

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.05.2023 12:43:55  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989d8e18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»  
Факультет физико-математических и естественных наук**  
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем**  
(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки:**

**09.03.03. — Прикладная информатика**  
(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

**Прикладная информатика**  
(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2023 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем» является формирование у студентов базовых знаний в области современных компьютерных технологий и компьютерного моделирования сложно-структурированных систем, что позволит им применять полученные знания и умения при решении прикладных задач в областях, связанных с анализом таких систем.

В результате обучения они приобретут умения и навыки правильно оценить сложность научно-исследовательских заданий на разработку прикладных компьютерных моделей, связанных с анализом сложно-структурированных систем, аргументировано выбирать методы решения поставленных задач, а затем эффективно выполнять компьютерное моделирование, а также все необходимые вычисления в рамках поставленных прикладных задач.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций): *УК-1; ОПК-1; ОПК-6; ПК-7*

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

| Шифр  | Компетенция   | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)   |
|-------|---|---|
| УК-1  | Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач   | УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.  |
|       |   | УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.  |
|       |   | УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.  |
| ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.1. Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования.  |
|       |   | ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний, методов математического анализа и моделирования |
|       |   | ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности   |

| Шифр  | Компетенция  | Индикаторы достижения компетенции<br>(в рамках данной дисциплины)   |
|-------|--|---|
| ОПК-6 | Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования; | ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования  |
|       |  | ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий |
|       |  | ОПК-6.3 Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий  |
| ПК-7  | Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований   | ПК-7.1. Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий  |
|       |  | ПК-7.2. Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в собственной научно-исследовательской деятельности   |
|       |  | ПК-7.3. Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий   |
|       |  | ПК-7.4. Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет базовыми навыками подготовки научных обзоров и (или) публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и иностранном языке      |

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем» относится к 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 «Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем».

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

| Шифр  | Наименование компетенции  | Предшествующие дисциплины/модули, практики*  | Последующие дисциплины/модули, практики <sup>1</sup>   |
|-------|---|--|--|
| УК-1  | Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | Философия<br>Социальные и этические вопросы информационных технологий<br>Интеллектуальные системы<br>Теоретические основы информатики<br>Имитационное моделирование<br>Алгоритмы машинной графики и обработки изображений<br>Управление проектами разработки информационных систем<br>Моделирование сложно структурированных систем<br>Разработка информационно-аналитических систем<br>Математическое моделирование<br>Компьютерный практикум по моделированию<br>Методы машинного обучения для анализа временных рядов и панельных данных<br>Обработка больших данных с использованием машинного обучения<br>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) | Технологическая (проектно-технологическая) практика<br>Научно-исследовательская работа<br>Преддипломная практика |
| ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и    | Математический анализ<br>Линейная алгебра<br>Дискретная математика и математическая логика<br>Дифференциальные и разностные уравнения<br>Теория вероятностей и математическая статистика   | Технологическая (проектно-технологическая) практика<br>Научно-исследовательская работа<br>Преддипломная          |

<sup>1</sup> - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

| Шифр  | Наименование компетенции   | Предшествующие дисциплины/модули, практики*  | Последующие дисциплины/модули, практики |
|-------|--|--|---|
|       | экспериментального исследования в профессиональной деятельности                              | Теория конечных графов<br>Основы программирования<br>Технология программирования<br>Python и его приложения<br>Вычислительные системы, сети и телекоммуникации<br>Концепции современного естествознания<br>Интеллектуальные системы<br>Теоретические основы информатики<br>Структуры данных и парадигмы программирования<br>Имитационное моделирование<br>Теория автоматов и формальных языков<br>Алгоритмы машинной графики и обработки изображений<br>Моделирование сложно структурированных систем<br>Разработка информационно-аналитических систем<br>Математическое моделирование<br>Линейный и нелинейный регрессионный анализ больших данных<br>Методы машинного обучения для анализа временных рядов и панельных данных<br>Обработка больших данных с использованием машинного обучения<br>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) | практика                                |
| ОПК-6 | Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с | Дискретная математика и математическая логика<br>Теория вероятностей и математическая статистика<br>Python и его приложения<br>Интеллектуальные системы<br>Теоретические основы  | -                                       |

| Шифр | Наименование компетенции   | Предшествующие дисциплины/модули, практики*  | Последующие дисциплины/модули, практики  |
|------|--|--|--|
|      | применением методов системного анализа и математического моделирования;                          | информатики<br>Структуры данных и парадигмы программирования<br>Имитационное моделирование<br>Теория автоматов и формальных языков<br>Управление проектами разработки информационных систем<br>Моделирование сложно структурированных систем<br>Разработка информационно-аналитических систем<br>Математическое моделирование<br>Линейный и нелинейный регрессионный анализ больших данных |  |
| ПК-7 | Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований | Имитационное моделирование<br>Математическое моделирование<br>Линейный и нелинейный регрессионный анализ больших данных<br>Методы машинного обучения для анализа временных рядов и панельных данных<br>Обработка больших данных с использованием машинного обучения<br>Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)                       | Технологическая (проектно-технологическая) практика<br>Научно-исследовательская работа<br>Преддипломная практика |



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

Общая трудоемкость дисциплины «Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем» составляет 4 зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО

| Вид учебной работы                        | ВСЕГО,<br>ак.ч. | Семестр(-ы) |
|---|-----------------|-------------|
|   |                 | 7           |
| Контактная работа, ак.ч.                  | 54              | 54          |
| в том числе:                              |                 |             |
| Лекции (ЛК)                               | 18              | 18          |
| Лабораторные работы (ЛР)                  | -               | -           |
| Практические/семинарские занятия (СЗ)     | 36              | 36          |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 63              | 63          |
| Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч. | 27              | 27          |
| Общая трудоемкость дисциплины             | ак.ч.           | 144         |
|   | зач.ед.         | 4           |

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| Наименование раздела дисциплины   | Содержание раздела (темы)   | Вид учебной работы <sup>2</sup> |
|---|---|---------------------------------|
| Раздел 1. Моделирование сложно-структурированных систем с использованием методов анализа больших данных.  | Тема 1.1. Введение в моделирование сложно-структурированных систем.   | ЛК,СЗ                           |
|   | Тема 1.2. Особенности моделирования сложно-структурированных систем на основе анализа больших данных.   | ЛК,СЗ                           |
|   | Тема 1.3. Примеры математических моделей сложно-структурированных систем в физике, химии, биологии, экономике, социологии.  | ЛК,СЗ                           |
| Раздел 2. Фундаментальные признаки и количественные индикаторы сложности при моделировании сложно-структурированных систем с использованием методов анализа больших данных. | Тема 2.1. Нелинейность, открытость, неравновесность, диссипативность, эмерджентность, критические переходы, низкоразмерный хаос, масштабная инвариантность (фрактальность). | ЛК,СЗ                           |
|   | Тема 2.2. Распределение с тяжелыми хвостами (возможность катастрофических событий), длинные корреляции (длинная память), 1/f шум.   | ЛК,СЗ                           |
|   | Тема 2.3. Математическое моделирование сложно-структурированных систем на двух уровнях: микроскопический и макроскопический.  | ЛК,СЗ                           |
| Раздел 3. Основы мультифрактального формализма при  | Тема 3.1. Регулярные и случайные фракталы.  | ЛК,СЗ                           |
|   | Тема 3.2. Фрактальный меры. Емкость и размерность Хаусдорфа.  | ЛК,СЗ                           |

<sup>2</sup> - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

| Наименование раздела дисциплины   | Содержание раздела (темы)  | Вид учебной работы |
|---|--|--------------------|
| моделировании сложно-структурированных систем с использованием методов анализа больших данных.  | Тема 3.3. Преобразования Лежандра. Спектр сингулярностей. Спектр фрактальных размерностей.   | ЛК,СЗ              |
| Раздел 4. Анализ критических переходов при моделировании сложно-структурированных систем с использованием методов анализа больших данных.   | Тема 4.1. Переходы первого и второго рода в сложно-структурированных системах. Метод среднего поля.                                | ЛК,СЗ              |
|   | Тема 4.2. Метастабильные состояния в сложно-структурированных системах.  | ЛК,СЗ              |
|   | Тема 4.3. Самоорганизованная критичность и самоорганизованная бистабильность в сложно-структурированных системах.                  | ЛК,СЗ              |
| Раздел 5. Анализ хаотической динамики сложно-структурированных систем с использованием методов анализа больших данных.  | Тема 5.1. Фазовое пространство нелинейных динамических систем. Локальные и глобальные бифуркации. Хаотические аттракторы.          | ЛК,СЗ              |
|   | Тема 5.2. Проблема ограниченности горизонта прогноза для сложно-структурированных систем.  | ЛК,СЗ              |
|   | Тема 5.3. Инвариантные меры хаоса: спектр показателей Ляпунова, размерность вложения, корреляционная и информационная размерность. | ЛК,СЗ              |
| Раздел 6. Исследование нелинейных случайных процессов при моделировании стохастической динамики сложно-структурированных систем с использованием технологии анализа больших данных. | Тема 6.1. Уравнение Фоккера-Планка. Уравнения Ланжевена для самоорганизованной критичности и самоорганизованной бистабильности.    | ЛК,СЗ              |
|   | Тема 6.2. Хаотические бифуркации. Критические переходы в рамках формализма нелинейный случайных процессов.                         | ЛК,СЗ              |
|   | Тема 6.3. Дробная система Э. Лоренца. Уравнение Каулакиса.   | ЛК,СЗ              |



## 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.   | Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, MS Teams.<br>Дополнительное ПО: офисный пакет MS Office или LibreOffice. |
| 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. | Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, MS Teams.<br>Дополнительное ПО: офисный пакет MS Office или LibreOffice. |
| Для самостоятельной работы обучающихся | Аудитория 210 для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.                              | Компьютер/ноутбук с доступом сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета, браузер, ПО для просмотра PDF, MS Teams.<br>Дополнительное ПО: офисный пакет MS Office или LibreOffice. |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

*Основная литература:*

1. Мхитарян В. С. Анализ данных : учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.] ; под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. —

- 490 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00616-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489100>.
2. Миркин Б. Г. Введение в анализ данных : учебник и практикум / Б. Г. Миркин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 174 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-5009-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469306>.
  3. Платонов А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15561-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508804>.
  4. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 495 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508082>.

*Дополнительная литература:*

5. Гателюк О. В. Численные методы : учеб. пособие для академического бакалавриата / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Манюкова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 140 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05894-9.
6. Кузнецов В. В. Системный анализ: учебник и практикум для вузов / В. В. Кузнецов [и др.] ; под общей редакцией В. В. Кузнецова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8591-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490660>.
7. Лаврищева Е. М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем : учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 432 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07604-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/436514>.
8. Пелюхова Е.Б. Синергетика в физических процессах: самоорганизация физических систем : учебное пособие / Е.Б. Пелюхова, Э.Е. Фрадкин. - 2-е изд., испр. ; Электронные текстовые данные. - СПб. : Лань, 2011. - 320 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1138-2.
9. Пяткина Д.А. Математическое моделирование в экономике и финансах : учебно- методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности "Бизнес-информатика" / Д.А. Пяткина, С.И. Матюшенко. - Электронные текстовые данные. - М. : РУДН, 2018. - 40 с. : ил. - ISBN 978-5-209-08322-1 : 71.04.
10. Цымбал, В. П. Синергетическая концепция создания моделей и технологий : учебное пособие для вузов / В. П. Цымбал, П. А. Сеченов, И. А. Рыбенко. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 249 с. — (Высшее образование). —

ISBN 978-5-534-15011-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/486387>

*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 РГБ <http://www.rsl.ru/>

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/>
- реферативная база данных Science Direct <http://www.sciencedirect.com> Описание: Ресурс содержит коллекцию научной, технической полнотекстовой и библиографической информации. База данных мультидисциплинарного характера включает научные журналы по точным и техническим наукам.
- реферативная база данных EBSCO <http://search.ebscohost.com>, Academic Search Premier (база данных комплексной тематики, содержит информацию по гуманитарным и естественным областям знания).
- реферативная база данных Springer/Kluwer <http://www.springerlink.com>. Журналы и книги издательства Springer/Kluwer охватывают различные области знания и разбиты на предметные категории.
- реферативная база данных Tailor & Francis <http://www.informaworld.com>. Коллекция журналов насчитывает более 1000 именованных по всем областям знаний.
- реферативная база данных Zentralblatt MATH (zbMATH) <https://zbmath.org>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля<sup>3</sup>:*

1. Курс лекций по дисциплине «Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем».

2. Сборник задач по дисциплине «Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем».

---

<sup>3</sup> - 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<sup>4</sup> оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Анализ больших данных при моделировании сложно-структурированных систем» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

### РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей

Должность, БУП



Подпись

С.А.Васильев

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Зав. кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей

Наименование БУП



Подпись

К.Е. Самуйлов

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Зав. кафедрой информационных технологий

Наименование БУП



Подпись

Ю.Н. Орлов

Фамилия И.О.

<sup>4</sup> - Ом и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.