

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ТГПУ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан физико-математического факультета

Е.Г. Пьяных
2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.04

Основы нелинейных динамических систем

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) - 5

Направление подготовки (специальность) – 44.04.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) подготовки – Физическое образование

Квалификация (степень) выпускника - магистр

Форма обучения - очная

1. Цели изучения учебной дисциплины.

Дисциплина «Основы нелинейных динамических систем» направлена на раскрытие закономерностей нелинейного поведения динамических систем различной природы, овладение методами современных научных исследований. Предполагает подготовку специалистов, способных к проведению научных и научно-методических исследований в области нелинейной динамики систем, владеющих основным математическим аппаратом, умеющих работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий, следить за научной периодикой, умеющих анализировать получаемую физическую информацию с использованием современной вычислительной техники.

В соответствии с общими целями ООП магистратуры, программа курса предполагает:

- а) ознакомление студентов с научными проблемами в области нелинейной динамики систем и специфическим математическим аппаратом нелинейной динамики;
- в) изучение алгоритмов перехода от динамического поведения к хаотическому для систем различной природы и анализ их общности;
- в) освоение методов анализа и обработки физической информации с использованием современной вычислительной техники;
- г) формирование у студентов устойчивых представлений о фундаментальном характере нелинейных процессов в природных системах.

2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Курс читается в рамках вариативной части обязательных дисциплин цикла основной образовательной программы в соответствии с ФГОС ВО по направлению 44.04.01 Педагогическое образование в течение одного семестра. Для успешного усвоения курса студенты должны на уровне бакалавриата обладать знаниями, умениями и владениями по курсам общей физики, высшей математики, основам теоретической физики и обладать рядом компетенций, формируемым на уровне бакалаврской подготовки.

Данная дисциплина является логическим продолжением курса «Современные проблемы науки и образования». Знания, полученные при изучении курса, используются при изучении ряда дисциплин, таких как «Теория и практика учебного физического эксперимента», «Теория и методика обучения физике».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.

Выпускник должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК):**

- способностью к самостоятельному освоению и использованию новых методов исследования, к освоению новых сфер профессиональной деятельности (ОК-3);
- способностью самостоятельно приобретать и использовать, в том числе с помощью информационных технологий, новые знания и умения, непосредственно не связанные со сферой профессиональной деятельности (ОК- 5).

Выпускник должен обладать следующими **общепрофессиональными компетенциями:**

- готовностью использовать знание современных проблем науки и образования при решении профессиональных задач (ОПК-2).

Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК):**

в области научно-исследовательской деятельности:

- способностью анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование (ПК-5);
- готовностью использовать индивидуальные креативные способности для самостоятельного решения исследовательских задач (ПК-6).

В результате изучения дисциплины «Основы нелинейных динамических систем» магистры должны:

знать:

- основные понятия нелинейной динамики;

- место дисциплины среди естественных наук;
 - основы системного подхода и динамики нелинейных систем, позволяющие анализировать процессы в системах различной природы;
 - закономерности поведения нелинейных систем;
 - математический аппарат нелинейной динамики;
- уметь:**
- записывать уравнения эволюции систем;
 - находить стационарные состояния;
 - анализировать стационарные состояния на устойчивость;
 - находить точки бифуркаций.
- владеть:**
- терминологией нелинейной динамики систем;
 - основными методами решений дифференциальных уравнений;
 - методами построения и анализа фазовых портретов систем;
 - основными методами анализа устойчивости стационарных состояний.
 - методами работы с компьютерными программами по нелинейной динамике.

4. Общая трудоемкость дисциплины - 5 зачетных единиц и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (в соответствии с учебным планом) (час)
	Всего 180	2
Аудиторные занятия	36 (в т.ч. в интерак. форме - 16)	36 (в т.ч. в интерак. форме - 16)
Лекции	-	-
Практические занятия	36	36
Семинары	-	-
Лабораторные работы	-	-
Другие виды аудиторных работ	-	-
Другие виды работ	-	-
Самостоятельная работа	117	117
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Формы текущего контроля	-	-
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	27	Экзамен

5. Содержание программы учебной дисциплины.

5.1. Разделы учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самост. работа
		ВСЕГО	Лекции	Практ. (семинары)	Лабор. работы	В т.ч. интерак. формы обучения (не менее 40 %)	
1.	Динамические системы и их математические модели	8	-	4	-	2	23
2.	Нелинейные осцилляторы	16	-	12	-	4	24
3.	Система Лоренца	10	-	8	-	4	23
4.	Отображения. Модели с дискретным временем	10	-	6	-	4	24

5.	Устойчивость. Критерии устойчивости	7	-	6	-	2	23
	Итого:	36/ 1 зач. ед.	-	36	-	16/ 44,4 %	117

5.2. Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. «Динамические системы и их математические модели» посвящен вопросам общего характера. В нем проводится классификация динамических систем, излагаются и отрабатываются основы математического аппарата для описания динамических систем, рассматриваются вопросы соотношения детерминированного и хаотического поведения. Определяется понятие детерминированного хаоса и рассматривается роль нелинейности в динамических процессах.

Раздел 2. «Нелинейные осцилляторы» содержит материал по нелинейным осцилляторам различной природы. Рассматриваются пружинный маятник на ленте транспортера, осциллятор Дуффинга, маятник с меняющейся длиной нити, другие колебательные системы со сложной динамикой. В этом же разделе изучаются автоколебания в электрических цепях на основе уравнения Ван-дер-Поля.

Раздел 3. «Система Лоренца» посвящен изучению системы Лоренца, возникающей при изучении динамики процессов в слое жидкости, находящимся в поле тяжести и подогреваемой снизу. Рассматриваются свойства системы Лоренца, проводится исследование стационарных состояний, устойчивости неподвижных точек, изучаются бифуркации в модели. Рассматриваются вопросы универсальности модели на примере таких систем как одномодовый лазер, нелинейный диссипативный осциллятор, водяное колесо, конвекция в замкнутой петле.

Раздел 4. «Отображения. Модели с дискретным временем» посвящен изучению одномерных и двумерных отображений: логистического отображения, отображения Эно, Чирикова. Рассматривается связь одномерного отображения и свойств системы Лоренца. Проводится изучение модели Ферхюльста и теории универсальности Фейгенбаума. Рассматриваются сечение Пуанкаре и методы их построения.

Раздел 5. «Устойчивость. Критерии устойчивости» посвящен изучению критериев устойчивости стационарных состояний для нелинейных динамических систем. Рассматриваются критерии устойчивости на основе показателей Ляпунова, изучаются показатели Ляпунова для отображений и критерии хаоса.

5.3. Лабораторный практикум.

Лабораторный практикум не предусмотрен.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине.

6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Пелюхова, Е.В., Фрадкин, Э.Е. Синергетика в физических процессах: самоорганизация физических систем / Е.В. Пелюхова, Э.Е. Фрадкин – Санкт-Петербург – Москва : Лань, 2011 г.
2. Данилов, Ю.А. Лекции по нелинейной динамике: Элементарное введение / Ю.А. Данилов М. : URSS, 2011 г.
3. Малинецкий, Г.Г., Маслов, В.П. Нелинейность в современном естествознании/ Г.Г. Малинецкий, В.П. Маслов – М. : URSS, 2009 г.

6.2. Дополнительная литература:

1. Анищенко, В.С. Знакомство с нелинейной динамикой / В.С. Анищенко – М.: URSS, 2008 г.
2. Анищенко, В.С. Сложные колебания в простых системах / В.С. Анищенко - М.: Наука, 1990 г.
3. Кузнецов, С.П. Динамический хаос/С.П. Кузнецов – М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2001 г.
4. Мандельброт, Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт – М. : Институт компьютерных исследований, 2002 г.
5. Хакен, Г. Тайны природы / Г. Хакен.- М.: Институт компьютерных исследований, 2003 г.

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

Интернет-ресурсы:

- 1) <http://www.synergetic.ru> – материалы по эволюции нелинейных открытых систем различной

природы;

- 2) <http://www.science-education.ru> - электронное научное издание (журнал) «Современные проблемы науки и образования»;
- 3) <http://www.sgtnd.narod.ru> – сайт Саратовской группы по теоретической нелинейной динамике.

Компьютерные программы:

1. Маятник с вынуждающей силой, пропорциональной $\sin(x)$
2. Маятник с вынуждающей силой, пропорциональной x^3 .
3. Маятник Дуффинга.
4. Уравнения Ван-дер-Поля.
5. Системы Лоренца.
6. Системы Рёсслера.
7. Одномерные отображения.
8. Динамика популяций Фейгенбаума.

6.4. Рекомендации по использованию информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1.	Динамические системы и их математические модели	Набор компьютерных презентаций	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
2.	Нелинейные осцилляторы	Компьютерные демонстрации	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
3.	Система Лоренца	Набор компьютерных презентаций	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
4.	Отображения. Модели с дискретным временем	Набор компьютерных презентаций	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска
5.	Устойчивость. Критерии устойчивости	Компьютерные демонстрации по нелинейным процессам	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска

Занятия по курсу проходят в специально оборудованных аудиториях, с использованием интерактивной доски и оборудованных компьютерами студенческих рабочих мест с выходом в Internet. На некоторых занятиях используются натурные демонстрации некоторых нелинейных осцилляторов и нелинейных процессов.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

7.1. Методические указания для студентов.

Студентам предлагается использовать рекомендованную литературу для более прочного усвоения учебного материала, изложенного в лекциях, а также для изучения материала, запланированного для самостоятельной работы, поскольку неизученный материал может привести к трудностям при дальнейшем изучении предмета.

Студентам необходимо выполнить индивидуальные задания по основным темам курса, оценки за которые учитываются при выставлении оценок на экзамене. Выполнение заданий, вынесенных на самостоятельную работу, проверяются преподавателем в течение семестра.

При подготовке к занятиям:

- конспектировать основное содержание тем;
- формулировать вопросы, требующие разъяснения;
- активно участвовать в разработке темы;
- совершенствовать речь на основе правильного употребления терминов.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

8.1. Тематика рефератов.

Рефераты не предусмотрены.

8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы.

Перечень заданий:

1. Изучение динамики маятника с вынуждающей силой, пропорциональной $\sin(x)$.
2. Изучение динамики маятника с вынуждающей силой, пропорциональной x^3 .
3. Изучение динамики маятника Дуффинга.
4. Изучение зависимости решений уравнения Ван-дер-Поля от параметра.
5. Изучение странного аттрактора системы Лоренца.
6. Изучение странного аттрактора системы Рёсслера.
7. Изучение одномерных отображений.
8. Изучение бифуркационной диаграммы в динамике популяций Фейгенбаума.

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз.

Вопросы возникают в процессе изучения курса.

8.4. Примеры тестов.

По данному курсу тесты не предусмотрены.

8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации к экзамену.

1. Динамические системы и их математические модели. Классификация динамических систем.
2. Математический аппарат для описания динамических систем. Роль нелинейности.
3. Пружинный маятник на ленте транспортера.
4. Осциллятор Дуффинга.
5. Маятник с меняющейся длиной нити.
6. Автоколебания в электрических цепях. Уравнение Ван-дер-Поля
7. Система Лоренца. Динамика процессов в слое жидкости, находящимся в поле тяжести и подогреваемой снизу.
8. Свойства системы Лоренца. Исследование стационарных состояний.
9. Свойства системы Лоренца. Устойчивость неподвижных точек. Бифуркации в модели Лоренца.
10. Одномодовый лазер. Нелинейный диссипативный осциллятор.
11. Отображения. Одномерное отображение.
12. Модели с дискретным временем. Отображения Эно, Чирикова.
13. Одномерное отображение и свойства системы Лоренца. Сечение Пуанкаре.
14. Устойчивость. Критерии устойчивости. Показатели Ляпунова.
15. Показатели Ляпунова для отображений и критерии хаоса.

8.6. Темы для написания курсовой работы.

По данному курсу курсовые работы не предусмотрены.

8.7. Формы контроля самостоятельной работы.


Предполагается написание отчетов по темам заданий для самостоятельной работы (пункт 8.2.).

8.8 Фонд оценочных средств (ФОС) промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости

Компетенции	Список вопросов и заданий для самостоятельной работы	Тестовые задания	Экзамен
ОК-3	+	-	+
ОК-5	+	-	+
ОПК-2	+	-	+
ПК-5	+	-	+
ПК-6	+	-	+

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **44.04.01 Педагогическое образование**.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена:


канд. физ.-мат. наук, профессор кафедры общей физики  В.М. Зеличенко

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики
протокол № 1 от 31 авг. 2015 года.

Зав. кафедрой  В.Г. Тютерев

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета
протокол № 1 от 31 авг. 2015 года.

Председатель учебно-методической комиссии
физико-математического факультета

 З.А. Скрипко