, подобная силе тяготения (магнит), побудительная сила духовного восхождения.

КООПЕРАЦИЯ – объединение. В синергетике кооперация сложных нелинейных систем в более крупные целостности рассматривается как очень тонкий процесс, в котором должны учитываться такие факторы, как комплементарность, предыстория каждой из объединяющихся систем, наличие общих целей и прочее. При достижении некоторого порога в увеличивающемся многообразии структуры вновь образующихся целостностей возникает реальная угроза их распада; дальнейшее развитие системы, образовавшейся в результате сверхкооперации, становится неустойчивым. Для предотвращения распада сверхсистема должна упростить свою структуру, снизив разнообразие на своих нижележащих уровнях (см. *Закон иерархических компенсаций Седова*).

КОРРЕЛЯЦИЯ (от позднелат. *correlatio* – соотношение): 1. Соотношение, соответствие, взаимосвязь, взаимозависимость предметов, явлений или понятий. 2. Взаимная приспособленность, согласованность строения и функций различных частей (клеток, тканей, органов) животного или растения, обеспечивающая поддержание постоянства его внутренней среды и приспособление организма к условиям обитания. 3. Понятие, которым отмечают связь между явлениями, если одно из них входит в число причин, определяющих другие, или если имеются общие причины, воздействующие на эти явления (функция является частным случаем корреляции); означает вероятностную или статистическую зависимость.

В отличие от функциональной зависимости, корреляция, как правило, рассматривается тогда, когда зависимость одного из признаков от другого осложняется наличием ряда случайных факторов. Зависимость между двумя случайными событиями проявляется в том, что условная вероятность одного из них при наступлении другого отличается от безусловной вероятности. Аналогично, влияние одной случайной величины на другую характеризуется условными распределениями одной из них при фиксированных значениях другой.

Корреляция может быть более или менее тесной (т.е. зависимость одной величины от другой – более или менее выраженной). Число, показывающее степень тесноты корреляции, называется коэффициентом корреляции, или корреляционным отношением (это число заключено между –1 и 1).

В сложно организованных системах могут наблюдаться далекодействующие корреляции, ограничивающиеся только масштабами системы.

Чем сильнее корреляция между событиями, составляющими некоторый процесс, тем выше степень порядка в материальной системе.

КОСНОЕ ВЕЩЕСТВО – вещество, образовавшееся без участия живых организмов (по В.И. Вернадскому).

КОЭВОЛЮЦИЯ – совместное эволюционное развитие нескольких систем. Например, человечество эволюционирует вместе с планетой Земля, подчиняясь общим управляющим параметрам, т.е. определенным космическим законам. В то же время развивающееся человечество воздействует на экологическую ситуацию на планете, которая затем негативно отражается на его же развитии. Выход из этого замкнутого круга может быть только в осознании ответственности человека за состояние планеты и, соответственно, за свое собственное будущее.

МЕТАСТАБИЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ – относительно устойчивое состояние системы, из которого она может перейти в более устойчивое состояние под действием внешних факторов или самопроизвольно (в последнем случае вероятность перехода значительно меньше, чем для неустойчивого состояния).

Метаустойчивое состояние (термодинамика) – равновесное состояние с ограниченной устойчивостью. При отклонении от этого состояния вещество не стремится к нему обратно, а легко переходит в другое, устойчивое состояние. Метаустойчивые состояния существуют ограниченное время. Примеры метастабильных состояний: перегретая жидкость, переохлажденный пар.

Метаустойчивое состояние (атомная физика) – возбужденное состояние атомов и молекул, для которого все радиационные (излучательные) переходы на более низкие уровни запрещены.

Электрон может перейти на такой уровень только при соударении с другим электроном или при каскадном переходе с более высокого уровня.

Продолжительность пребывания атома в метастабильном состоянии имеет порядок 10^{-3} с, в то время как продолжительность пребывания атома в возбужденном состоянии имеет порядок всего 10^{-8} с.

Метастабильные состояния благодаря энергии их возбуждения служат мощным резервуаром химической энергии – частицы в метастабильных состояниях химически очень активны по отношению ко многим атомам и молекулам, которые они могут возбуждать, диссоциировать, ионизовать.

Часто переход из одного стабильного состояния в другое происходит через некоторое метастабильное промежуточное состояние. Причем в возбужденных или метастабильных состояниях могут находиться не только отдельные частицы (ядра, атомы, молекулы), но и совокупности частиц.

Метастабильные атомы – это возбужденные атомы, излучательный распад которых (переход в основное состояние с испусканием фотонов) запрещен правилами отбора. Вследствие этого их время жизни может быть очень продолжительным. Например, атом водорода в метастабильном состоянии $2S_{1/2}$ ($n = 2, l = 0, J = 1/2$) существует ~ 2 мс, в то время как у обычных возбужденных атомов распад происходит за 2 пс. Благодаря значительному времени жизни метастабильные атомы могут накапливаться до относительно высоких концентраций $10^{12} - 10^{14}$ см $^{-3}$, оставаясь возбужденными. Снятие возбуждений в таких системах происходит вследствие межатомных столкновений и может затягиваться на макроскопические времена.

МЕТОДОЛОГИЯ — система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности; учение об этой системе.

МЕХАНИКА КЛАССИЧЕСКАЯ – наука о механическом движении материальных тел (т.е. изменении с течением времени взаимного положения тел или их частей в пространстве) и взаимодействиях между ними.

В основе классической механики лежат законы Ньютона. Методами механики изучаются движения любых материальных тел (кроме микрочастиц) со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света (нерелятивистскими скоростями).

МОДЕЛИРОВАНИЕ — метод исследования, основанный на моделях.

МОДЕЛЬ — аналог определенной части действительности, объекта, его заместитель. Создается для изучения объектов, которые труднодоступны, или их изучение связано с серьезными затратами

НЕГЭНТРОПИЯ – отрицательная энтропия. По выражению Э. Шрёдингера, энтропия, взятая с отрицательным знаком, сама по себе есть мера упорядоченности.

НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА – раздел оптики, в котором исследуется совокупность оптических явлений, наблюдающихся при взаимодействии интенсивных световых полей с веществом. Сильное световое поле изменяет оптические свойства среды, в частности поляризация среды начинает нелинейно зависеть от напряженности электрического поля световой волны.

НЕЛИНЕЙНОСТЬ (синерг.) – термин, введенный синергетикой; означает многовариантность путей эволюции открытой сложной нелинейной системы и возможность выбора из данных альтернатив. Принципы нелинейности отражают также в своем содержании возможность ускорения темпов развития, инициирования процессов быстрого (нелинейного) роста, а также необратимость развития.

НЕОБРАТИМЫЕ ПРОЦЕССЫ – диффузия, теплопроводность, вязкое течение жидкости (газа) и другие физические процессы, которые могут самопроизвольно протекать только в одном направлении – в сторону равномерного распределения вещества, теплоты и т.д.; характеризуются положительным производством энтропии. В замкнутых системах необратимые процессы приводят к возрастанию энтропии.

В закрытой системе все неравновесные процессы являются необратимыми. Так, во время быстрого нагрева тела, когда не выполняется условие медленности изменения внешних условий ($\tau / t \ll 1$, где τ – время релаксации; t – время, за которое температура равномерно нагреваемой поверхности тела изменяется на некоторую малую величину), ни одно из промежуточных состояний не будет равновесным. В каждом из них температура у поверхности тела будет выше, чем в глубине. При

обратном процессе картина будет иной: температура у поверхности будет ниже температуры в глубине тела. Как показывает этот пример, необратимость неравновесных процессов связана с тем, что при изменении условий в обратном порядке промежуточные состояния тела не будут совпадать с теми, которые тело проходило при прямом процессе.

В отличие от равновесных, неравновесные (т.е. необратимые) процессы графически изобразить нельзя. Неравновесное состояние не может быть однозначно охарактеризовано значениями параметров, относящимися ко всему телу в целом. Так, нельзя сказать, что неравномерно нагретое тело имеет определенную температуру T . Поэтому неравновесному состоянию нельзя сопоставить точку, а неравновесному процессу – кривую.

НЕРАВНОВЕСНОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ – состояние, характеризующееся неоднородностью распределения температуры, давления, плотности, концентраций компонентов и каких-либо других макроскопических параметров в отсутствие внешних полей или вращения системы как целого.

Неравновесным является любое состояние системы при отсутствии термодинамической изолированности. До истечения времени релаксации состояние термодинамически изолированной системы также является неравновесным.

НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА – системные научные представления о строении мира, характеристиках, закономерностях и тенденциях его эволюции.

НАУЧНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ – радикальное изменение всех элементов научного знания, приводящее к смене научной картины мира.

ОБРАТИМОСТЬ – возможность возвращения тела в первоначальное состояние через те же промежуточные состояния, которые в процессе были пройдены.

ОБРАТИМЫЙ ПРОЦЕСС (термодинам.) – процесс, который возможно осуществить в обратном направлении, последовательно повторяя в обратном порядке все промежуточные состояния прямого процесса. Обратимым может быть только равновесный процесс. Реальные процессы, строго говоря, являются необратимыми процессами. Р. Клаузиус, введя понятие энтропии, показал, что изменениями этой и только этой величины определяются свойства необратимости любых макроскопических процессов.

Обратимость во времени является важнейшим свойством всякого равновесного процесса. Процесс считается равновесным, если состояние тела в каждый момент времени с требуемой точностью является равновесным. Происходит только последовательная смена во времени одних равновесных процессов другими.

Равновесный (т.е. обратимый) процесс может происходить только при достаточно медленном изменении внешних условий (см. *Необратимые процессы*). Например, газ, нагретый равновесным образом, можно снова довести до первоначальной температуры медленным охлаждением. При этом газом будут пройдены те же состояния, что и при нагреве, только в обратном порядке.

ОБРАТИМЫЕ РЕАКЦИИ – химические реакции, протекающие в реагирующей системе в состоянии химического равновесия с равными скоростями в двух противоположных направлениях. Если скоростью обратного процесса можно пренебречь по сравнению со скоростью прямого, реакции называются необратимыми.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ – воздействие результатов функционирования какой-либо системы (объекта) на характер этого функционирования. Если влияние обратной связи усиливает результаты функционирования, то такая обратная связь называется положительной; если ослабляет – отрицательной. Положительная обратная связь обычно приводит к неустойчивой работе системы; отрицательная обратная связь стабилизирует функционирование системы, делает ее работу устойчивой.

В синергетике положительная обратная связь, проявляющаяся в самоускорении процессов в системе по механизму автокатализа, рассматривается как один из основных факторов, продвигающих систему на пути ее эволюционного развития.

ОТКРЫТАЯ СИСТЕМА – система, обменивающаяся с окружающей средой веществом, энергией, импульсом и информацией. К открытым системам относятся, например, химические и биологические системы (в т.ч. живые организмы), в которых непрерывно протекают химические реакции за счет поступающих извне веществ, а продукты реакций отводятся. Открытые системы могут находиться в стационарных состояниях, далеких от равновесных состояний.

ОТКРЫТАЯ СЛОЖНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА (синерг.) – метастабильно поддерживаемый спектр структур-аттракторов, находящихся в иерархической зависимости друг от друга и развивающихся в режиме с обострением.

ПАРАДИГМА (греч. paradigm – образец, пример) – это господствующая научная теория, в рамках которой строится деятельность научного сообщества и которая определяет алгоритм этой деятельности. В современной методологии понятие «парадигма», предложенное американским историком науки Т. Куном в его работе, «Структура научных революций» (М., 1977) стало одним из фундаментальных. Оно является основной единицей измерения изучения процесса развития науки.

ПАРАМЕТРЫ ПОРЯДКА – те общие законы (отношения, связи), которым сложная нелинейная система вынуждена строго подчиняться в силу своих природных особенностей. Согласно так называемому принципу подчинения синергетики (принципу подчинения Хакена), параметры порядка детерминируют (определяют) поведение отдельных частей или элементов системы. В то же время элементы системы обратным образом (путем обратной связи) воздействуют на параметры порядка, усиливая или ослабляя их действие на систему.

ПАРАМЕТРЫ СОСТОЯНИЯ – физические величины, имеющие объективную меру и характеризующие макроскопическое состояние системы: давление, температура, плотность, концентрация компонентов, магнитная индукция и т.п.

ПОРЯДОК: 1. Общие, однотипные отношения в широком классе объектов и явлений. 2. Определенная систематизация, структурирование, обуславливающее предсказуемые причинно-следственные связи. 3. Регулярное (периодическое) расположение частиц, объектов, предметов по всему занимаемому пространству (объему); последовательный ход чего-нибудь; правила, по которым совершается что-нибудь; числовая характеристика той или иной величины.

Математический порядок – это логическая обусловленность связей, определенная система отношений. Математику не интересует природа конкретных форм, она занимается лишь установлением отношений между ними. В математике беспорядок – это отсутствие порядка. Беспорядок сам по себе (хаос) не рассматривается.

Физический порядок – четкая система отношений, которым подчиняются явления природы. Порядок – это подчинение определенным законам природы. В качестве примера беспорядка в физике обычно приводят пример «молекулярного хаоса», хотя на самом деле там тоже есть некоторые закономерности.

Биологический порядок – это согласованность, когерентность, несмотря на постоянный обмен с окружающим миром. Порядок в биологических системах можно определить также как двойственный порядок структур и процессов.

Синергетический порядок – структурированность, согласованность; ощущение целостности, т.е. своей принадлежности к сложному целому (или к его определенному иерархическому уровню).

В синергетике беспорядок (хаос), с точки зрения наблюдателя, означает отсутствие структурной организации в системе при данном способе ее рассмотрения, т. е. отсутствие закономерных связей между элементами и подсистемами; с точки зрения элементов и систем, находящихся в состоянии хаоса – это ощущение покинутости, одиночества.

Мерой беспорядка в термодинамике служит энтропия, которая характеризует число способов, которыми можно заселить систему фиксированных энергетических уровней при заданном значении суммарной энергии системы: $S = k \ln w$, где k – постоянная Больцмана, w – указанное число способов заселения.

ПРИНЦИП ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ – сформулирован датским физиком, одним из основателей квантовой теории, лауреатом Нобелевской премии Нильсом Бором (1885–1962). Согласно этому принципу, при экспериментальном исследовании микрообъекта могут быть получены точные данные либо о его энергиях и импульсах, либо о поведении в пространстве и времени. Эти две взаимоисключающие картины: энергетически-импульсная и пространственно-временная, получаемые при взаимодействии микрообъекта с соответствующими измерительными приборами, «дополняют» друг друга. Бор отмечал, что «расширение системы понятий дает надлежащие средства ... для расширения объективного описания».

ПРИНЦИП И.Р. ПРИГОЖИНА (принцип перехода от хаоса к порядку) – «Источником порядка является неравновесность. Неравновесность есть то, что порождает порядок из хаоса».

ПРИНЦИП Ф. РЕДИ – все живое от живого.

ПРОИЗВОДСТВО ЭНТРОПИИ – понятие, введенное Пригожиным для обозначения роста энтропии без учета притока энергии извне. В открытой системе – общее изменение энтропии $dS_i + dS_e$, где dS_e – обеспечивается контактом со средой, потоковая составляющая; dS_i – изменениями внутренних процессов. dS_i/dt – скорость роста энтропии, обеспечиваемая внутренними процессами в системе. Отношение этой величины к единице объема dV и называется производством энтропии.

ПРОЦЕСС НЕРАВНОВЕСНЫЙ – процесс, при котором хотя бы одно из состояний, проходимых телом, является неравновесным. Неравновесные процессы необратимы (см. *Необратимые процессы*).

ПРОЦЕСС РАВНОВЕСНЫЙ – процесс, при котором состояние тела в каждый момент времени с требуемой точностью является равновесным (см. *Обратимый процесс*).

РАВНОВЕСИЕ – состояние физической системы, в котором она при неизменных внешних воздействиях может пребывать сколько угодно.

Динамическое равновесие – равновесие между термодинамическими фазами, при котором число молекул, переходящих из одной фазы в другую, равно числу молекул, возвращающихся обратно за то же время.

Ионизационное равновесие – равновесное состояние газа при высоких температурах, когда столкновения частиц газа сопровождаются их ионизацией. При этом число возникающих заряженных частиц равно числу рекомбинированных (электрически нейтрализованных) частиц.

Неустойчивое равновесие – равновесие, при котором уже малые возмущения системы приводят к существенному отклонению от состояния равновесия и переходу в новое состояние равновесия.

Статистическое равновесие – состояние замкнутой системы многих частиц, в котором средние значения физических величин, характеризующих систему, не зависят от времени.

Статическое равновесие – состояние замкнутой системы, при котором среднее значение ее параметров не зависит от времени.

Тепловое равновесие – такое состояние, когда скорости, с которыми частицы попадают в любой заданный интервал скоростей, спинов и т.п., в точности уравниваются скоростями, с которыми они покидают этот интервал. Любая физическая система, не возмущаемая достаточно долгое время, достигает в конце концов состояния теплового равновесия.

Термодинамическое равновесие – состояние замкнутой системы, характеризующееся равенством температуры, давления и других макроскопических параметров всех ее частей и максимумом энтропии в целом (в условиях, если система не вращается и на нее не действуют внешние поля – гравитационные и др.). Любая изолированная система с течением времени достигает состояния термодинамического равновесия.

Устойчивое равновесие – равновесие, при котором малое возмущение системы приводит к малому ее отклонению от состояния равновесия и через некоторое время вследствие диссипации энергии система обычно возвращается в свое первоначальное состояние.

Фазовое равновесие – одновременное сосуществование термодинамически равновесных фаз в многофазной системе.

РАВНОВЕСНОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ – состояние замкнутой системы, характеризующееся равенством температуры, давления и других макроскопических параметров всех ее частей и максимумом энтропии в целом (в условиях, если система не вращается и на нее не действуют внешние поля – гравитационные и др.). Любая изолированная система с течением времени достигает состояния термодинамического равновесия.

РАЗМЕРНОСТЬ – в геометрии число измерений геометрической фигуры: линия имеет размерность, равную 1, плоскость – 2, пространство – 3. В физике – выражение, показывающее связь данной величины с физическими величинами, положенными в основу системы единиц.

РЕАКЦИЯ БЕЛОУСОВА-ЖАБОТИНСКОГО – открытая в 1951 г. химическая реакция, в которой при определенном соотношении компонентов при перемешивании происходят такие концентрационные колебания, что цвет реакции периодически самопроизвольно изменяется. В синергетике является классическим примером самоорганизации системы от хаоса к порядку.

РЕЗОНАНС – явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний системы при приближении частоты вынуждающей силы к собственной частоте колебаний системы.

РЕЛАКСАЦИЯ – процесс постепенного возвращения в состояние равновесия макроскопической физической системы, выведенной из него, после прекращения действия факторов, выведших ее из состояния равновесия.

РЕАКЦИИ АВТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ – реакции, в которых катализатор является продуктом реакции, конечным или промежуточным. По мере протекания реакции в результате все более и более увеличивающегося содержания катализатора в системе достигаются огромные скорости химического превращения компонентов, что может привести к автокаталитическому взрыву. Скорость реакции при этом проходит через максимум и начинает снижаться вследствие уменьшения количества исходного вещества.

Если протекание автокаталитических реакций дополнительно сопровождается выделением тепла, то скорости перехода из одного состояния в другое становятся настолько большими, что происходит скачкообразная, катастрофическая перестройка системы или ее разрушение.

РЕАКЦИИ ЦЕПНЫЕ – сложные реакции, в которых промежуточные активные частицы, регенерируясь в каждом элементарном акте, вызывают большое число (цепь) превращений исходного вещества. В химических цепных реакциях (горение, полимеризация и др.) активными частицами являются свободные радикалы, возбужденные атомы и молекулы; в ядерных цепных реакциях – нейтроны.

Цепные реакции принимают в конце концов взрывной характер, поскольку перестройка системы идет крайне интенсивно, лавинообразно, очень быстро достигая состояния, когда переход на другой режим уже становится невозможным. В таком состоянии система становится неуправляемой.

РЕАКЦИИ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЕ – химические реакции, сопровождающиеся выделением теплоты. Экзотермическими являются процессы сгорания топлива, реакции нейтрализации, большая часть реакций образования химических соединений из простых веществ и др. Количество теплоты, выделяющейся в какой-нибудь данной реакции, зависит не только от химической природы веществ, но и от агрегатного состояния исходных веществ и продуктов реакции и от условий проведения реакции – температуры, концентрации реагирующих веществ, изменения объема в ходе реакции и т.д.

Наглядным примером экзотермической реакции является разложение взрывчатых веществ, при котором химическая энергия выделяется за очень короткий промежуток времени. Мощность взрыва зависит от количества исходных продуктов. Если их объем небольшой, то реакция может завершиться микровзрывом.

РЕАКЦИИ ЭНДОТЕРМИЧЕСКИЕ – химические реакции, при которых реагирующая система поглощает теплоту из окружающей среды. Например, образование многих взрывчатых веществ происходит с поглощением большого количества тепла, которое затем выделяется при взрыве.

РЕЖИМ С ОБОСТРЕНИЕМ (синерг.) – процесс, сопровождающийся резким (гиперболическим) ростом значений параметров системы и переходом ее элементов и подсистем в состояние когерентности.

В предельном случае режим с обострением может привести систему в состояние крайне неустойчивого равновесия и последующему взрыву. Огромные скорости изменения состояния, достигаемые системой в режиме с обострением, делают процесс эволюции ее на данном этапе необратимым.

Особенность режима с обострением состоит в том, что ход процессов в них имеет две существенно отличающиеся друг от друга стадии: а) длительную метастабильную, когда все характеристики процессов растут чрезвычайно медленно и незначительно и б) стадию крайне быстрого, лавинообразного (гиперболического) роста параметров (момент обострения). Вблизи момента обострения система переходит в состояние когерентности, однако вследствие ее высокой неустойчивости сколь угодно малые флуктуации или внешнее резонансное воздействие способны рассогласовать темп развития ее различных структур, в результате чего сложное целое подвергается реальной угрозе распада.

РЕЖИМ УСИЛЕНИЯ (синерг.) – процесс, сопровождающийся ростом значений параметров системы. Процесс, обратный режиму усиления, называется режимом охлаждения. Поведение системы при указанных режимах (усиления и охлаждения) неоднозначно и зависит как от свойств и параметров системы (ее размеров, сложности, нелинейности), так и от ее предыстории. Например, переход системы в режим охлаждения, в зависимости от конкретных условий, может сопровождаться как увеличением сложности структуры, так и ее полной деградацией, т.е. необратимым разрушением упорядоченности.

САМОВОЗБУЖДАЮЩИЕСЯ СИСТЕМЫ, ВОЛНЫ – системы, в которых под действием малых флуктуаций возникают самоорганизующиеся коллективные процессы (пример: автоволны – самоподдерживающиеся волны, которые распространяются в активных средах или средах, поддерживаемых энергетически).

САМОДВИЖЕНИЕ – самопроизвольное изменение системы, определяемое внутренними причинами, движение без действия внешних причин, непрерывный процесс смены неустойчивости устойчивостью, возникновение новых структур вместо старых.

САМООРГАНИЗАЦИЯ – понятие, характеризующее процесс создания, воспроизведения или совершенствования сложной, открытой динамичной системы, связи между элементами которой имеют не жесткий, а вероятностный характер. Самоорганизация – самопроизвольное (не требующее внешних организующих воздействий) установление в неравновесных диссипативных средах регулярных структур. Процессы самоорганизации могут иметь место только в системах, обладающих высоким уровнем сложности и большим количеством элементов, связи между которыми имеют не жесткий, а вероятностный характер. Отличительная особенность процессов самоорганизации – их целенаправленный, но вместе с тем и естественный спонтанный характер: эти процессы, протекающие при взаимодействии системы с окружающей средой, в той или иной мере автономны, относительно независимы от среды.

Первые исследования самоорганизации были проведены И.Р. Пригожиным и его коллегами в 60-е г. XX в. Теория Пригожина о самоорганизации относится к теории термодинамики неравновесных процессов. Ее смысл заключается в следующем: при внешних условиях, препятствующих достижению системой равновесного состояния, стационарное состояние системы соответствует минимальному производству энтропии. Фактором генерации и фактором отбора различных структурных конфигураций в системе оказываются изменения во внешней среде. Структуры являются, таким образом, формой адаптации материи к внешним условиям.

САМОСБОРКА – процесс, при котором молекулы «распознают» друг друга и собираются в комплексы и различные структуры. Этот процесс высокоспецифичен и сопровождается изменением энтропии ассоциированных молекул.

СВЕРХИЗЛУЧЕНИЕ – процесс когерентного кооперативного спонтанного излучения ансамбля возбужденных двухуровневых атомов. Сверхизлучение наблюдается в условиях, когда плотность атомов в когерентном ансамбле такова, что спонтанно излучающие атомы находятся в поле спонтанного излучения других атомов. При этом нельзя выделить один атом из ансамбля и его излучение из излучения ансамбля в целом, поскольку все атомы в ансамбле взаимодействуют друг с другом через поле их

собственного спонтанного излучения. Процесс излучения таким ансамблем называют кооперативным процессом.

Для генерирования сверхизлучения возбуждающий импульс должен быть достаточно коротким ($\tau_{\text{возб}} \ll \tau_{\text{рел}}$) и интенсивным (таким, чтобы возбуждились все атомы ансамбля).

Основные особенности процесса сверхизлучения заключаются в следующем:

- длительность импульса сверхизлучения гораздо меньше характерного времени жизни по отношению к спонтанной релаксации отдельного атома; она обратно пропорциональна числу излучающих атомов;
- мощность сверхизлучения пропорциональна квадрату числа атомов в ансамбле, и тем самым она на много порядков величины превышает мощность спонтанного излучения, пропорциональную числу атомов;
- между возбуждающим импульсом и импульсом сверхизлучения имеется задержка, длительность которой больше длительности импульса сверхизлучения.

В самоорганизующихся системах увеличение фрактальной размерности приводит к увеличению плотности элементов, способных к когерентному действию. Для получения максимально возможной мощности излучаемого импульса одной лишь когерентности недостаточно, должна быть еще довольно большая плотность когерентных частиц, приходящихся на единицу объема или площади, с которых происходит излучение.

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ – физическое явление, наблюдаемое у некоторых веществ при охлаждении их ниже определенной критической температуры T_c и состоящее в практически полном исчезновении удельного электрического сопротивления их постоянному току и в выталкивании магнитного поля из объема образца. Сверхпроводимость открыта в 1911 г.

СИНЕРГЕТИКА (от греческого *synergeia* – сотрудничество, содружество) – новое научное направление, оформившееся примерно 70-х г. XX в. Это направление носит интегрирующий характер, объединяя общими законами разные области наук – физику, химию, биологию, психологию, социальные науки, астрономию, философию и др.

Синергетика занимается изучением систем, состоящих из многих подсистем самой различной природы, таких, как электроны, атомы, молекулы, клетки, нейроны, механические элементы, фотоны, органы, животные, люди, человеческие сообщества. Она рассматривает, каким образом взаимодействие таких подсистем приводит к возникновению пространственных, временных и пространственно-временных структур в макроскопических масштабах, какие принципы управляют процессами самоорганизации.

Синергетика является междисциплинарной областью науки, дающей естественнонаучное, строго математизированное обоснование процессов самоорганизации, протекающих в открытых сложных нелинейных системах.

Синергетика – общенаучная теория самоорганизации, ориентированная на поиск законов эволюции открытых неравновесных систем любой природы. Основная задача синергетики заключается в отыскании универсальных закономерностей возникновения порядка из хаоса, вскрытии причин и механизмов возникновения и распада структур реального мира.

Синергетику можно охарактеризовать также как новое мировидение, новую философию, основанную на системном подходе и самоорганизации. Синергетический подход в настоящее время рассматривается как основание для создания единой трансдисциплинарной теории, которая позволила бы описывать эволюционные процессы, протекающие между сложным целым и его частями, а также установить связь между физическими, биологическими и психологическими явлениями.

Важное философско-методологическое значение имеют ключевые идеи синергетики:

- а) сложноорганизованным системам нельзя навязать пути их развития;
- б) для них, как правило, существует несколько альтернативных путей развития, а значит возможность выбора наиболее оптимальных из них;
- в) хаос может выступить в качестве созидającego начала, конструктивного механизма эволюции;

г) в особых состояниях неустойчивости среды изменения параметров каждого отдельного элемента могут влиять на состояние системы в целом;

д) зная тенденции самоорганизации системы, можно миновать многие зигзаги эволюции, ускорить ее;

е) будущее состояние системы как бы организует, формирует, изменяет наличное ее состояние.

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД познания предполагает, что объектами современных междисциплинарных исследований все чаще становятся уникальные системы, характеризующиеся открытостью и саморазвитием. Такого типа объекты постепенно начинают определять и характер предметных областей основных фундаментальных наук, детерминируя облик современной, постнеклассической науки.

СИНТЕЗ (от греч. *synthesis* – соединение) – соединение (мысленное или реальное) различных элементов объекта в единое целое (систему). Синтез неразрывно связан с анализом (расчленением объекта на элементы).

СИСТЕМА (с греческ.) – целое, составленное из частей; соединение, совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которая образует определенную целостность, единство.

СИСТЕМА – комплекс взаимодействующих элементов. *Элемент* есть далее неразложимый компонент системы при данном способе ее рассмотрения. Между элементами и системой могут иметься «промежуточные» комплексы, более сложные, чем элементы, но менее сложные, чем сама система. Такие комплексы называются *подсистемами*. Подсистемы объединяют в себе разные части (элементы) системы, в своей совокупности способные к выполнению единой (частной) программы системы. Будучи элементом системы, подсистема в свою очередь оказывается системой по отношению к элементам, ее составляющим. В таком случае система оказывается системой систем, находящихся в иерархической связи друг с другом. Таким образом, понятия система и элемент относительны.

Открытая система – система, которая обменивается с окружающей средой веществом, а также энергией, импульсом и информацией.

Закрытая система – термодинамическая система, которая не обменивается с окружающей средой веществом, энергией и импульсом.

Нелинейная система: 1. Система, основным свойством которой является нелинейность, т.е. потенциальная способность к реализации нескольких путей своего развития. 2. Система, параметры которой зависят от переменных величин, характеризующих ее состояние. 3. Колебательная система, в которой протекают процессы, описываемые нелинейными дифференциальными уравнениями.

СИСТЕМНЫЙ МЕТОД – направление в методологии, в основе которого лежит исследование предметов, явлений, процессов как систем. Системный подход, таким образом, определяет исследование как раскрытие целостности объекта, выявления типа его структуры, механизма работы составляющих его частей. Выявление многообразных связей предмета для составления их в единую общую теоретическую картину.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД (анализ) – направление методологии познания и социальной практики, в основе которого лежит исследование объектов как систем, т. е. элементов, объединяемых определенной структурой.

СЛОЖНАЯ СИСТЕМА – составной объект, части которого можно рассматривать как отдельные системы, объединенные в единое целое в соответствии с определенными принципами или связанные между собой заданными отношениями. Части сложной системы (подсистемы) можно расчленить (часто лишь условно) на более мелкие подсистемы и т.д., вплоть до выделения элементов сложной системы, которые либо объективно не подлежат дальнейшему расчленению, либо относительно их неделимости имеется договоренность. Свойства сложной системы в целом определяются как свойствами составляющих ее элементов, так и характером взаимодействия между ними. В то же время свойства сложной целостной системы не сводимы к свойствам составляющих ее элементов и подсистем.

Сложность в синергетике означает нелинейность, огромное число элементов с большим числом степеней свободы, а также иерархический принцип организации структур единой целостной системы.

СОСТОЯНИЕ (синерг.) – определенная конфигурация всех элементов, подсистем и более мелких систем открытой сложной нелинейной системы, характеризующаяся соответствующими параметрами состояния.

Переход из одной конфигурации в другую происходит «скачком». Если второй конфигурации соответствует большая энергия (более высокий уровень), то для перехода системы на этот уровень она должна извне получить энергию, которая не меньше разности энергий, соответствующих этим состояниям. На более низкий уровень система может перейти самопроизвольно, испустив избыток энергии в виде излучения. Однако переход из метастабильного состояния самопроизвольно произойти не сможет, для выхода из него необходимо внешнее воздействие.

Различают состояния различных систем: атома, молекулы, квантовой системы, организма, среды, общества и т.д.

Различают также различные виды состояния: равновесное, неравновесное, вдали от равновесия, вблизи от равновесия, динамического равновесия, возбужденное, вырожденное, метастабильное, основное, промежуточное, устойчивое, неустойчивое, стационарное, фазовое, упорядоченное, хаотическое, когерентное и др. Можно говорить также о таких состояниях как болезнь, здоровье, гармония, спокойствие, беспокойство, сотрудничество, взаимопонимание и т.д.

СТАЦИОНАРНЫЕ СОСТОЯНИЯ – устойчивые состояния, в которых все характеризующие систему физические величины не зависят от времени.

СТЕПЕНИ СВОБОДЫ – независимые возможные изменения состояния (в частности, положения) физической системы, обусловленные вариациями ее параметров.

В механике степени свободы соответствуют независимым между собой перемещениям механической системы. Число степеней свободы зависит от числа материальных частиц, образующих систему, и числа и характера наложенных на систему механических связей.

В квантовой механике степени свободы соответствуют независимым координатам, которые определяет так называемый гамильтониан системы. Непрерывные поля нельзя охарактеризовать конечным числом степеней свободы. Другими словами, взаимодействующие поля являются динамическими системами с бесконечным числом степеней свободы.

Число степеней свободы веществ в различных состояниях

Вещество	Тип движения			Всего
	Поступательное	Вращательное	Колебательное	
Одноатомный газ	3	-	-	3
Двухатомный газ	3	2	-	5
Трехатомный газ*	3	3	-	6
Твердое тело	-	-	6	6

*Исключение: CO_2 имеет столько же степеней свободы, как и двухатомный газ.

СТОХАСТИЧНОСТЬ (от греч. *stochastikòs* – умеющий угадывать) – понятие, отражающее вероятностный характер процессов, протекающих в сложных нелинейных системах, придающий системе неопределенность.

Стохастический (вероятностный, или случайный процесс) – это процесс изменения во времени состояния или характеристик некоторой системы под влиянием различных случайных факторов, для которого определена вероятность того или иного течения. Типичным примером стохастического процесса может служить броуновское движение.

Стохастичность самоорганизующихся (нелинейных) систем обусловлена их сложностью. Сложность в этом случае означает наличие у системы огромного числа элементов с большим числом степеней свободы.

Особенность развития сложных нелинейных систем состоит в том, что вполне детерминированные (предопределенные) процессы способны порождать процессы, обладающие свойствами вероятностной природы. Так, в квантовых системах детерминистическое описание отдельных элементов заменяется эволюцией распределения вероятностей их состояний.

«СТРЕЛА ВРЕМЕНИ» – термин, отражающий направленный характер эволюции в закрытых системах к равновесному состоянию. Понятие возникло в связи с введением второго начала термодинамики в качестве основополагающего принципа развития физического мира; означает необратимость процессов во времени. Термодинамика привела к новой концепции времени как внутренней переменной, присущей системе. Такое понимание позволило считать более «старым» (по сравнению с другим) то из двух состояний, которому соответствует большее значение энтропии. Таким образом, время рассматривается через состояние системы. В традиционном понимании между прошлым и будущим нет расстояний. В термодинамике прошлое отделено от будущего интервалом, длина которого определяется характерным временем релаксации τ_c ; в результате настоящее обретает продолжительность. Резкий переход от прошлого к будущему возникает только в том случае, если $\tau_c \rightarrow 0$.

В философском плане такой поход означает, что человеческая жизнь, протекающая от момента рождения до его смерти (т.е. равновесного состояния) является непрерывным *настоящим* состоянием, а различные события жизни являются только факторами, возмущающими это состояние, но не прерывающими его.

СТРУКТУРА – совокупность устойчивых отношений и связей между элементами. Сюда включается общая организация элементов, их пространственное расположение, связи между этапами развития и т.п.

Структура – это, прежде всего, закономерные связи элементов. Среди закономерных наиболее значимы интегрирующие связи (или интегрирующие структуры). Они обуславливают интегрированность сторон объекта. Интегрирующая структура является ведущей основой системы. Для целей исследования бывает возможно и необходимо абстрагироваться от материальных элементов и сосредоточить усилия на анализе структур. Одним из ярких примеров связи структуры с нелинейными явлениями в открытой системе являются объекты с *фрактальной структурой*.

От структуры зависит качество системы. Характер связи внутри системы определяют элементы, поскольку природа и количество элементов обуславливают способ (структуру) их взаимосвязи. Одни элементы детерминируют одну структуру, другие – другую. Элементы – материальные носители связей и отношений, составляющих структуру системы. Материальные системы – суть единство элементов и структур. Поэтому не менее важным, чем исследование структуры, является изучение природы элементов системы.

Структура в синергетике рассматривается как процесс, локализованный в определенных участках сплошной открытой среды; процесс, имеющий определенную геометрическую форму, способный перемещаться по среде с сохранением формы (как, например, вихрь в жидкости или *солитон* в плазме), а также перестраиваться, эволюционировать, распадаться или достраиваться, интегрироваться с другими структурами в этой среде.

СТРУКТУРА (лат. structura) — строение, расположение, порядок, совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих сохранение его основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях; основная характеристика системы, ее инвариантный аспект.

В широком смысле понятие структура употребляется в научном и философском обиходе достаточно давно и широко в качестве одного из способов определения формы то есть организации содержания.

ТЕОРЕМА ГЕДЕЛЯ – выведена в 1931 г. австрийским математиком и логиком Куртом Гёделем. Состоит в доказательстве неполноты достаточно богатых формальных систем (в том числе аксиоматической теории множеств и арифметики натуральных чисел); в таких системах имеются истинные предложения, которые в их рамках недоказуемы и неопровергаемы. Этот результат Гёделя вызвал интенсивное исследование ограниченностей формальных систем, а в философском плане – означал утверждение принципиальной невозможности полной формализации научного знания.

ТЕОРЕМА ПРИГОЖИНА (теорема о минимуме производства энтропии, также принцип Гленсдорфа – Пригожина) – производство энтропии в системе, находящейся в стационарном, достаточно близком к равновесию, состоянии, минимально.

ТЕПЛОТА: 1. Энергия, полученная или отданная телом в форме беспорядочного движения образующих тело микрочастиц путем теплообмена или при каком-либо процессе, происходящем в самом теле. 2. Форма беспорядочного, теплового движения образующих тело микрочастиц. 3. Часть внутренней энергии тела, обусловленная хаотическим, тепловым движением микрочастиц.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. Тепловым (термодинамическим) процессом называется всякое изменение хотя бы одного из макроскопических параметров тела. Все тепловые процессы разделяются на равновесные и неравновесные.

Равновесные тепловые процессы. Процесс называется равновесным, если состояние тела в каждый момент времени с требуемой точностью является равновесным. Происходит только последовательная смена во времени одних равновесных состояний другими.

Равновесный процесс может происходить только при достаточно медленном изменении внешних условий. Условие медленности состоит в том, что за время релаксации изменение условий, в которых находится тело, должно быть пренебрежимо мало:

$$\tau/t \ll 1,$$

где τ – время температурной релаксации тела; t – время изменения температуры поверхности.

Важнейшим свойством равновесного процесса является его обратимость во времени.

Неравновесные тепловые процессы – процессы, при которых хотя бы одно из состояний, проходимых телом, является неравновесным. Неравновесные процессы необратимы.

ТЕМПЕРАТУРА: 1. Физическая величина, характеризующая состояние равновесия термодинамической системы и пропорциональная средней кинетической энергии хаотического движения частиц, составляющих систему. 2. Макроскопический параметр, характеризующий степень нагретости тела. 3. Величина, которая характеризует ширину статистического распределения заселенности энергетических уровней в состоянии термодинамического равновесия.

Температура характеризует интенсивность теплового движения частиц тела. Если движение частиц тела носит классический характер, то температура связана со средней кинетической энергией поступательного движения одной частицы. В этом случае кинетическая энергия поступательного движения одной частицы тела пропорциональна температуре T .

В более общем виде, справедливом как в классической, так и в квантовой области, температура (термодинамическая температура) определяется как отношение изменения энергии тела к соответствующему изменению его энтропии:

$$T = \left(\frac{\partial E}{\partial S} \right)_V.$$

В состоянии термодинамического равновесия системы температуры всех тел, образующих систему, одинаковы. Измерение температуры можно производить только косвенным путем, основываясь на зависимости от температуры таких физических свойств тел, которые поддаются непосредственному измерению. Нельзя ввести понятие температуры для системы, которая не находится в состоянии термодинамического равновесия и не описывается распределением Больцмана.

Применительно к системам, энергия которых рассматривается как целиком потенциальная, понятие температуры имеет несколько иной смысл – это величина, которая характеризует ширину статистического распределения заселенности энергетических уровней в состоянии термодинамического равновесия. Поддержание постоянной температуры в подобных системах обеспечивается путем соответствующего изменения заселенности уровней. Температура, как величина, характеризующая заселенность уровней, указывает на беспорядок в системе, но не может служить мерой этого беспорядка. Мерой беспорядка может служить только энтропия, которая характеризует число способов, которыми можно заселить систему фиксированных энергетических уровней при заданном значении суммарной энергии системы: $S = k \ln w$, где k – постоянная Больцмана, w – указанное число способов заселения.

ТЕРМОДИНАМИКА – раздел физики, изучающий законы тепловых процессов, протекающих в макроскопических физических системах, без обращения к атомно-молекулярному строению вещества.

Неравновесная термодинамика – область термодинамики, изучающая необратимые процессы в неравновесных системах.

Статистическая термодинамика – раздел статистической механики, посвященный обоснованию законов термодинамики равновесных процессов.

Химическая термодинамика – раздел термодинамики, изучающий зависимости термодинамических свойств от их состава, строения и внешних условий, а также различные физико-химические процессы.

ТЕРМОДИНАМИКИ ВТОРОЕ НАЧАЛО (ВТОРОЙ ЗАКОН): 1. Невозможны процессы, при которых теплота переходила бы самопроизвольно от холодных тел к нагретым. 2. Если две системы (одна из которых представляет собой большой резервуар) в какой-то момент времени находятся в конфигурации, отличной от наиболее вероятной, то наиболее вероятным следствием этого будет такое изменение конфигурации, что в последующие моменты времени обобщенная энтропия будет монотонно возрастать. 3. Энтропия замкнутой системы стремится остаться постоянной или возрасти. 4. Все процессы превращения энергии, происходящие без воздействия внешних сил, протекают таким образом, что суммарная энтропия системы возрастает, т.е. изменение энтропии является величиной положительной.

ТЕРМОДИНАМИКИ ПЕРВОЕ НАЧАЛО (ПЕРВЫЙ ЗАКОН) – закон сохранения энергии, формулировка которого учитывает особую форму ее передачи путем теплообмена. Этот закон гласит, что в тепловых процессах любое изменение внутренней энергии состоит из приращения количества тепла и совершенной работы.

В применении к замкнутой системе первый закон термодинамики гласит:

Тепловая энергия, подведенная к замкнутой системе, расходуется на повышение ее внутренней энергии и работу, производимую системой против внешних сил:

$$dQ = dU + \delta A,$$

где dQ – подведенная к системе тепловая энергия; dU – изменение внутренней энергии системы (которая зависит от агрегатного состояния и температуры системы); δA – совершенная системой работа.

Областью применимости первого начала термодинамики являются все тепловые процессы.

ТЕРМОДИНАМИКИ ТРЕТЬЕ НАЧАЛО (ТРЕТИЙ ЗАКОН). 1. Энтропия равна нулю, когда система находится на низшем энергетическом уровне (например, при абсолютном нуле температуры). 2. При стремлении температуры к абсолютному нулю энтропия становится независимой от внешних параметров, входящих в определение системы (таких, как объем и напряженность магнитного поля). 3. Энтропия всякого тела стремится к нулю при стремлении к нулю его абсолютной температуры.

Во многих опытах с энтропией самая низкая достижимая температура (например, $1\text{ }^{\circ}\text{K}$) оказывается еще слишком большой, чтобы исключить энтропию, связанную с беспорядком в ориентации ядерных спинов. Поэтому, когда температура двух тел, находящихся в тепловом контакте, в точности одинакова, контакт, тем не менее, допускает спонтанный обмен энергией между ними. Таким образом, всегда будут происходить небольшие флуктуации энергии одного из тел.

УПРАВЛЯЮЩИЕ ПАРАМЕТРЫ – законы, которым система вынуждена строго подчиняться в силу своей природы; величины, характеризующие быстроту изменения состояния системы.

УСТОЙЧИВОСТЬ (стабильность) – способность системы восстанавливать исходное (или близкое к нему) состояние после какого-либо возмущения, проявляющегося в отклонении параметров системы от номинального значения.

Устойчивость, как свойство эволюционирующих систем, направлена на сохранение вида, изменчивость – на эволюционное развитие.

ФАЗОВОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ (синерг.) – диссипативная самоорганизация, проявляющаяся в создании, воспроизведении и совершенствовании сложной открытой нелинейной системы, связи между

элементами которой имеют не жесткий, а вероятностный характер (См. Диссипативная самоорганизация).

ФЛУКТУАЦИИ (от лат. fluctuatio – колебание) – случайные отклонения от средних значений физических величин, характеризующих систему из большого числа частиц.

В термодинамических системах флуктуации вызываются тепловым движением частиц системы. Флуктуации давления проявляются, например, в броуновском движении малых частиц под влиянием точно не скомпенсированных ударов молекул окружающей среды. Флуктуации электрические – это флуктуации напряжения, заряда или тока в электрических цепях и линиях связи, обусловленные как дискретной природой электричества и тепловым движением носителей заряда, так и случайными изменениями параметров цепей и линий.

В синергетике под флуктуациями понимаются внутренние отклонения состояния системы, не зависящие от внешней среды и обусловленные взаимодействием элементов и подсистем сложного целого. Отклонения от некоторого среднего состояния системы в результате внешних воздействий называются возмущениями системы.

Флуктуации определяют теоретически возможный предел чувствительности приборов. Флуктуации характерны для любых случайных процессов.

ФОКУСИРОВКА – создание сходящихся волновых фронтов сферической и цилиндрической формы.

Фокусировка частиц – создание условий, необходимых для устойчивого движения заряженных частиц в ускорителях и ряде других приборов.

Самофокусировка света – концентрация энергии световой волны в среде, показатель преломления которой растет с увеличением интенсивности света.

Самодефокусировка света – уменьшение плотности энергии световой волны в среде, показатель преломления которой уменьшается с ростом интенсивности света.

ФРАКТАЛ (от fractal – дробный) – понятие, введенное в 1975 г. Б. Мандельбротом и отражающее изломанный, фрагментарный характер фрактальных объектов и явлений с дробными размерностями.

Дробные размерности D служат количественной мерой негладкости фракталов. Так, для прямой с фрактальной структурой $1 > D > 0$; для площади $2 > D > 1$; для объема $3 > D > 2$.

Фрактальные объекты в меньших масштабах выглядят как в больших, часть фрактала похожа на целое, по мере увеличения объекта проявляется все большее число деталей, подобных тому, что было для малого объекта.

Для развивающихся систем динамика фрактальной размерности отражает изменение во времени степени наполненности объема (множества) некоторой эволюционирующей диссипативной структурой (состоянием системы, формой организации).

Введение понятия фрактальных множеств находит применение в синергетике для описания хаотических состояний и движений, а также в космологии, химической кинетике, физике полимеров и полупроводников, теории роста городов и т.д. Фракталы дают возможность находить скрытый порядок в хаотических структурах.

ФРАКТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА – самоподобная структура объектов с дробной размерностью. Концепция фрактальности выделяет объекты различных масштабов (от молекул до Вселенной) и отражает иерархический принцип организации сложной целостной системы. В основе данного понятия лежит гипотеза самоподобия, согласно которой вид фрактальной структуры объектов существенно не меняется при масштабных преобразованиях в определенном диапазоне. При этом каждое последующее состояние получается из предыдущего (такие действия называются итерациями), являющегося своеобразным носителем наследственных признаков: $x_{n+1} = f(x_n)$. Однако, поскольку система является открытой, в процессе эволюции она испытывает на себе влияние внешних воздействий, случайных и закономерных, поэтому каждое последующее значение будет только похожим на предыдущее, но не тождественным ему.

ХАОС (греч.) – в древнегреческой философии беспредельная первобытная масса, неупорядоченная первопотенция мира, из которой образовалось впоследствии все существующее. В общем смысле – полный беспорядок, нарушение последовательности, стройности. В физику понятие хаоса ввели Больцман и Гиббс.

ХИРАЛЬНОСТЬ (КИРАЛЬНОСТЬ) – понятие, характеризующее свойство объекта быть несовместимым со своим отображением в идеальном плоском зеркале.

ЦЕЛОСТНОСТЬ – внутреннее единство объекта, независимость от окружающей среды; объективный критерий гармонии, достигается подчинением структурной организации объекта, законам, определяющим образование форм живой природы и форм кристаллов.

ЭВОЛЮЦИЯ (от *evolutio* – развертывание): **1.** В широком смысле – представление об изменениях в обществе и природе, их направленности, порядке, закономерностях. Определенное состояние какой-либо системы, рассматриваемое как более или менее длительное изменение ее предшествующего состояния. **2.** В более узком смысле – представление о медленных, постепенных количественных изменениях в отличие от революции. **3.** В биологии – необратимое историческое развитие живой природы. Определяется изменчивостью, наследственностью и естественным отбором организмов. Сопровождается приспособлением их к условиям существования, образованием и вымиранием видов, преобразованием биogeоценозов и биосферы в целом.

В синергетике эволюция – это не плавное изменение параметров, а чередование различных стадий развития системы, резко отличающихся друг от друга как по своему характеру, так и по скорости протекания процессов. Рассматриваются следующие стадии эволюционного процесса:

а) **эволюция** как достаточно медленное изменение параметров, развертывание (проявление) потенциальных возможностей, увеличение сложности системы (см. *Режим усиления*);

б) **инволюция** (от *involutio* – свертывание) – достаточно медленное изменение параметров в сторону уменьшения сложности; редукция (утрата) в процессе развития отдельных органов (структур), упрощение их строения и функции (см. *Режим охлаждения*);

в) **революция** (от *revolutio* – поворот, переворот) – глубокое качественное изменение в развитии каких-либо явлений, перерыв постепенности, качественный скачок. По своей сути понятие революции совпадает с понятием *катастрофического скачка*;

г) **деградация** (от лат. *de...* – приставки, означающей отсутствие, отмену, устранение чего-либо или движение вниз, понижение, и *gradus* – ступень, степень) – постепенное ухудшение качества, опускание вниз по эволюционным ступеням, необратимое уменьшение сложности, распад структур; понятие, противоположное градации, как восхождению по ступеням (см. *Градация*).

ЭНЕРГИЯ – единая мера различных форм движения и взаимодействия всех видов материи; имеет размерность работы. Энергия не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую. Понятие энергии связывает воедино все явления природы.

В соответствии с различными формами движения материи рассматривают разные формы энергии: механическую, внутреннюю, электромагнитную, химическую, ядерную и др. Это деление до известной степени условно. Так, химическая энергия складывается из кинетической энергии движения электронов и электрической энергии взаимодействия электронов друг с другом и с атомными ядрами. Внутренняя энергия равна сумме кинетической энергии хаотического движения молекул относительно центра масс и потенциальной энергии взаимодействия молекул друг с другом. Энергия системы однозначно зависит от параметров, характеризующих состояние системы. В случае непрерывной среды или поля вводится понятие плотности энергии, т.е. энергии в единице объема, и плотности потока энергии, равной произведению плотности энергии на скорость ее перемещения.

Теория относительности показала, что энергия тела неразрывно связана с его массой m соотношением $E = mc^2$. Любое тело обладает энергией; если масса покоящегося тела m_0 , то его энергия покоя $E_0 = m_0c^2$; эта энергия может переходить в другие виды энергии при превращении частиц (распадах, ядерных реакциях и т.п.).

Согласно классической физике, энергия любой системы меняется непрерывно и может принимать любые значения. Квантовая теория утверждает, что энергия микрочастиц, движение которых происходит в ограниченном объеме пространства (например, электронов в атоме), принимает дискретный ряд значений. Так, атомы испускают электромагнитную энергию в виде дискретных порций – световых квантов, или фотонов.

ЭНЕРГИЯ (в механике) – способность тела совершать работу, или запас работы.

Потенциальная энергия – энергия положения и энергия упругой деформации.

Чтобы поднять тело, над ним следует совершить работу. Эта работа запасается в виде потенциальной энергии тела, которая определяется по формуле:

$$W_{\text{п}} = Gh = mgh, \quad (1)$$

где m – масса тела; h – высота, на которую поднято тело; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Потенциальная энергия, определяемая по формуле (1), не является полной потенциальной энергией тела, а представляет собой лишь приращение потенциальной энергии при подъеме тела на высоту h , поскольку начало отсчета выбирается произвольно.

Формула (1) верна при условии, что ускорение свободного падения g постоянно по всей высоте подъема, т.е. в случае подъема на относительно небольшую высоту.

Если тело опускается с высоты h , то выделяется определяемая формулой (1) энергия $W_{\text{п}}$, зависящая от расстояния, на которое опустилось тело.

Если тело падает с высоты h , то его потенциальная энергия $W_{\text{п}}$ целиком превращается в кинетическую энергию $W_{\text{к}}$ (энергию движения).

Работа, затрачиваемая на деформацию упругих тел, также накапливается в этих телах в виде потенциальной энергии $W_{\text{п}}$, которую можно определить по формуле:

$$W_{\text{п}} = \frac{1}{2} D s^2,$$

где D – жесткость тела или пружины; s – величина деформации.

Кинетическая энергия – энергия движения. Чтобы сообщить телу ускорение и заставить его двигаться с определенной скоростью, нужно совершить работу. Эта работа запасается в виде кинетической энергии тела, которая может быть определена по формуле:

$$W_{\text{к}} = \frac{1}{2} m v^2,$$

где m – масса тела; v – скорость тела.

Изменение величины скорости от v_1 до v_2 приводит к изменению кинетической энергии, которое записывается в виде:

$$\Delta W_{\text{к}} = \frac{1}{2} (v_2^2 - v_1^2).$$

ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ – средняя избыточная энергия молекул, вступающих в акт реакции. Энергия активации равна разности средней энергии активированных комплексов и средней энергии исходных молекул при температуре реакции.

Физическая природа энергии активации была разъяснена Ф. Лондоном (1928) на основе приближенного квантово-механического метода расчета энергии многоэлектронных систем, называемого методом валентных связей. Потенциальный барьер, препятствующий акту реакции, создается взаимным отталкиванием химически не соединенных атомов; это отталкивание является обменным эффектом, т.е. обусловлено тождественностью электронов, как и взаимное притяжение атомов, соединенных химическими связями.

Теоретическое вычисление энергии активации в настоящее время вычислимо лишь для наиболее простых систем и в приближениях, не дающих достаточной точности. Энергию активации находят из опытных данных по зависимости константы скорости реакции k от температуры T на основании уравнения Аррениуса:

$$k = Ae^{-E/RT}, \quad (1)$$

где E – энергия активации; R – газовая постоянная; A – постоянная, называемая предэкспоненциальным, или частотным, фактором.

Для простых (т.е. одностадийных) обратимых реакций энергия активации в прямом направлении E_+ и E_- связаны уравнением:

$$E_+ - E_- = \Delta U, \quad (2)$$

где ΔU – изменение внутренней энергии при реакции. Значения энергии активации экзотермического направления реакции (т.е. меньшей из двух величин E_+ и E_-) для реакций химически насыщенных молекул обычно лежит в пределах от 20 до 60 ккал/моль, а для реакций с участием атомов или свободных радикалов – в пределах от 0 до 15 ккал/моль. Энергия активации эндотермического направления реакции, согласно уравнению (2), больше энергии активации экзотермического направления на величину ΔU .

ЭНЕРГИЯ ВНУТРЕННЯЯ: 1. Полная энергия системы. 2. Функция состояния термодинамической системы, убыль которой в обратимом адиабатическом процессе равна работе, производимой системой над внешними телами.

Внутренняя энергия системы является функцией состояния системы, т.е. зависит только от параметров состояния p , V , T и не зависит от способа, которым это состояние было достигнуто. Каждому термодинамическому состоянию системы соответствует определенное значение внутренней энергии. Так, под внутренней энергией какого-либо тела понимается суммарная энергия его молекул. Внутренняя энергия определенного количества (массы) идеального газа зависит только от его температуры.

Однако интерес представляет не сама внутренняя энергия, а ее изменение ΔU или dU . Для газа изменение внутренней энергии равно количеству теплоты, полученному им в результате теплообмена, если газ не затрачивает работы на расширение.

ЭНЕРГИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ – энергия, необходимая для разложения при 0 °K одного моля кристалла на изолированные частицы (выбранные в качестве основных при построении решетки), находящиеся в бесконечном удалении друг от друга. Энергия кристаллической решетки слабо зависит от температуры и в термодинамических расчетах может быть ориентировочно отнесена к стандартным условиям (298 °K). Энергия кристаллической решетки характеризует величину связей между частицами в кристалле; ее величиной в значительной степени определяются такие свойства кристаллов, как прочность, твердость, температура плавления, концентрация равновесных дефектов и т.д.

ЭНЕРГИЯ МОЛЕКУЛ – характеризуется кинетической энергией молекул, которая определяется как $W_k = m_m v^2/2$. Если определить долю внутренней энергии газа, приходящуюся на одну молекулу (считая, что все молекулы обладают одинаковой энергией), то она оказывается пропорциональной квадрату скорости молекулы ($W \sim v^2$). При расчетах используется не мгновенная скорость отдельной молекулы, а некоторое ее среднее значение, равное значению $\bar{v}^2 = 3RT$, где R – газовая постоянная, T – температура газа.

ЭНЕРГИЯ ПОКОЯ. 1. Энергия тела в системе отсчета, относительно которой тело покоится, равна произведению массы покоя тела на квадрат скорости света $E = mc^2$. 2. Энергия частицы в состоянии покоя, которая выделилась бы, если бы вся масса частицы смогла аннигилировать.

ЭНЕРГИЯ ПОЛНАЯ – сумма энергии покоя и кинетической энергии движущегося тела.

ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ – разность между энергией связанного состояния совокупности частиц и энергией такого состояния, когда частицы разделены и бесконечно удалены друг от друга.

ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ ЯДРА – энергия, которая высвобождается в процессе образования из нуклонов атомного ядра. Нуклоны (протоны и нейтроны) связаны в ядре благодаря ядерным силам, которые значительно превосходят силы электростатического отталкивания, действующие между протонами. Для расщепления ядра необходимо преодолеть эти силы, т.е. затратить энергию. Соединение нуклонов с образованием ядра, напротив, сопровождается высвобождением энергии, которую называют энергией связи ядра $W_{св}$, или ядерной энергией.

ЭНТРОПИЯ – фундаментальная величина статистической механики, связанная со степенью беспорядка в физической системе. Энтропия сохраняется в любом процессе, в котором непрерывно поддерживается тепловое равновесие. Второе начало термодинамики утверждает, что полная энтропия в *любой* реакции никогда не уменьшается.

ЭНТРОПИЯ (от греч. ἔντροπία – поворот, превращение) – понятие, впервые введенное в термодинамике для определения меры необратимого рассеивания энергии. Термин широко применяется и в других областях знания: в статистической физике как мера вероятности осуществления какого-либо макроскопического состояния; в теории информации как мера неопределенности какого-либо опыта (испытания), который может иметь разные исходы, в исторической науке, для экспликации феномена альтернативности истории (инвариантности и вариативности исторического процесса).

ЭНТРОПИЯ (синерг.) 1. Параметр, характеризующий степень беспорядка в структуре системы. 2. Величина, отражающая степень приближения градиентных систем к термодинамическому равновесию. 3. Мера молекулярного хаоса, деградации энергии, мера потери работоспособности градиента определенных параметров системы (См. *Градиент*).

Энтропия открытой сложной нелинейной системы – это количественный показатель способности системы к саморегуляции: чем выше уровень саморегуляции, тем меньше прирост энтропии, тем дольше удерживается неравновесное стационарное состояние и относительное постоянство внутренней среды.

Энтропия является величиной, весьма чувствительной к строению вещества (системы). Поэтому у изомеров – веществ с одинаковым химическим составом, но различной пространственной структурой молекул, значения энтропии могут существенно отличаться друг от друга.

ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА – необратимые процессы переноса массы, энергии, импульса, заряда, происходящие в средах вследствие движения и взаимодействия микрочастиц. Причиной является наличие в среде градиентов температуры, концентраций и т.д. К этим явлениям относятся тепло- и электропроводность, термоэлектрические явления, термодиффузия и др.

ЯН и ИНЬ – в древнекитайской философии и медицине символы мужского и женского начала, взаимоотношения которых являются источником жизни и всего существующего. «Ян» - мужское, положительное, светлое, твердое, рациональное. «Инь» - женственное, порождающее, текучее, темное, иррациональное.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство образования и науки Кыргызской Республики
Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина
Естественно-технический факультет
Кафедра «Физические процессы горного производства»**

Реферат

по дисциплине «Введение в синергетику»

на тему: «ОБ ЭСТЕТИКЕ ФРАКТАЛОВ И ФРАКТАЛЬНОСТИ ИСКУССТВА»

Выполнил(а) студент(ка) гр. _____

(Ф.И.О.) _____

Руководитель _____

(Ф.И.О.) _____

Бишкек 20 ____