ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____ Е.И. Скафа
«__21__» ____декабря____ 2016 г.
МП

Рабочая программа учебной дисциплины

«СТОХАСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ»

Направление подготовки: **03.04.02** Физика

Профиль подготовки: _____

Образовательный уровень выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

_____Малюк Н.Г.

«16» декабря_____2016 г.

Программа учебной дисциплины «Стохастические методы в физике» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.04.02«Физика» утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «4» апреля 2016 г. №300»и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:

Д. ф.-м. н., профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий Метлов Л.С.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № __8__ от "__12__" _декабря_____2016 г.

Зав. кафедры теоретической физики и нанотехнологий_____ Варюхин В.Н

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

Протокол № 4 от "__14__" __декабря_____ 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета _____ Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:

Учебная дисциплина «Стохастические методы в физике» являются частью основной образовательной программы в соответствии с ГОС по направлению подготовки 03.04.02 «Физика». Учебная дисциплина «Стохастические методы в физике» относится к циклу вариативной части профессионального блока. Она состоит из двух модулей: содержательный модуль 1 - «Движение нульмерных и одномерных систем», содержательный модуль 2 - «Движение двумерных систем. Стохастические уравнения »

Она основывается на базе дисциплин по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»: «Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика)», «Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статистическая физика. Физическая кинетика)», «Физика твердого тела», Теория вероятностей и математическая статистика, Математический анализ, Дифференциальные уравнения. Интегральные равнения и вариационное исчисление

2. Нормативные ссылки *(при необходимости)*

3. Структура дисциплины

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Образовательный уровень:	Магистр				
Направление подготовки (специальность)	***(03.04.02) «Физика»***				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	***2(9)***				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	**Профессиональный блок,** Вариативная часть				
Формы контроля	модульный контроль и экзамен				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ВПО	**СПО (ускор.)*	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	5				
Количество часов	180				
Год подготовки	1				
Семестр	1				
Количество часов					
- лекционных	18				
- практических, семинарских					
- лабораторных	36				
- самостоятельной работы	126				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.	3				
аудиторных	3				

ОСО – общее среднее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1- в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

4. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель : заключается в формировании у будущих специалистов умений и компетенций для обеспечения эффективного применения стохастических и термодинамических методов относительно практических требований реальных потребностей преподавательской и научно-исследовательской деятельности с учетом достижений современного уровня науки в этой области.

Задача изучения дисциплины «Стохастические методы в физике» предусматривает обеспечение фундаментальных знаний основных методов и современных достижений о стохастических явлениях, связанных с потерей устойчивости движения, тепловым и пространственным (структурным) хаосом, изучение явлений стохастизации теплового движения вследствие генерации дефектов, связанных с этим низкочастотных переходных процессов, и рассеиваемой последних на нелинейных колебаниях и дефектах кристаллической решетки.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

а) ***общекультурных (ОК):***

способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);

способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) ***общепрофессиональных (ОПК):***

способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);

способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4);

способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-5);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

научно-инновационная деятельность:

готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);

организационно-управленческая деятельность:

способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

- ***знать:***

- основные примеры стохастических систем;
- основные типы фазовых портретов;
- особенности фазовых портретов осцилляторов с двухямным потенциалом взаимодействия;
- объединенный первый и второй законы термодинамики;
- закон преобразования (сохранения) энергии не внутренних степенях свободы;
- Роль низкочастотных колебаний, которые возникают при рождении дефектов, в стохастизации тепловых колебаний;
- особенности закона сохранения энергии для систем с одним и несколькими каналами диссипации;
- особенности канала диссипации связанного с движением дислокаций.

- ***уметь:***

- записывать систему эволюционных уравнений для случая одноуровневой модели неравновесной эволюционной термодинамики;
- записывать систему эволюционных уравнений для случая двухуровневой модели неравновесной эволюционной термодинамики;
- записывать систему эволюционных уравнений для моделирования процесса дефектообразования при интенсивной пластической деформации.

- ***владеть:***

- выводом теоремы Лиувилля;
- методами нахождения особенности парных потенциалов взаимодействия частиц в зависимости от расстояния;
- методами нахождения спектров простейших сигналов в записи теплового поля.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1. «Движение нульмерных и одномерных систем»
Тема 1.	Вводные понятия теории стохастических процессов. Возникновение хаоса. Чувствительность к начальным условиям. Броуновское движение.
Тема 2.	Теорема Лиувилля. Уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Статистический ансамбль. Хаотизация движения.
Тема 3.	Движение нульмерных систем. Эволюция в фазовом пространстве ансамбля линейных и нелинейных осцилляторов. Эволюция ансамблей осцилляторов с вынуждающей внешней силой и с диссипацией.
Тема 4.	Движение одномерных систем. Эволюция в фазовом пространстве нелинейной цепочки точечных частиц. Явление концентрации энергии хаотического движения в солитоноподобных возбуждениях. Эффект возврата Ферми-Паста-Улама в нелинейных цепочках.
	Содержательный модуль 2. «Движение двумерных систем.

	Стохастические уравнения »
Тема 1.	Движение двумерных систем. Влияние на эффект возврата Ферми-Паста-Улама в нелинейных цепочках размерности системы.
Тема 2.	Эволюция двухкомпонентных систем. Активатор и ингибитор. Модель гидры, Брюселлятор. Автоволновые реакции Белоусова-Жаботинского в химии. Экологическая задача хищник-жертва. Цивилизация умных хищников и “умных” жертв.
Тема 3.	Стохастические уравнения. Случайные процессы, поля и их характеристики. Гауссов случайный процесс. Марковские процессы. Стохастические уравнения с Марковскими флуктуациями параметров.
Тема 4.	Приближение дельта–коррелированного гауссова случайного поля. Уравнение Фоккера–Планка. Уравнение Ланжевена.
Тема 5	О методах решения и анализа уравнения Фоккера–Планка. Стационарные решения уравнения Фоккера–Планка. Метод усреднения по быстрым осцилляциям. Другие подходы к решению задач статистической гидродинамики.

Курс дисциплины «Стохастические методы» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. лабораторные занятия;
3. самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (лабораторные работы, исследования, упражнения) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Используются следующие методы контроля:

1. устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
2. защита лабораторных работ
3. проверка самостоятельных работ;
4. модульная контрольная работа (дидактическое тестирование);
5. итоговый тест (экзаменационные билеты).

Тематический план по модулю 1 _____

	Содержательный модуль 1 Содержательный модуль 1. «Движение нульмерных и одномерных систем»																					
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**																					
	Очная форма						**Заочная форма**															
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**			
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.		
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1.		2	–	4	15																		
Тема 2.		2	–	4	16																		
Тема 3.		2	–	4	16																		
Тема 4.		2	–	4	16																		
Итого по содержательному модулю 1		8	–	16	63																		

	Содержательный модуль 2. «Движение двумерных систем. Стохастические уравнения »																					
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**																					
	Очная форма						**Заочная форма**															
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1.		2	–	4	12																		
Тема 2		2	–	4	13																		
Тема 3		2	–	4	13																		
Тема 4		2	–	4	13																		
Тема 5		2	–	4	12																		
Итого по содержательному модулю 2		10		20	63																		
Всего по модулю		18		36	126																		

6. Темы семинарских занятий не предусмотрено рабочим планом.

7. Темы практических занятий не предусмотрено рабочим планом.

8. Темы лабораторных занятий

Лабораторная работа 1	Изучение закономерностей эволюции ансамбля линейных осцилляторов на фазовой плоскости.
Лабораторная работа 2	Изучение закономерностей эволюции ансамбля нелинейных осцилляторов на фазовой плоскости.
Лабораторная работа 3	Изучение закономерностей эволюции ансамбля линейных осцилляторов на фазовой плоскости, возбуждаемых синусоидальной внешней силой.
Лабораторная работа 4	Изучение закономерностей эволюции ансамбля нелинейных осцилляторов на фазовой плоскости, возбуждаемых синусоидальной внешней силой.
Лабораторная работа 5	Изучение закономерностей эволюции ансамбля линейных осцилляторов на фазовой плоскости, возбуждаемых синусоидальной внешней силой с учетом поглощения.
Лабораторная работа 6	Изучение закономерностей эволюции ансамбля нелинейных осцилляторов на фазовой плоскости, возбуждаемых синусоидальной внешней силой с учетом поглощения.
Лабораторная работа 7	Изучение свойств порошковых материалов, полученных спеканием.
Лабораторная работа 8	Изучение ВАХ порошковых материалов в сильных электрических полях.
Лабораторная работа 9	Изучение механических свойств сталей
Лабораторная работа 10	Исследование электрофизических свойств сталей

9. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов по курсу "Стохастические методы в физике" предусматривает:

- разработки теоретических основ прослушанного лекционного материала;
- изучение отдельных тем или вопросов, которые предусмотрены для самостоятельной работы;
- подготовку к практическим занятиям;
- самостоятельное решение задач;
- подготовку к модульному контролю.

Темы для самостоятельной работы

1. Примеры марковских процессов
2. Винеровский процесс
3. Пуассоновский процесс
4. Процесс Орнштейна — Уленбека
5. Случайный телеграфный процесс
6. Примеры детального баланса в уравнениях Фоккера — Планка

Задания для самостоятельной работы:

1. Доказать теорему Лиувилля.

2. Получить из выражения гамильтониана уравнения движения для линейных и нелинейных осцилляторов.

3. Записать выражение гамильтониана для линейных и нелинейных осцилляторов с синусоидальной вынуждающей силой и затуханием и из него вывести уравнения движения.

4. Вывести уравнение Фоккера–Планка и записать уравнение Ланжевена

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Опишите механизм концентрации энергии в солитоноподобных возмущениях в нелинейных цепочках.
2. Раскройте роль активатора и ингибитора в эволюции многокомпонентных систем.
3. Приведите примеры Марковских стохастических процессов.

12. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень образования – Магистр
Направление подготовки – 03.04.02 «Физика»
Семестр – 1
Учебная дисциплина – «Стохастические методы в физике»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основные понятия стохастической физики. История вопроса
2. Динамические системы и хаос
3. Марковские процессы

«Утверждено»
на заседании кафедры
протокол №___ от «__»_____ ___ г.

Заведующий кафедрой Варюхин В.Н.
Экзаменатор Метлов Л.С.

14. Критерии оценивания

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Стохастические методы» включает в себя два зачётных модуля. Каждый зачётный модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объёме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале по следующим критериям:

Зачётные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Содержательный модуль 2		
	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Экзамен		50
Общий итог		100

К первому модульному контролю студент должен защитить 5 лабораторных работ. *За первую, вторую и третью, четвертую, пятую* лабораторные работы студент может получить в сумме 10 баллов.

На первом модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

Ко второму модульному контролю студент должен защитить 5 лабораторных работы. За *шестую, седьмую, восьмую, девятую, десятую* лабораторные работы студент может получить по 10 баллов.

На втором модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

На экзамене студент имеет возможность получить 50 баллов. Основой для получения оценки на экзамене является уровень овладения студентами материала курса «Стохастические методы», предусмотренного учебным планом направления подготовки 03.04.02 Физика. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов. От студента требуется устное изложение ответов на них. Ответ на каждый из вопросов оценивается в 25 баллов.

Оценка за овладение курса выставляется по следующим принципам:

(Разрабатываются и утверждаются кафедрой на основе Положения ДонНУ)

Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	**По шкале ECTS**	**Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет. зачёт)**	**Определение**
90–100	A	«Отлично» (5) *(зачтено)*	отлично – отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4) *(зачтено)*	хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75–79	C		хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3) *(зачтено)*	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2) *(не зачтено)*	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0-34	F	«Неудовлетворительно» (2) *(не зачтено)*	неудовлетворительно - с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения **лекционных занятий** используется **ауд.0016** на группу, оборудованная интерактивной доской.

Для проведения **лабораторных занятий** используется **ауд. 304** «Компьютерный класс», оснащенная ПЭВМ в количестве 10 шт., а также **ауд.0013** – учебно-научная лаборатория «Физика диэлектриков», оснащенная: установкой для измерения кристаллических свойств материалов; измерительный комплекс Р2-23А; и ЯМР.

16. Рекомендованная литература

Основная

1. В.И. Кляцкин. Динамика стохастических систем. М.: Физматлит, 2002. – 363 с.
2. Г.М. Заславский. Стохастичность динамических систем. М.: Наука, 1984. – 271 с.
3. Л.С. Метлов. Стохастические и термодинамические методы в физике. Учебное пособие. Донецк, ДонНУ, 2014. – 159 с.
4. Л.С. Метлов. Термодинамические принципы самоорганизации. Курс лекций. Донецк. ДонНУ, 2015. – 230 с.

Дополнительная

1. С.В. Гилевский. Стохастические системы и процессы. Учебное пособие. Минск. Белорусский ГУ, 2004. – 112 с.

17. Информационные ресурсы

18. Программное обеспечение (при наличии)

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 2017/18 год.
Протокол заседания кафедры №1 от 28 августа 2017г.

Зав.кафедрой ТФ и НТ В.Н.Варюхин

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 2018/19 год.
Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08. 2018г.

Зав.кафедрой ТФ и НТ В.Н.Варюхин