

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Физико-технический факультет**

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

*Е.И. Скафа*

Е.И. Скафа

6 апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Самоорганизация в наносистемах и фрактальный  
анализ**

Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Магистерская программа:	Физика конденсированного состояния
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

С.А. Фоменко

«17» апреля 2020 г.

МП



Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 913; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы Физика конденсированного состояния, направления подготовки 03.04.02 Физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры теоретической физики  
и нанотехнологий

В.М. Юрченко

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.Н. Варюхин

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

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета  
ФИО

В.Н. Котенко

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Самоорганизация в наносистемах и фрактальный анализ» является дисциплиной вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: физика конденсированного состояния).

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» на предыдущем уровне образования.

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	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, 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** заключается в предоставлении будущим специалистам необходимого объема знаний, представлений, экспериментальных фактов и теоретических моделей о современной физике фрактальных структур и синергетики.

**Задача** - 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 направления подготовки 03.04.02 Физика и основной образовательной программы высшего профессионального 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**

<b>Порядковый номер и тема</b>	<b>Краткое содержание темы</b>
<b><i>Содержательный модуль 1 «Основы синергетики»</i></b>	
<b><i>Тема 1. Введение</i></b>	Основные понятия синергетики.
<b><i>Тема 2. Динамические системы и хаос.</i></b>	Динамические системы и хаос.
<b><i>Тема 3. Осцилляторы и аттракторы.</i></b>	Осцилляторы и аттракторы.
<b><i>Тема 4. Взаимодействие нелинейных элементов</i></b>	Коллективные движения. Взаимодействие нелинейных элементов.
<b><i>Содержательный модуль 2. «Синергетические системы»</i></b>	
<b><i>Тема 5. Вейвлет-анализ. Катастрофы. Теория вихрей. Информация и динамика</i></b>	Вейвлет-анализ. Катастрофы. Теория вихрей. Информация и динамика.
<b><i>Тема 6. Энтропия - мера хаоса. Фракталы - геометрия природы. Перенормировки и клеточные автоматы</i></b>	Энтропия - мера хаоса. Фракталы - геометрия природы. Перенормировки и клеточные автоматы
<b><i>Тема 7.</i></b>	Синергетические системы. Необратимые процессы. Конкуренция и

<b>Синергетические системы.</b>	отбор.
<b>Тема 8. Самоорганизация биосистем</b>	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	индивидуальная работа
<b>Тема 1. Введение</b>	13,5	0,5		4	9							
<b>Тема 2. Динамические системы и хаос.</b>	13,5	0,5		4	9							
<b>Тема 3. Осцилляторы и аттракторы.</b>	12	1		2	9							
<b>Тема 4. Взаимодействие нелинейных элементов</b>	12	1		2	9							
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	51	3		12	36							
Содержательный модуль: 2--«Синергетические системы»												
<b>Тема 5. Вейвлет-анализ. Катастрофы. Теория вихрей. Информация и динамика</b>	14	1		4	9							
<b>Тема 6. Энтропия - мера хаоса. Фракталы - геометрия природы. Перенормировки и клеточные автоматы</b>	16	1		6	9							
<b>Тема 7. Синергетические системы.</b>	13,5	0,5		4	9							
<b>Тема 8. Самоорганизация биосистем</b>	13,5	0,5		4	9							
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	57	3		18	36							
<b>Всего часов по дисциплине</b>	108	6		24	72							

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
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
	<b>ВСЕГО</b>	<b>6</b>

### 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
	<b>ВСЕГО</b>	<b>30</b>

## 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
	<b>ВСЕГО</b>	<b>72</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

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 критерии оценивания)

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет физико-технический

Направление подготовки:

**03.04.02 Физика**

Магистерская программа:

**Физика конденсированного состояния**

Программа подготовки:

**академическая магистратура**

Семестр

3



### 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.

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

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

### 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

#### *Теоретические вопросы к зачету*

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.

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:	<b>03.04.02 Физика</b>
Магистерская программа:	<b>физика конденсированного состояния</b>
Программа подготовки:	<b>академическая магистратура</b>
Семестр	<b>3</b>
Учебная дисциплина	<b>Самоорганизация в наносистемах и фрактальный анализ</b>

#### 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

<b>Номер задания</b>	<b>Количество баллов</b>
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

### 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Самоорганизация в наносистемах и фрактальный анализ» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

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

<b>Организационно учебная работа студента</b>	<b>СРС</b>		<b>Всего</b>
	<b>Индивидуальная</b>	<b>Модульный контроль</b>	

	<b>работа</b>		
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100

**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)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия по учебной дисциплине «Самоорганизация в наносистемах и фрактальный анализ» проводятся в учебной лаборатории №015 «Микро и нано структуры». 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 с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале № 3 авторефератов и диссертаций, укомплектован комплект учебной мебели на 50 посадочных мест, оснащен компьютером в комплекте (2 шт.), расположен по адресу г. Донецк, пр. Театральный, 13, каб. 106.

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплект мебели на 12 посадочных мест, оснащенном компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

## 13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
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	
<b>Дополнительная литература</b>			
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 обеспечение машиностроительных пр-в"; "Автоматизированные технологии и пр-ва" / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов. – Москва: Академия, 2009. – 239 с.	2	
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	
9.	Метлов Л. С. Фазовые портреты нелинейного осциллятора с двухячным потенциалом / Л. С. Метлов // 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. – 2013. - № 1. – С. 109-113.	1	

#### 14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<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:

#### 15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);

2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_