

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

« 17 »

2019 г.



Рабочая программа учебной дисциплины

«САМООРГАНИЗАЦИЯ В НАНОСИСТЕМАХ И ФРАКТАЛЬНЫЙ
АНАЛИЗ»

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Магистерская программа: Физика конденсированного состояния

Программа подготовки: Магистратура

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Донецк 2019

УТВЕРЖДАЮ:

Врио декана физико-технического
факультета

С.А.Фоменко

10 апреля 2019 г.



Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 913.

Программа учебной дисциплины «САМООРГАНИЗАЦИЯ В НАНОСИСТЕМАХ И ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «04» апреля 2016 г. № 300, зарегистрированного в Министерстве юстиции ДНР от 22 апреля 2016 г. № 1195, «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР 07 августа 2015 г. № 380 (с изменениями и дополнениями от 30 октября 2015 г. № 750), учебного плана по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: Физика конденсированного состояния), утвержденного Ученым Советом Университета от 02.04.2019 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 102/05 от 31.05.2019 г.).

Разработчик:

Профессор, доктор физ-мат наук,
профессор кафедры теоретической
физики и нанотехнологий

Юрченко В.М.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № 17 от « 04 » апреля 2019 г.

Зав. кафедры теоретической физики и нанотехнологий  Варюхин В.Н.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 4 от « 08 » апреля 2019 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:

Курс «САМООРГАНИЗАЦИЯ В НАНОСИСТЕМАХ И ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: физика конденсированного состояния).

Дисциплина реализуется на физико-техническом факультете кафедрой теоретической физики и нанотехнологий. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Аналитическая геометрия, линейная алгебра. Теория групп», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Кристаллофизика, теория и методы структурного анализа», «Физика твердого тела».

Полученные знания используются студентами во время выполнения научно-исследовательской работы при написании магистерской диссертации.

2. Структура дисциплины

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	03.04.02 Физика	
Магистерская программа	Физика конденсированного состояния	
Программа подготовки	магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	3	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	
Год подготовки	2	
Семестр	3	
Количество часов	108	
- лекционных	6	
- практических, семинарских		
- лабораторных	30	
- самостоятельной работы	72	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	3	
в т.ч. аудиторных	3	

3. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель дисциплины заключается в предоставлении будущим специалистам необходимого объема знаний, представлений, экспериментальных фактов и теоретических моделей о современной физике фрактальных структур и синергетики.

Задача дисциплины «Самоорганизация в наносистемах и фрактальный анализ» предусматривает проработку студентами теоретических основ прослушанного лекционного материала, подготовку будущего специалиста к самостоятельной научной работы в области нанофизики.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины «САМООРГАНИЗАЦИЯ В НАНОСИСТЕМАХ И ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 03.04.02 Физика и основной образовательной программы высшего образования направления подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: физика конденсированного состояния):

а) общекультурных (ОК):

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

б) общепрофессиональных (ОПК):

готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3);
способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности (ОПК-4);
способностью использовать свободное владение профессионально профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5);
способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);
способностью демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7).

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта (ПК-1);

научно-инновационная деятельность:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);
способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3);

организационно-управленческая деятельность:

способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции (ПК-4);
способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (ПК-5);

педагогическая деятельность:

способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями при реализации программ бакалавриата

в области физики (ПК-6);
 способностью руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата (ПК-7).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен
знать:

- математические и понятийные основы синергетики;
- классы фрактальных структур;
- иметь представление о нелинейных эффектах
- методы анализа устойчивости динамических систем.

уметь:

- вести информационный поиск необходимых для научных исследований источников;
- определять фрактальную размерность;
- классифицировать синергетические системы;
- выбирать модели для описания систем с фрактальным строением.

владеть:

- методами анализа устойчивости динамических систем;
- навыками информационного поиска необходимых для научных исследований источников.

4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Содержательный модуль 1 «Основы синергетики»</i>
<i>Тема 1. Введение</i>	Основные понятия синергетики.
<i>Тема 2. Динамические системы и хаос.</i>	Динамические системы и хаос.
<i>Тема 3. Осцилляторы и аттракторы.</i>	Осцилляторы и аттракторы.
<i>Тема 4. Взаимодействие нелинейных элементов</i>	Коллективные движения. Взаимодействие нелинейных элементов.
	<i>Содержательный модуль 2 «Синергетические системы»</i>
<i>Тема 5. Вейвлет-анализ. Катастрофы. Теория вихрей. Информация и динамика</i>	Вейвлет-анализ. Катастрофы. Теория вихрей. Информация и динамика.

Тема 6. Энтропия - мера хаоса. Фракталы - геометрия природы. Перенормировки и клеточные автоматы	Энтропия - мера хаоса. Фракталы - геометрия природы. Перенормировки и клеточные автоматы
Тема 7. Синергетические системы.	Синергетические системы. Необратимые процессы. Конкуренция и отбор.
Тема 8. Самоорганизация биосистем	Самоорганизация биосистем. Социум. Компьютерный эксперимент.

Тематический план

Содержательный модуль 1-«Основы синергетики»											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Введение	13,5	0,5		4	9						
Тема 2. Динамические системы и хаос.	13,5	0,5		4	9						
Тема 3. Осцилляторы и аттракторы.	12	1		2	9						
Тема 4. Взаимодействие нелинейных элементов	12	1		2	9						
Итого по содержательному модулю 1	51	3		12	36						

Тематический план

Содержательный модуль 2-«Синергетические системы»
--

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	Всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 5. Вейвлет-анализ. Катастрофы. Теория вихрей. Информация и динамика	14	1		4	9							
Тема 6. Энтропия - мера хаоса. Фракталы - геометрия природы. Перенормировки и клеточные автоматы	16	1		6	9							
Тема 7. Синергетические системы.	13.5	0,5		4	9							
Тема 8. Самоорганизация биосистем	13,5	0,5		4	9							
Итого по содержательному модулю 2	57	3		18	36							
Всего часов по дисциплине	108	6		24	72							

5.Методические рекомендации для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.

Практические не предусмотрены учебным планом.

ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Введение	0,5
2	Динамические системы и хаос.	0,5
3	Осцилляторы и аттракторы.	1
4	Взаимодействие нелинейных элементов	1

5	Вейвлет-анализ. Катастрофы. Теория вихрей. Информация и динамика	1
6	Энтропия - мера хаоса. Фракталы - геометрия природы. Перенормировки и клеточные автоматы	1
7	Синергетические системы.	0,5
8	Самоорганизация биосистем	0,5
	ВСЕГО	6

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Исследования наноматериалов методом просвечивающей электронной микроскопии	4
2	Метод определения удельной поверхности частиц БЭТ	4
3	Анализ нанопорошков методом ДТА иДСК	5
4	Определение характеристик плотности нанопорошков	5
5	Дилатометрический метод исследования плотности нанопорошков	4
6	Погрешности методов исследования наноматериалов	4
7	Исследования оптических свойств нанопорошков	4
	ВСЕГО	30

6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Классические фракталы. L-системы	12
2	Метрика Хаусдорфа	12
3	Метрические пространства	12
4	Случайные фракталы. Фрактальное броуновское движение	12
5	Непрерывные отображения	12
6	Случайные фракталы. Срединное смещение	12
	ВСЕГО	72

7. Индивидуальные задания содержатся в методических указаниях.

Темы для выполнения индивидуальной работы

- 1.Примеры фрактальных процессов и фрактальных структур в физике.
- 2.Обобщенное Броуновское движение.
3. Случайные фракталы. Фильтрация Фурье
4. Системы итерированных функций. Реализация СИФ.
5. Метрика Хаусдорфа II.
6. Понятия о дробном интеграле и дробной производной. Основные свойства
7. Комплексные регулярные фракталы Жюлиа, Фату, Мандельброта.
8. Топологическая размерность

8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Классические фракталы. Самоподобие
2. Классические фракталы. Пыль Кантора
3. Классические фракталы. Кривые Пеано
4. Множества и отображения
5. Предварительные сведения из теории множеств
6. Сжимающие отображения
7. Аффинные преобразования
8. Системы итерированных функций. Системы итерированных функций
9. Системы итерированных функций. Реализация СИФ
10. Системы итерированных функций. СИФ со сгущением
11. Системы итерированных функций. Коллажи
12. Системы итерированных функций. Размерность Минковского
13. Системы итерированных функций. Вычисление размерности
14. Аттрактор Лоренца
15. Итерированные отображения
16. Универсальность Фейгенбаума
17. Периодичность Шарковского
18. Случайные фракталы.
19. Случайные фракталы. Случайные возмущения
20. Случайные фракталы. Броуновское движение
21. Случайные фракталы. Срединное смещение и ФБД
22. Случайные фракталы. Фурье-анализ ФБД
23. Метрика Хаусдорфа II
24. Топологическая размерность
25. Размерность Хаусдорфа
26. Быстрое преобразование Фурье
27. Теория ренормализации. Фракталы Пуанкаре

9. Образец модульного контроля (ОБРАЗЕЦ ВАРИАНТА И КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Магистерская программа:

физика конденсированного состояния

Программа подготовки:

магистратура

Семестр

1

Учебная дисциплина

**САМООРГАНИЗАЦИЯ В НАНОСИСТЕМАХ И
ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Системы итерированных функций. Вычисление размерности
2. Аттрактор Лоренца

Утверждено на заседании кафедрой теоретической физики и нанотехнологий,

протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
Всего	30

10. Образец экзаменационного билета (ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ, ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА И КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ)

Теоретические вопросы к экзамену

1. Введение. Основные понятия синергетики. Методы подобия и закон подобия.
2. Анализ размерности физических величин. Подобие и фракталы.
3. Геометрическая и физическая подобность. Самоподобность и самоаффинность. Размерности подобности.
4. Использование анализа размерностей при решении задач математической физики.
5. Автомодельные развязки второго рода.
6. Классификация автомодельных зависимостей. Полная и неполная автомодельность. Неполная автомодельность фракталов.
7. Однородные функции и скейлинг. Размерность Хаусдорфа – Безиковича.
8. Модели фракталов. Конструктивные (детерминированные, регулярные) фракталы: «пыль» Кантора; кривая и «снежинка» Коха; кривые Пеано; «салфетка» и «ковёр» Серпинского.
9. Модели фракталов. Конструктивные (детерминированные, регулярные) фракталы: спирали, «листья папоротника» Барнсли; «деревья» Босмана и др.
10. Модели фракталов: отображение пекаря и отображение Энона (хаотические динамические системы).
11. Построение детерминированных фракталов – инвариантные преобразования.
12. Возникновение хаоса и аттракторы.
13. Стохастические (случайные) фракталы
14. Детерминированный хаос.
15. Аттрактор Лоренца.
16. Динамические фракталы. Комплексные регулярные фракталы Жюлиа, Фату, Мандельброта.
17. Понятие о кватернионных (гиперкомплексных) фракталах.
18. Топология и мера. Топологическая размерность. Понятие меры.
19. Понятия о дробном интеграле и дробной производной. Основные свойства.
20. Связь между фрактальным множеством Кантора и дробным интегралом.
21. Примеры фрактальных процессов и фрактальных структур в физике. Динамика нелинейных систем и хаос.
23. Примеры фрактальных процессов и фрактальных структур в физике. Отклик «шероховатых» поверхностей.
24. Примеры фрактальных процессов и фрактальных структур в физике. Скин – эффект фрактальных поверхностей.
25. Примеры фрактальных процессов и фрактальных структур в физике. Процессы релаксации в системах с «остаточной» памятью.

Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **03.04.02 Физика**
Магистерская программа: **физика конденсированного состояния**
Программа подготовки: **магистратура**
Семестр: **I**
Учебная дисциплина: **САМООРГАНИЗАЦИЯ В НАНОСИСТЕМАХ И ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

БИЛЕТ №1

1. Топология и мера. Топологическая размерность. Понятие меры.
2. Понятия о дробном интеграле и дробной производной. Основные свойства.
3. Связь между фрактальным множеством Кантора и дробным интегралом

Утверждено на заседании кафедрой теоретической физики и нанотехнологий, протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Экзаменатор _____

Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
Всего	50 баллов

11. Образец тестового задания (при наличии)

12. Критерии оценивания

По курсу «САМООРГАНИЗАЦИЯ В НАНОСИСТЕМАХ И ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамен. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины**

Организационно учебная работа студента	СРС	
	Индивидуальная работа	Модульный контроль
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. Материально-техническое обеспечение учебного процесса.

Учебные занятия проводятся в учебной лаборатории «Микро и нано структуры». №015. Оборудована комплектом учебной мебели на 12 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, фломастерная доска, масс-спектрометр (МИ 1201АТ-01), микроскоп электронный растровый РЭМ-106 И, установка для изучения оптических свойств тонких пленок (п/п диэлектриков), 1 компьютер для снятия и обработки данных.

14. Рекомендованная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Терехов С. В. Вариационные принципы классической механики / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин, А. Г. Петренко; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. – Донецк: ГОУ ВПО "ДонНУ", 2018. – 52 с.		+
2.	Юрченко В.М. Самоорганизация в наносистемах и фрактальный анализ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.М.Юрченко - Донецк: ДонНУ, 2019. - Электронные данные (1файл)	1	
Дополнительная литература			
3.	Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 454 с.	2	
4.	Головин Ю. И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 493 с.	2	
5.	Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер; пер. с англ. А. В. Хачоян. – М.: Техносфера, 2008. – 349 с.	4	
6.	Ковшов А. Н. Основы нанотехнологии в технике: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое	2	

	обеспечение машиностроительных пр-в"; "Автоматизированные технологии и пр-ва" / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов. – Москва: Академия, 2009. – 239 с.		
7.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е. – Москва: Физматлит, 2009. – 414 с.	6	
8.	Краснюк И. Б. Детерминированный хаос в простых задачах физики полимеров / И. Б. Краснюк, Р. М. Таранец, В. М. Юрченко, А. Е. Зюбанов, В. Ф. Русаков // Вісник Донецького національного університету [Текст]: науковий журнал. Серія А. Природничі науки / Донецький нац. ун-т; голов. ред. В. П. Шевченко; редкол. серії: В. П. Шевченко (голов. ред.) та ін.; відп. ред. С. В. Беспалова. – 2011. - № 2. – С. 75-83.	2	

15. Информационные ресурсы (с указанием названия и полного электронного адреса)

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

<http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки ДонНУ.

<http://library.donnu-support.ru/catalog/scripts/wek2.exe/mb> - Электронный каталог ДонНУ:

16. Программное обеспечение (при наличии)

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 201____ год.
Протокол № ____ от “ ____ ” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 201____ год.
Протокол № ____ от “ ____ ” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____