

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

**Высшая школа промышленной политики и предпринимательства**

---

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Нелинейные динамические системы**

---

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**27.04.04 «Управление в технических системах»**

---

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**«Математическое моделирование инженерно-экономических систем»**

---

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Нелинейные динамические системы» является:

- приобретение знаний в области теории динамических систем и нелинейной динамики в приложении к задачам физики, что соответствует основным целям в части получении высшего профессионально профилированного образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом, обладать универсальными и предметно специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Нелинейные динамические системы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;
		УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;
		УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;
		УК-1.4. Предлагает варианты решения задачи, анализирует возможные последствия их использования;
		УК-1.5. Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте.
УК-7	Способен к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры	УК-7.1 Осуществляет поиск нужных источников информации и данных, воспринимает, анализирует, запоминает и передает информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;
		УК-7.2 Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы, применяемые для разработки математических моделей исследуемых	ПК -2.1. Знает современные теоретические и экспериментальные методы, применяемые для разработки математических моделей исследуемых

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки.	объектов и процессов профессиональной деятельности.
		ПК -2.2. Умеет определять эффективность применяемых методов для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов.
		ПК -2.3. Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами для разработки математических моделей объектов и процессов профессиональной деятельности по направлению подготовки.
ПК-4	Способен решать прикладные задачи в области интеллектуализации и оптимизации процессов управления.	ПК-4.1. Знаком с основными методами и подходами, применяемыми для решения задач в области интеллектуализации и оптимизации процессов управления.
		ПК-4.2. Владеет методами решения профессиональных задач в области интеллектуализации и оптимизации процессов управления.

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Нелинейные динамические системы» относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Нелинейные динамические системы».

*Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины*

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Современная математическая статистика в экономических задачах Глубинное машинное обучение Компьютерные технологии в технических системах	Проектирование автоматизированных систем управления Прикладное программирование на языках высокого уровня Стохастические методы в инженерных приложениях Методы бережливого производства Моделирование бизнес-процессов Проектирование баз данных в задачах экономики

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
			НИРМ Преддипломная практика ГАК ГЭК
УК-7	Способен к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации ( в профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры	Современная математическая статистика в экономических задачах Методы искусственного интеллекта	Проектирование автоматизированных систем управления Прикладное программирование на языках высокого уровня Имитационное моделирование и случайные процессы Моделирование бизнес-процессов Проектирование баз данных в задачах экономики  НИРМ Преддипломная практика ГАК ГЭК
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки.	Современные проблемы теории управления Современная математическая статистика в экономических задачах	Стохастические методы в инженерных приложениях Методы бережливого производства Моделирование бизнес-процессов Проектирование баз данных в задачах экономики  НИРМ Преддипломная практика ГАК ГЭК
ПК-4	Способен решать прикладные задачи в области интеллектуализации и оптимизации процессов управления.	Современные проблемы теории управления Компьютерные технологии в технических системах	Имитационное моделирование и случайные процессы  НИРМ Преддипломная практика ГАК ГЭК

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Нелинейные динамические системы» составляет 3 зачетных единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	36		36		
Лекции (ЛК)	18		18		
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18		
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	63		63		
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	9		9		
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	<b>108</b>	<b>108</b>		
	зач.ед.	<b>3</b>	<b>3</b>		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1.	<p><b>Тема 1. Введение в предмет «Нелинейные динамические системы»</b>  Рождение нелинейной динамики: модели Лоренца, Хенона – Хейлеса и Синая. Показатель Ляпунова и определение хаоса.  Кинематика теории колебаний: модели регулярного движения. Расширение кинематики: модель хаотического движения - случайный процесс; описание движения усредненными характеристиками (средние значения, функции распределения, корреляционные функции, спектры).  Расширение динамики: модели с дискретным временем (отображения). Отображение Фибоначчи и его обобщения.  Методы численного решения основных задач. Алгоритм Бенеттина для вычисления показателя Ляпунова.  Корреляционная функция, скорость перемешивания. Спектр мощности.</p>	ЛК, СЗ
	<p><b>Тема 2. Хаотическая динамика консервативных систем</b>  Стандартное отображение: определение и физическая модель-прототип, ротатор с дельта-толчками.  Неподвижные точки и их устойчивость. Случай малых - резонанс и сепаратриса. Устойчивое и неустойчивое многообразие. Расщепление</p>	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	сепаратрисы. Мера стохастической компоненты.	
	<b>Тема 3. Хаотическая динамика диссипативных систем</b> Отбор моделей. Сингулярное поведение при исчезающе малой диссипации. Логистическое отображение: определение, неподвижные точки, циклы. Сценарий Фейгенбаума: переход к хаосу через каскад удвоений периода. Свойства подобия каскада.	ЛК, СЗ

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	нет
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	нет
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	нет
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	нет

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	419

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

Электронные учебные материалы, используемые преподавателями в образовательном процессе, мультимедийные презентации, банк тестовых заданий и др. представлены на порталах Economist и Web-local.

Для проведения занятий используется следующее оборудование:

- аудиторная доска – 1 шт.;
- мультимедийный проектор – 1 шт.;
- экран – 1 шт.;
- персональные компьютеры (ноутбуки, планшеты) для практических занятий.

Описание аудиторий, в которых проводятся занятия

№ п/п	Фактический адрес учебных кабинетов и объектов	Перечень основного оборудования
1.	ул. Миклухо-Маклая, 6, аудитория 419	мультимедийный проектор, экран, аудиторная доска

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*Основная литература:*

1. Усыченко В.Г.Гриднев С.А., Калинин Ю.Е., Ситников А.В., Стогней О.В. Нелинейные явления в нано - и микрогетерогенных системах. - М.: "Бином. Лаборатория знаний", 2012. - 448 с.
2. Усыченко В.Г. Электронная синергетика. Физические основы самоорганизации и эволюции материи: Курс лекций /. - М.: "Лань", 2010. - 240 с.
3. Колесниченко А.В., Маров М.Я. Турбулентность и самоорганизация. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 632 с.

*Дополнительная литература:*

1. Пелюхова Е.Б., Фрадкин Э.Е. Синергетика в физических процессах: самоорганизация физических систем. -М.: "Лань", 2011. - 448 с.
2. Ильина, В. А. Система аналитических вычислений МАХИМА для физиков-теоретиков/ Ильина, В. А.;Силаев, П. К. - Москва; Ижевск : [Регулярная и

хаотичная динамика], 2009 . 138 с.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН  
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации  
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS  
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Анализ и регулирование отраслевых рынков».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Анализ и регулирование отраслевых рынков» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.



95-100	Отлично А
86-94	Отлично В
69-85	Хорошо С
61-68	Удовлетворительно D
51-60	Удовлетворительно E
31-50	Условно неудовлетворительно FX
0-30	Неудовлетворительно F

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

доцент

В.А. Ермаков



Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.
<p><b>РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:</b> кафедры «Прикладная экономика»</p> <hr/> <p>Наименование БУП</p>		<p><b>А.А. Чурсин</b></p> <hr/> <p>Фамилия И.О.</p>
<p><b>РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:</b> Зав.кафедрой прикладной экономики</p>		<p><b>А.А.Чурсин</b></p> <hr/> <p>Фамилия И.О.</p>
<hr/> <p>Должность, БУП</p>		<hr/> <p>Фамилия И.О.</p>