


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ТГПУ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан физико-математического факультета

 Е.Г. Пьяных,
к.п.н., доцент
«26» мая 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА СИСТЕМ

Направление подготовки (специальность) - 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленности (профили) – Математика и Физика

Форма обучения - очная

1. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Курс читается в рамках вариативной части дисциплин по выбору в соответствии с ФГОС ВО по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), степень - бакалавр в течение одного семестра. Данная дисциплина является логическим продолжением курсов физики и математики, читаемых на младших курсах бакалаврской подготовки. Для успешного усвоения курса обучающиеся должны на уровне бакалавриата обладать знаниями, умениями и владениями по физическим и математическим дисциплинам, предусмотренных учебным планом.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине(модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

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

- готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области науки (ПК-15).

В результате изучения дисциплины «Нелинейная динамика систем» бакалавры должны:

знать:

- основные понятия нелинейной динамики;
- место дисциплины среди естественных наук;
- основы системного подхода и динамики нелинейных систем, позволяющие анализировать процессы в открытых системах различной природы;
- закономерности поведения нелинейных систем;
- основы математического аппарата 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.

3. Содержание учебной дисциплины (модуля)

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 односторонний 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.

Раздел 6. «Нелинейное поведение химических и биологических систем» посвящен нелинейным явлениям в химических, биологических социальных системах. Рассматриваются автоколебательные химические реакции (Реакция Белоусова – Жаботинского), нелинейные волны, другие нелинейные явления. Рассматриваются вопросы биологической эволюции, а также некоторые вопросы эволюции социальных систем с точки зрения нелинейной динамики.

4. Трудоемкость дисциплины (модуля) по видам учебных занятий, самостоятельной работы обучающихся и формам контроля

4.1. Очная форма обучения

Объем в зачетных единицах – 2 з.е.

4.1.1. Виды учебных занятий, самостоятельная работа обучающихся, формы контроля (в академических часах)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам (в академических часах) ¹			
		9	№ семестра	№ семестра	№ семестра
Лекции	20	20			
Лабораторные работы	-	-			
Практические занятия (семинары)	20	20			
Самостоятельная работа	32	32			
Курсовая работа	-	-			
Другие виды занятий	-	-			
Формы текущего контроля	-	-			
Формы промежуточной аттестации	-	зачет			
Итого часов	72	72			

4.1.2. Содержание учебной дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование темы(раздела) дисциплины	Всего часов	Аудиторные занятия в часах			Самостоятельная работа (в часах)
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	
1	Динамические системы и их	10	2	2	-	6

	математические модели					
2	Нелинейные осцилляторы	13	4	4	-	5
3	Система Лоренца	13	4	4	-	5
4	Отображения. Модели с дискретным временем	9	2	2	-	5
5	Устойчивость. Критерии устойчивости	13	4	4	-	5
6	Нелинейное поведение химических и биологических систем.	14	4	4	-	6
	Итого:	72	20	20	-	32

4.1.3. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум не предусмотрен.

5. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

5.1. Основная учебная литература

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.

5.2. 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.

5.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины(модуля)

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.

5.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

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.

4. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ 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
6.	Нелинейное поведение химических и биологических систем.	Компьютерные демонстрации по нелинейным процессам	Компьютер, видеопроектор, интерактивная доска

Занятия по курсу проходят в специально оборудованных аудиториях 102, 264, 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 (модуля)

Обучающимся 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.

Обучающимся 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. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (Приложение).

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена
Зеличенко В.М., к. ф-м. н., профессором кафедры общей физики

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики.
Протокол № 17 от «26» мая 20 16 года
Зав. кафедрой общей физики В.М.З. В.Г. Тютерев, д. ф-м. н., профессор

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета
Протокол № 9 от «26» мая 20 16 года

Председатель
учебно-методической комиссии
физико-математического факультета  З.А. Скрипко, д.п.н., профессор