

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.05.2024 16:59:50
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

Высшая школа управления

(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)

2024 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Нелинейные динамические системы» входит в программу магистратуры «Математическое моделирование инженерно-экономических систем» по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра математического моделирования и информационных технологий. Дисциплина состоит из 3 разделов и 10 тем и направлена на изучение закономерностей нелинейного поведения динамических систем различной природы, методов современных научных исследований.

Целью освоения дисциплины является ознакомление обучающихся с научными проблемами в области нелинейной динамики систем и специфическим математическим аппаратом нелинейной динамики, обучение алгоритмам перехода от динамического поведения к хаотическому для систем различной природы и анализ их общности, формирование у студентов представлений о фундаментальном характере нелинейных процессов в природных системах.

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,вырабатывать стратегию действий.	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.; 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-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 разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов,относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки.	ПК-2.1 Знает современные теоретические и экспериментальные методы, применяемые для разработки математических моделей исследуемых 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 части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования 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-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	Методы искусственного интеллекта; Современная математическая статистика в экономических задачах; Компьютерные технологии в технических системах;	<i>Моделирование бизнес-процессов**;</i> Проектирование автоматизированных систем управления; Прикладное программирование на языках высокого уровня; Имитационное моделирование и случайные процессы; <i>Проектирование баз данных в задачах экономики**;</i> Преддипломная практика;
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода,вырабатывать стратегию действий.	Современная математическая статистика в экономических задачах; Глубинное машинное обучение; Компьютерные технологии в технических системах;	<i>Моделирование бизнес-процессов**;</i> <i>Проектирование автоматизированных систем управления;</i> <i>Прикладное программирование на языках высокого уровня;</i> <i>Проектирование баз данных в задачах экономики**;</i> <i>Управление цифровой трансформацией**;</i> <i>Цифровая экономика**;</i> Преддипломная практика;
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; Научно-исследовательская работа;	<i>Моделирование бизнес-процессов**;</i> <i>Проектирование баз данных в задачах экономики**;</i> <i>Управление цифровой трансформацией**;</i> <i>Цифровая экономика**;</i> <i>Научно-исследовательская работа;</i> Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-4	Способен решать прикладные задачи в области интеллектуализации и оптимизации процессов управления.	Научно-исследовательская работа; Современные проблемы теории управления; Компьютерные технологии в технических системах;	<i>Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика; Имитационное моделирование и случайные процессы;</i>

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

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

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			2
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	63		63
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	9		9
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Введение в предмет «Нелинейные динамические системы»	1.1	Рождение нелинейной динамики: модели Лоренца, Хенона – Хейлеса и Синая. Показатель Ляпунова и определение хаоса. Кинематика теории колебаний: модели регулярного движения.	ЛК, СЗ
		1.2	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.	ЛК, СЗ
		1.3	Методы численного решения основных задач. Алгоритм Бенеттина для вычисления показателя Ляпунова.	ЛК, СЗ
		1.4	Корреляционная функция, скорость перемешивания. Спектр мощности.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Хаотическая динамика консервативных систем	2.1	Стандартное отображение: определение и физическая модель-прототип, ротатор с дельта-толчками.	ЛК, СЗ
		2.2	Неподвижные точки и их устойчивость. Случай малых - резонанс и сепаратриса. Устойчивое и неустойчивое многообразие.	ЛК, СЗ
		2.3	Расщепление сепаратрисы. Мера стохастической компоненты	ЛК, СЗ
Раздел 3	Хаотическая динамика диссипативных систем	3.1	Отбор моделей. Сингулярное поведение при исчезающее малой диссипации.	ЛК, СЗ
		3.2	Логистическое отображение: определение, неподвижные точки, циклы.	ЛК, СЗ
		3.3	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 – практические/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.	
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.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Термодинамика необратимых процессов и нелинейная динамика : учебное пособие для вузов / Э. М. Кольцова, Л. С. Гордеев, Ю. Д. Третьяков, А. А. Вертегел. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 430 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06923-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/516053>

2. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513132>

Дополнительная литература:

1. Гисин, В. Б. Нелинейные динамические системы в экономике и финансах : монография / В. Б. Гисин, Б. А. Путко. — Москва : Прометей, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-00172-339-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/290480> (дата обращения: 27.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Соболев, В. А. Нелинейные динамические системы : учебное пособие / В. А. Соболев, Е. А. Тропкина. — Самара : Самарский университет, 2022. — 76 с. — ISBN 978-5-7883-1735-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/336605> (дата обращения: 27.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

- 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 «Нелинейные динамические системы».

* - 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 «Нелинейные динамические системы» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Власов Дмитрий

Анатольевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Подпись

Кокуйцева Татьяна

Владимировна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой

Должность, БУП

Подпись

Кокуйцева Татьяна

Владимировна

Фамилия И.О.