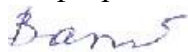


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено
на заседании кафедры
георетической физики
протокол № 4 от «12» января 2022 г.
Зав. кафедрой



Вахитов Р.М.

Согласовано: Председатель
УМК физико - технического
института



(Балапанов М.Х.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Необратимые процессы в динамических системах

Б1.В.ДВ.03.02

ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки / Специализация

Цифровые технологии в физике функциональных материалов

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Разработчик (составитель):
к.ф.-м.н., доц. Закирьянов Ф.К.



/ Закирьянов Ф.К.

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: Закирьянов Ф.К.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики, протокол № 4 от «12» января 2022 г.

Заведующий кафедрой  Вахитов Р.М.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

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

При изучении дисциплины «Необратимые процессы в динамических системах» должен формироваться следующие компетенции:

ПК-1. Способен применять фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий;

ПК-2. Способен самостоятельно ставить задачи научных исследований в области физики функциональных материалов и решать их с применением современного оборудования и современных методов исследований.

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1. Способен применять фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий	ПК-1.1. Знать фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий	Знать основные типы поведения необратимых динамических систем
		ПК-1.2. Уметь применять фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий	Уметь проводить расчеты компьютерных моделей нелинейных динамических систем
		ПК-1.3. Владеть основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	Владеть методикой исследования нелинейных динамических моделей
	ПК-2. Способен самостоятельно ставить задачи научных исследований в области физики функциональных материалов и решать их с применением современного оборудования и современных методов исследований	ПК-2.1. Знать проблемы и перспективы научных исследований в области физики функциональных материалов	Знать основные типы поведения необратимых динамических систем
		ПК-2.2. Уметь самостоятельно ставить задачи научных исследований в области физики функциональных материалов и решать их с применением современного оборудования и современных методов исследований	Уметь проводить расчеты компьютерных моделей нелинейных динамических систем

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Необратимые процессы в динамических системах» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Цели изучения дисциплины: представляет собой отрасль знаний в физике, сформировавшейся в отдельное направление в науке в конце 70-х годов прошлого столетия. Для её освоения студенту необходимо следующие «входные» знания из соответствующих разделов теоретической механики (Теория колебаний, «Функции Лагранжа и Гамильтона»), теории упругости, квантовой механики, математической физики, линейной алгебры, теории дифференциальных операторов и т.д.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции:

ПК-1. Способен применять фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий

ПК-2. Способен самостоятельно ставить задачи научных исследований в области физики функциональных материалов и решать их с применением современного оборудования и современных методов исследований.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-1.1. Знать фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий	Знать основные типы поведения необратимых динамических систем	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
ПК-1.2. Уметь применять фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий	Уметь проводить расчеты компьютерных моделей нелинейных динамических систем	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
ПК-1.3. Владеть основными навыками планирования и проведения научных исследований по перспективному направ-	Владеть методикой исследования нелинейных динамических моделей	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

лениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований					
ПК-2.1. Знать проблемы и перспективы научных исследований в области физики функциональных материалов	Знать основные типы поведения необратимых динамических систем	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
ПК-2.2. Уметь самостоятельно ставить задачи научных исследований в области физики функциональных материалов и решать их с применением современного оборудования и современных методов исследований	Уметь проводить расчеты компьютерных моделей нелинейных динамических систем	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Контролируемые действия по проверке знаний, умений и владений (Оценочные средства)
ПК-1.1. Знать фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий	Знать основные типы поведения необратимых динамических систем	Курсовая работа Экзамен
ПК-1.2. Уметь применять фундаментальные знания и современные цифровые технологии для решения научно-инновационных задач в области материаловедения и наукоемких технологий	Уметь проводить расчеты компьютерных моделей нелинейных динамических систем	Курсовая работа Экзамен
ПК-1.3. Владеть основными навыками планирования и про-	Владеть методикой исследования нелинейных динамических моде-	Курсовая работа Экзамен

ведения научных исследований по перспективным направлениям фундаментальной и прикладной физики, материаловедения и наукоемких технологий с применением современных приборов и методов исследований	лей	
ПК-2.1. Знать проблемы и перспективы научных исследований в области физики функциональных материалов	Знать основные типы поведения необратимых динамических систем	Курсовая работа Экзамен
ПК-2.2. Уметь самостоятельно ставить задачи научных исследований в области физики функциональных материалов и решать их с применением современного оборудования и современных методов исследований	Уметь проводить расчеты компьютерных моделей нелинейных динамических систем	Курсовая работа Экзамен

Экзаменационные билеты

Примерные вопросы для экзамена:

1. Дискретное преобразование Фурье. Теорема Винера-Хинчина. Спектр мощности.
2. Различные типы спектров Фурье. Периодический сигнал. Квазипериодический сигнал. Аперриодический сигнал.
3. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).
4. Определение потока. Построение и свойства.
5. Различные типы сечений Пуанкаре. Периодическое решение. Квазипериодическое решение. Аперриодическое решение.
6. Отображение первого возвращения. Итерация одномерного отображения. Предельный цикл генератора Ван-дер-Поля. Редукция трехмерного потока. Практическая реализация.
7. Диссипация и аттракторы. Явление притяжения. Два следствия из сокращения площадей. Непересечение фазовых траекторий.
8. Аперриодические аттракторы. Характеристики хаотического режима. Свойства аперриодических аттракторов.
9. Примеры. Аттрактор Лоренца. Аттрактор Энона. Экспериментальные примеры (конвекция Рэлея-Бенара и реакция Белоусова-Жаботинского).
10. Измерение размерности странных аттракторов. Фрактальная размерность. Практическая реализация на примере аттрактора типа подковы.
11. Теория Флоке. Переходы при потере линейной устойчивости.
12. Бифуркация Хопфа (нормальная и обратная).
13. Субгармоническая бифуркация (нормальная и обратная).
14. Бифуркация типа седло-узел.

Образец экзаменационного билета:

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО–ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине

Необратимые процессы в динамических системах

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки / Специализация
Цифровые технологии в физике функциональных материалов

1. Определение потока. Построение и свойства.
2. Субгармоническая бифуркация (нормальная и обратная).

Составители: _____ /  / Закирьянов Ф.К.

 _____ Вахитов Р.М.

Примерная тематика курсовых работ

1. Идентификация и установление характеристик динамического режима с помощью преобразования Фурье.
2. Сечения Пуанкаре.
3. Странные аттракторы.
4. Пути возникновения хаоса.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Берже П., Помо И., Видаль К. Порядок в хаосе. О детерминистском подходе к турбулентности. – М.: Мир, 1991. – 368 с.

Дополнительная литература:

1. Либерман М., Лихтенберг А. Регулярная и хаотическая динамика. – М: Мир, 1985. – 365 с.
2. Заславский Г.М., Сагдеев. Р.З. Введение в нелинейную физику. – М., 1988. – 373 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <http://www.nature.ru>
2. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>
3. <http://fim.samara.ws/section>
4. <http://www.elmagn.chamers.se/~igor/>
5. <http://www.n-t.org/nl/>

6. Материально -техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 224 (физмат корпус)	Лекции	Доска, мел
	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Необратимые процессы в динамических системах» 3 семестр
очная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3/10
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	35,2
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	45,8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	2
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма (ы) контроля:

Экзамен: 3 семестр

3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1. Идентификация и установление характеристик динамического режима с помощью преобразования Фурье. 1.1. Дискретное преобразование Фурье. Теорема Винера-Хинчина. Спектр мощности. 1.2. Различные типы спектров Фурье. Периодический сигнал. Квазипериодический сигнал. Аперриодический сигнал. 1.3. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ).	4	4		10	Изучение теоретического материала, подготовка к собеседованиям	Собеседование Курсовая работа Экзамен
2	2. Сечения Пуанкаре. 2.1. Определение потока. Построение и свойства. 2.2. Различные типы сечений Пуанкаре. Периодическое решение. Квазипериодическое решение. Аперриодическое решение. 2.3. Отображение первого возвращения. Итерация одномерного отображения. Предельный цикл генератора Ван-дер-Поля. Редукция трехмерного потока. Практическая реализация.	4	4		12	Изучение теоретического материала, подготовка к собеседованиям	Собеседование Курсовая работа Экзамен
3	3. Странные аттракторы. 3.1. Диссипация и аттракторы. Явление притяжения. Два следствия из сокращения площадей. Непересечение фазовых траекторий. 3.2. Аперриодические аттракторы. Характеристики хаотического режима. Свойства аперриодических аттракторов. 3.3. Примеры. Аттрактор Лоренца. Аттрактор Энона. Экспериментальные примеры (конвекция Рэля-Бенара и реакция Белоусова-Жаботинского). 3.4. Измерение размерности странных аттракторов. Фрактальная размерность. Практическая реализация на примере аттрактора типа подковы.	4	4		12	Изучение теоретического материала, подготовка к собеседованиям	Собеседование Курсовая работа Экзамен
4	4. Пути возникновения хаоса. 4.1. Теория Флоке. Переходы при потере линейной устойчивости. 4.2. Бифуркация Хопфа (нормальная и обратная).	4	4		11,8	Изучение теоретического материала, подготовка к собеседованиям	Собеседование Курсовая работа Экзамен

	4.3. Субгармоническая бифуркация (нормальная и обратная). 4.4. Бифуркация типа седло-узел.					ниям	
5	Всего часов:	16	16		45,8		