

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО  
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

**ИИ-технологии моделирования сложных процессов и  
систем**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

|                        |                                                                                                        |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Закреплена за кафедрой | <b>Электронных вычислительных машин</b>                                                                |
| Учебный план           | 02.03.03_25_00_ИИ.plx<br>02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем |
| Квалификация           | <b>бакалавр</b>                                                                                        |
| Форма обучения         | <b>очная</b>                                                                                           |
| Общая трудоемкость     | <b>3 ЗЕТ</b>                                                                                           |

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>)          | 7 (4.1) |       | Итого |       |
|----------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Недель                                             | 16      |       |       |       |
| Вид занятий                                        | УП      | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                             | 24      | 24    | 24    | 24    |
| Практические                                       | 24      | 24    | 24    | 24    |
| Иная контактная<br>работа                          | 0,35    | 0,35  | 0,35  | 0,35  |
| Консультирование<br>перед экзаменом и<br>практикой | 2       | 2     | 2     | 2     |
| Итого ауд.                                         | 50,35   | 50,35 | 50,35 | 50,35 |
| Контактная работа                                  | 50,35   | 50,35 | 50,35 | 50,35 |
| Сам. работа                                        | 13      | 13    | 13    | 13    |
| Часы на контроль                                   | 44,65   | 44,65 | 44,65 | 44,65 |
| Итого                                              | 108     | 108   | 108   | 108   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Саблина Виктория Александровна*

Рабочая программа дисциплины

**ИИ-технологии моделирования сложных процессов и систем**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 809)

составлена на основании учебного плана:

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

утвержденного учёным советом вуза от 29.08.2025 протокол № 1.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электронных вычислительных машин**

Протокол от 16.09.2025 г. № 1

Срок действия программы: 2025-2029 уч.г.

Зав. кафедрой Костров Борис Васильевич

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Электронных вычислительных машин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Электронных вычислительных машин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Электронных вычислительных машин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

**Электронных вычислительных машин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                  | Целью изучения дисциплины является обучение студентов современным принципам и ИИ-технологиям моделирования различных процессов и систем в целом и информационных систем в частности, ознакомить с основными положениями теории моделирования и их использованием при решении задач проектирования и исследования вычислительных систем, способствовать развитию логического мышления, формированию научного мировоззрения, развитию системного мышления, содействовать фундаментализации образования, прививать склонность к творчеству. |
| 1.2                                  | Задачи:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1.3                                  | - познакомить обучающихся с методами и ИИ-технологиями моделирования на ЭВМ при анализе и проектировании различных вычислительных и информационных систем;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1.4                                  | - познакомить обучающихся с современными средствами и ИИ-технологиями компьютерного моделирования;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 1.5                                  | - показать возможности моделирования с помощью ИИ-технологий для анализа вычислительных систем на этапах их проектирования, модернизации и эксплуатации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ |                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП:                                                  | Б1.О                                                                                                                  |
| 2.1                                                                | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |
| 2.1.1                                                              | Математическая логика                                                                                                 |
| 2.1.2                                                              | Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных                                                                   |
| 2.1.3                                                              | ИИ-технологии анализа изображений и видео                                                                             |
| 2.1.4                                                              | Машинное обучение                                                                                                     |
| 2.1.5                                                              | Интеллектуальный анализ больших данных                                                                                |
| 2.2                                                                | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1                                                              | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |
| 2.2.2                                                              | Преддипломная практика                                                                                                |
| 2.2.3                                                              | Программирование клиентских приложений                                                                                |
| 2.2.4                                                              | Интеллектуальные системы поддержки принятия решений                                                                   |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ОПК-2: Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| <b>ОПК-2.1. Применяет современный математический аппарат, связанный с проектированием и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях деятельности</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| <p><b>Знать</b><br/>математические основы компьютерного моделирования для оценки качества и эффективности программных продуктов и комплексов; методы проектирования программных моделей объектов в различных областях (информационной и экономической) человеческой деятельности; методы проведения экспериментов и обработки информации при проектировании математических и программных моделей различных информационных и экономических объектов.</p> <p><b>Уметь</b><br/>использовать математическое и компьютерное моделирование для оценки качества и эффективности программных продуктов и комплексов; использовать методы проектирования программных моделей информационных и экономических объектов; использовать методы проведения экспериментальных исследований и обработки информации при проектировании математических и программных моделей различных информационных и экономических объектов.</p> <p><b>Владеть</b><br/>навыками применения математического и компьютерного моделирования для оценки качества и эффективности программных продуктов и комплексов; навыками применения методов проектирования программных моделей информационных и экономических объектов; навыками проведения экспериментальных исследований и обработки информации при проектировании математических и программных моделей различных информационных и экономических объектов.</p> |  |
| <b>ОПК-2.2. Применяет современный математический аппарат, связанный с разработкой и реализацией программных продуктов и программных комплексов в различных областях деятельности</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Знать</b><br/>математические основы компьютерного моделирования для оценки качества и эффективности программных продуктов и комплексов; методы разработки и реализации программных моделей объектов в различных областях (информационной и экономической) человеческой деятельности; методы проведения экспериментов и обработки информации при реализации математических и программных моделей различных информационных и экономических объектов.</p> <p><b>Уметь</b><br/>использовать математическое и компьютерное моделирование для оценки качества и эффективности программных продуктов и комплексов; использовать методы разработки и реализации программных моделей информационных и экономических объектов; использовать методы проведения экспериментальных исследований и обработки информации при реализации математических и программных моделей различных информационных и экономических объектов.</p> <p><b>Владеть</b><br/>навыками применения математического и компьютерного моделирования для оценки качества и эффективности программных продуктов и комплексов; навыками применения методов проектирования программных моделей информационных и экономических объектов; навыками проведения экспериментальных исследований и обработки информации при реализации математических и программных моделей различных информационных и экономических объектов.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-11: Способен определять требования к наборам данных для решения задач машинного обучения проводить разметку и анализ наборов данных оценивать качество данных обеспечивать непрерывную интеграцию данных</b>                                                                                                                                                                                               |
| <b>ПК-11.1. Определяет требования к наборам и качеству данных для решения задач машинного обучения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>Знать</b><br/>методы оценки качества данных для решения задач машинного обучения при моделировании процессов и систем</p> <p><b>Уметь</b><br/>формулировать четкие требования к качеству данных для каждой конкретной задачи моделирования</p> <p><b>Владеть</b><br/>инструментами для автоматизации проверок и обработки данных при моделировании процессов и систем</p>                                  |
| <b>ПК-11.2. Работает с данными, в том числе собирает данные из разрозненных источников, проверяет данные на корректность</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>Знать</b><br/>методы интеграции и объединения данных для моделирования систем из разрозненных источников</p> <p><b>Уметь</b><br/>осуществлять сбор и объединение данных для моделирования из разнородных источников с последующей проверкой их корректности</p> <p><b>Владеть</b><br/>программными инструментами для извлечения, преобразования и загрузки данных для моделирования процессов и систем</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-13: Способен применять различные модели и (или) технологии обработки данных</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>ПК-13.1. Осуществляет выбор технологий обработки больших данных, приемлемых для создания прикладной системы ИИ с заданными требованиями</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p><b>Знать</b><br/>основные факторы, влияющие на выбор технологий обработки больших данных, при моделировании процессов и систем</p> <p><b>Уметь</b><br/>обосновывать выбор технологий обработки больших данных для каждой конкретной задачи моделирования</p> <p><b>Владеть</b><br/>инструментами для автоматизации проверок и обработки данных при моделировании процессов и систем</p>             |
| <b>ПК-13.2. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения с элементами ИИ с применением различных технологий обработки данных</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>Знать</b><br/>методы оценки качества данных для решения задач машинного обучения при моделировании процессов и систем</p> <p><b>Уметь</b><br/>формулировать четкие требования к качеству данных для каждой конкретной задачи моделирования</p> <p><b>Владеть</b><br/>навыками адаптации и модификации существующих решений для обработки больших данных при моделировании процессов и систем</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-16: Способен проводить эксперименты на данных формулировать гипотезы исследования строить (обучать дообучать) модели машинного обучения с оценкой их качества и анализом ошибок обеспечивать воспроизводимость и масштабируемость исследований на данных</b> |
| <b>ПК-16.1. Проводит эксперименты с моделями ИИ, оценивает их качество (точность, производительность)</b>                                                                                                                                                          |
| <p><b>Знать</b><br/>основные метрики оценки качества моделей ИИ</p> <p><b>Уметь</b><br/>применять метрики для оценки и сравнения различных моделей</p> <p><b>Владеть</b><br/>навыками проведения экспериментов с моделями ИИ</p>                                   |

**ПК-16.2. Проводит эксперименты на данных и визуализирует результаты с применением технологий анализа данных (статистического анализа), методов и алгоритмов машинного обучения**

**Знать**

основные методы машинного обучения для анализа данных при моделировании процессов и систем

**Уметь**

использовать программные библиотеки и инструменты для анализа данных и визуализации результатов

**Владеть**

инструментами и техниками анализа данных для проведения экспериментов и интерпретации результатов при моделировании процессов и систем

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.1.1      | принципы работы и возможности различных ИИ-технологий, применимых в моделировании (нейронные сети, машинное обучение, экспертные системы, агентные системы); методы интеграции ИИ с традиционными подходами к моделированию (аналитическое, имитационное); архитектуры нейронных сетей, используемые для моделирования и прогнозирования временных рядов (рекуррентные, сверточные, трансформеры); методы машинного обучения для выявления закономерностей в данных и построения моделей; особенности дискретно-событийного и агентного моделирования с использованием ИИ; принципы построения гибридных моделей, объединяющих ИИ и традиционные методы; технологии создания цифровых двойников с применением ИИ для анализа данных и прогнозирования.                                                                                            |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.2.1      | применять методы машинного обучения (классификацию, регрессию, кластеризацию, поиск ассоциативных правил) для анализа данных и построения прогностических моделей; разрабатывать и обучать нейронные сети для решения задач моделирования, прогнозирования и оптимизации; интегрировать ИИ-технологии в имитационные модели для повышения их точности и адаптивности; использовать агентные системы для моделирования сложных взаимодействий и поведения; строить гибридные модели, комбинируя различные методы (например, машинное обучение и имитационное моделирование); применять ИИ для анализа данных, поступающих от цифровых двойников, и прогнозирования их поведения; выбирать и адаптировать ИИ-алгоритмы для решения конкретных задач моделирования; разрабатывать экспертные системы для поддержки принятия решений в моделировании. |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3.3.1      | навыками работы с инструментами и библиотеками машинного обучения; навыками разработки и отладки нейронных сетей; навыками интеграции ИИ-компонентов в среды моделирования; навыками применения ИИ для анализа больших объемов данных, полученных в результате моделирования; навыками оценки качества моделей, построенных с использованием ИИ; навыками интерпретации результатов, полученных с помощью ИИ-методов, и принятия на их основе обоснованных решений; навыками разработки и применения агентных моделей для имитации поведения сложных систем; навыками проектирования и создания гибридных моделей, сочетающих различные подходы к моделированию и ИИ.                                                                                                                                                                             |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Семестр / Курс | Часов | Компетенции            | Литература                                                                             | Форма контроля               |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|             | <b>Раздел 1. Понятие модели и ее вероятностные характеристики, случайные процессы и потоки событий, марковские процессы</b>                                                                                                                                                                                                                                                             |                |       |                        |                                                                                        |                              |
| 1.1         | Понятие модели и ее вероятностные характеристики, случайные процессы и потоки событий /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7              | 0     |                        |                                                                                        | Контрольные вопросы. Экзамен |
| 1.2         | Определение и классификация моделей. Этапы построения математической модели. Адекватность модели. Применение законов распределения в моделировании сложных процессов и систем. Моделирование вычислительных систем. Цель и уровни моделирования. Понятие и классификация случайных процессов. Потоки событий и их параметры и свойства. Простейший поток событий. Потоки Эрланга. /Лек/ | 7              | 2     | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.8 Л1.9<br>Л1.11 Л1.12<br>Л1.14<br>Л1.22Л2.1<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.5 Л2.10 | Устный опрос по теме лекции  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1.3 | Вычисление и сравнение основных вероятностных характеристик при моделировании вычислительных систем без резервирования и с резервированием. Вычисление математического ожидания, дисперсии и коэффициента вариации интервала времени между событиями простейшего потока. Прореживание простейшего потока событий для получения потоков Эрланга различных порядков. /Пр/                                  | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В                           | Л3.7 Л3.8<br>Л3.9 Л3.10                                                                                                                                                                                                                                           | Отчет по практическому занятию |
| 1.4 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В | Л1.3 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.19 Л1.20<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4 Л2.5<br>Л2.6 Л2.7<br>Л2.8 Л2.9<br>Л2.10 Л2.11<br>Л2.12 Л2.13<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.17Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Э1 | Устный опрос                   |
| 1.5 | Марковские процессы /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7 | 0 |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   | Контрольные вопросы. Экзамен   |
| 1.6 | Определение и классификация марковских процессов. Марковские цепи. Марковский процесс с дискретным временем. Стационарность и эргодичность случайных процессов. Матрица переходов марковского процесса. Марковский процесс с непрерывным временем. Матрица интенсивностей переходов марковского процесса. Получение системы дифференциальных уравнений Колмогорова. Предельный стационарный режим. /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3                                                     | Л1.1 Л1.4<br>Л1.14<br>Л1.22Л2.7<br>Л2.8 Л2.9<br>Л2.15                                                                                                                                                                                                             | Устный опрос по теме лекции    |
| 1.7 | Решение математических задач по темам марковских процессов с дискретным временем и марковских процессов с непрерывным временем. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В                           | Л3.9                                                                                                                                                                                                                                                              | Отчет по практическому занятию |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1.8 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4 Л1.5<br>Л1.8 Л1.9<br>Л1.10 Л1.11<br>Л1.12 Л1.13<br>Л1.14 Л1.16<br>Л1.22Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4 Л2.5<br>Л2.6 Л2.7<br>Л2.8 Л2.9<br>Л2.10 Л2.11<br>Л2.12 Л2.13<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.17Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                    |
|     | <b>Раздел 2. Формирование аналитических моделей и типовые модели систем массового обслуживания, стохастические системы и процессы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |   |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |
| 2.1 | Аналитические модели систем массового обслуживания /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7 | 0 |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                | Контрольные вопросы.<br>Экзамен |
| 2.2 | Системы массового обслуживания. Очередь. Обслуживающий аппарат. Классификация типовых систем массового обслуживания согласно символике Кендалла. Алгоритм формирования аналитической модели системы массового обслуживания. Схема гибели и размножения. Модели систем массового обслуживания без очереди. Многоканальная система массового обслуживания без очереди СМО М/М/п/0. Одноканальная система массового обслуживания с очередью (с ожиданием) СМО М/М/1. Разделение очереди на конечную и бесконечную части. Дисперсии основных характеристик СМО М/М/1. Многоканальная СМО с конечной очередью СМО М/М/п/к. Многоканальная система массового обслуживания с очередью без отказов в обслуживании СМО М/М/п. Сравнение систем массового обслуживания. СМО М/Г/1 с заявками N типов. Системы массового обслуживания с приоритетными дисциплинами обслуживания. /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3                                                     | Л1.9 Л1.10<br>Л1.12 Л1.13<br>Л1.22Л2.2<br>Л2.4 Л2.11<br>Л2.12 Л2.13<br>Л2.14                                                                                                                                                                                                   | Устный опрос по теме лекции     |
| 2.3 | Формирование аналитической модели системы массового обслуживания для станции технического обслуживания автомашин. Сравнение работы двух одноканальных систем массового обслуживания и одной двухканальной системы массового обслуживания при решении одной и той же задачи. Сравнение дисциплин обслуживания для системы массового обслуживания, обрабатывающей телеметрические сигналы, и проверка выполнения для нее закона Клейнрока. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В                           | Л3.7 Л3.9                                                                                                                                                                                                                                                                      | Отчет по практическому занятию  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |   |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 2.4 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В                                        | Л1.1 Л1.5<br>Л1.8 Л1.9<br>Л1.10 Л1.11<br>Л1.12 Л1.13<br>Л1.14 Л1.16<br>Л1.22Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4 Л2.5<br>Л2.6 Л2.7<br>Л2.8 Л2.9<br>Л2.10 Л2.11<br>Л2.12 Л2.13<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.17Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1              | Устный опрос                    |
| 2.5 | Моделирование сложных систем с помощью стохастических сетей и имитационное моделирование стохастических процессов /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7 | 0 |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                | Контрольные вопросы.<br>Экзамен |
| 2.6 | Сложные системы как объект моделирования. Схема построения и исследования сложных систем. Определение стохастических сетей. Разомкнутые и замкнутые стохастические сети. Методика моделирования сложных систем стохастическими сетями. Определение стохастического процесса. Основы имитационного моделирования. Структура имитационной модели. Способы формализации объектов моделирования. Взаимодействие видов моделирования. Имитационное моделирование как средством для интеграции моделей различных классов. | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-16.2-3                                                                               | Л1.1 Л1.4<br>Л1.5 Л1.10<br>Л1.12 Л1.13<br>Л1.14Л2.1<br>Л2.2 Л2.4<br>Л2.11 Л2.12<br>Л2.13 Л2.14                                                                                                                                                                                 | Устный опрос по теме лекции     |
| 2.7 | Решение математических задач анализа и нахождения вероятностных характеристик стохастической сети и каждой входящей в нее системы массового обслуживания. Имитационное моделирование и анализ стохастических процессов в колл-центре в среде AnyLogic с выявлением и устранением узких мест. /Пр/                                                                                                                                                                                                                   | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                        | Л3.6 Л3.9                                                                                                                                                                                                                                                                      | Отчет по практическому занятию  |
| 2.8 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4 Л1.5<br>Л1.8 Л1.9<br>Л1.10 Л1.11<br>Л1.12 Л1.13<br>Л1.14 Л1.16<br>Л1.22Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4 Л2.5<br>Л2.6 Л2.7<br>Л2.8 Л2.9<br>Л2.10 Л2.11<br>Л2.12 Л2.13<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.17Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|     | <b>Раздел 3. Классификация видов имитационного моделирования и ИИ-технологии в моделировании</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |
| 3.1 | Классификация видов имитационного моделирования /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7 | 0 |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                           | Контрольные вопросы.<br>Экзамен      |
| 3.2 | Основные виды имитационного моделирования. Агрегативные модели. Кусочно- линейный агрегат. Агрегативная система. Оценка агрегативных систем как моделей сложных систем. Сети Петри и их расширения. Описание структур моделируемых проблемных ситуаций в виде сетей Петри. Динамика сетей Петри. Парадигма и методы системной динамики. Общая структура моделей системной динамики. Системные потоковые диаграммы моделей. Основные этапы разработки моделей | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-16.2-3                                                                               | Л1.5 Л1.10<br>Л1.13Л2.2<br>Л2.11 Л2.12<br>Л2.13                                                                                                                                                                                                                           | Контрольные вопросы.<br>Экзамен      |
| 3.3 | Создание имитационной модели сужающегося участка дороги в среде AnyLogic с помощью «Библиотеки дорожного движения». /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                        | Л3.6                                                                                                                                                                                                                                                                      | Отчет по<br>практическому<br>занятию |
| 3.4 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.5 Л1.8<br>Л1.9 Л1.10<br>Л1.11 Л1.12<br>Л1.13 Л1.14<br>Л1.16<br>Л1.22Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4 Л2.5<br>Л2.6 Л2.7<br>Л2.8 Л2.9<br>Л2.10 Л2.11<br>Л2.12 Л2.13<br>Л2.14 Л2.15<br>Л2.17Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                         |
| 3.5 | ИИ-технологии в моделировании /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7 | 0 |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |
| 3.6 | Применение машинного обучения для моделирования сложных процессов и систем. Нейросетевые технологии в моделировании. Экспертные системы в моделировании. Интеграция ИИ с традиционными методами моделирования. ИИ-технологии для анализа данных в моделировании. Примеры практического применения ИИ в моделировании. /Лек/                                                                                                                                  | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.2-3<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.2-3<br>ПК-16.1-3<br>ПК-16.2-3              | Л1.3 Л1.5<br>Л1.15<br>Л1.18Л2.16<br>Л2.21 Л2.23                                                                                                                                                                                                                           | Устный опрос<br>по теме лекции       |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 3.7 | Моделирование процесса эвакуации из супермаркета в среде AnyLogic с помощью «Пешеходной библиотеки» с применением ИИ-технологий. /Пр/                                                                                                                                                                                                                       | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                                                                                         | Л3.6                                                                                                                                                                                                                   | Отчет по практическому занятию |
| 3.8 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                         | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-3<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-3<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.1-3<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.3 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.19 Л1.20<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.19 Л2.20<br>Л2.21 Л2.22<br>Л2.23Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                   |
|     | <b>Раздел 4. Агентные и многоагентные системы и дискретно-событийное моделирование</b>                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
| 4.1 | Дискретно-событийное моделирование /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                        | Контрольные вопросы. Экзамен   |
| 4.2 | Определение и основные принципы дискретно-событийного моделирования. Понятие о модельном времени. Механизм продвижения модельного времени. Моделирование компонентов дискретно-событийных моделей с применением ИИ-технологий. Интеграция ИИ в дискретно-событийные модели для анализа и оптимизации. Применение дискретно-событийного моделирования. /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.2-3<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.2-3<br>ПК-16.2-3                                                                                                                                                                                                                              | Л1.5 Л1.16<br>Л1.17Л2.6<br>Л2.16 Л2.23                                                                                                                                                                                 | Устный опрос по теме лекции    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 4.3 | Построение имитационной модели в среде AnyLogic для оптимизации работы склада. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                                                                            | ЛЗ.6                                                                                                                                                                                                                   | Отчет по практическому занятию |
| 4.4 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-3<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-3<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.3 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.19 Л1.20<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.19 Л2.20<br>Л2.21 Л2.22<br>Л2.23Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                   |
| 4.5 | Агентные и многоагентные системы /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
| 4.6 | Определение и характеристики агентов. Типы и архитектуры агентов. Использование когнитивных архитектур для моделирования разума агента. Улучшение поведения агентов с помощью алгоритмов обучения с подкреплением. Использование нейро-символических систем для создания более сложных архитектур агентов. Многоагентные системы. Применение глубокого обучения для создания обучающихся агентов. /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.2-3<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.2-3<br>ПК-16.2-3                                                                                                                                                                                       | Л1.6 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.22                                                                                                                                                                  | Устный опрос по теме лекции    |
| 4.7 | Проектирование двумерного клеточного автомата. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                                                                            | ЛЗ.6                                                                                                                                                                                                                   | Отчет по практическому занятию |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                 |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 4.8 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-3<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-3<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.3 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.19 Л1.20<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.19 Л2.20<br>Л2.21 Л2.22<br>Л2.23Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                    |
|     | <b>Раздел 5. Гибридные модели и цифровые двойники</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                 |
| 5.1 | Гибридные модели /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        | Контрольные вопросы.<br>Экзамен |
| 5.2 | Определение гибридных моделей. Преимущества и недостатки гибридных моделей. Типы моделей и систем для гибридизации: модели машинного обучения, экспертные системы, имитационные модели. Методы построения гибридных моделей: статистические методы, методы машинного обучения, эволюционные методы и методы трансферного обучения. Применение гибридных моделей. /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.2-3<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.2-3<br>ПК-16.2-3                                                                                                                                                                                       | Л1.3 Л1.5<br>Л1.10 Л1.13<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.23Л2.2<br>Л2.11 Л2.12<br>Л2.13 Л2.21<br>Л2.23                                                                                                                            | Устный опрос по теме лекции     |
| 5.3 | Выявление и устранение узких мест в работе супермаркета путем создания гибридной имитационной модели его процессов в среде AnyLogic. /Пр/                                                                                                                                                                                                                              | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                                                                            | Л3.6                                                                                                                                                                                                                   | Отчет по практическому занятию  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 5.4 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                            | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-3<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-3<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.3 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.19 Л1.20<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.19 Л2.20<br>Л2.21 Л2.22<br>Л2.23Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                   |
| 5.5 | Цифровые двойники /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
| 5.6 | Определение цифровых двойников. Различие между моделями и цифровыми двойниками. Технологии для разработки цифровых двойников: Интернет вещей, облачные вычисления, анализ больших данных и машинное обучение, имитационное моделирование, блокчейн, виртуальная и дополненная реальность. Применение цифровых двойников. /Лек/ | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.2-3<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.2-3<br>ПК-16.2-3                                                                                                                                                                                       | Л1.5 Л1.7<br>Л1.20<br>Л1.23Л2.18<br>Л2.19 Л2.20                                                                                                                                                                        | Устный опрос по теме лекции    |
| 5.7 | Создание цифрового двойника реального проблемного перекрестка в своем городе в среде AnyLogic с помощью «Библиотеки дорожного движения» для преобразования его в интеллектуальный. /Пр/                                                                                                                                        | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                                                                            | Л3.6                                                                                                                                                                                                                   | Отчет по практическому занятию |
| 5.8 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                            | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-3<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-3<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.3 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.19 Л1.20<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.19 Л2.20<br>Л2.21 Л2.22<br>Л2.23Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                   |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|     | <b>Раздел 6. Поиск закономерностей данных и моделирование временных рядов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
| 6.1 | Поиск закономерностей данных /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        | Контрольные вопросы. Экзамен   |
| 6.2 | Использование методов машинного обучения, статистического анализа и визуализации данных для выявления скрытых связей, трендов и аномалий. Основные этапы поиска закономерностей данных. Технологии поиска закономерностей данных: классификация, регрессия, кластеризация, поиск ассоциативных правил и анализ временных рядов. Применение обнаруженных закономерностей данных в моделировании. /Лек/                                        | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.2-3<br>ПК-13.1-3<br>ПК-16.1-3<br>ПК-16.2-3                                                                                                                                                                                       | Л1.18 Л1.19<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.21 Л2.23                                                                                                                                                        | Устный опрос по теме лекции    |
| 6.3 | Поиск закономерностей в данных временных рядов с помощью скользящего среднего, линейного тренда Хольта и авторегрессионного интегрированного скользящего среднего. /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                      | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                                                                            | Л3.6                                                                                                                                                                                                                   | Отчет по практическому занятию |
| 6.4 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 7 | 1 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-3<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-16.1-3<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.3 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.19 Л1.20<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.19 Л2.20<br>Л2.21 Л2.22<br>Л2.23Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                   |
| 6.5 | Моделирование временных рядов /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 7 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
| 6.6 | Классические методы моделирования временных рядов. Моделирование временных рядов с использованием ИИ-технологий. Методы машинного обучения для моделирования временных рядов. Программные инструменты для моделирования временных рядов. Архитектуры ИИ для моделирования временных рядов: рекуррентные нейронные сети, сверточные нейронные сети, трансформеры, генеративно-состязательные сети и автоэнкодеры. Применение временных рядов. | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.2-3<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.2-3<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.2-3<br>ПК-16.1-3<br>ПК-16.2-3                                                                                                                                                                          | Л1.3 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.21 Л2.23                                                                                                                                          | Устный опрос по теме лекции    |

|     |                                                                                                     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 6.7 | Прогнозирование временных рядов с использованием простых нейронных сетей. /Пр/                      | 7 | 2 | ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В                                                                                                         | ЛЗ.6                                                                                                                                                                                                                   | Отчет по практическому занятию |
| 6.8 | Изучение конспекта лекций. Изучение методических указаний, подготовка к практическому занятию. /Ср/ | 7 | 2 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-3<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-3<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.1-3<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В | Л1.3 Л1.5<br>Л1.6 Л1.7<br>Л1.15 Л1.16<br>Л1.17 Л1.18<br>Л1.19 Л1.20<br>Л1.21<br>Л1.23Л2.6<br>Л2.16 Л2.18<br>Л2.19 Л2.20<br>Л2.21 Л2.22<br>Л2.23Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.4 Л3.5<br>Л3.6 Л3.7<br>Л3.8 Л3.9<br>Л3.10<br>Э1 | Устный опрос                   |
|     | <b>Раздел 7. Промежуточная аттестация</b>                                                           |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                        |                                |
| 7.1 | Промежуточная аттестация /Тема/                                                                     | 7 | 0 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                        |                                |

|     |                              |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                    |
|-----|------------------------------|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------|
| 7.2 | Иная контактная работа /ИКР/ | 7 | 0,35 | ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-З<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-З<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-З<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-З<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.1-З<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-З<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В |  | Консультация                                       |
| 7.3 | Консультация /Кнс/           | 7 | 2    | ОПК-2.1-З<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-З<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-З<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-З<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-З<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-З<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.1-З<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-З<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В |  | Консультация,<br>разбор<br>возникающих<br>вопросов |

|     |                   |   |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                     |
|-----|-------------------|---|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 7.4 | Экзамен /Экзамен/ | 7 | 44,65 | ОПК-2.1-3<br>ОПК-2.1-У<br>ОПК-2.1-В<br>ОПК-2.2-3<br>ОПК-2.2-У<br>ОПК-2.2-В<br>ПК-11.1-3<br>ПК-11.1-У<br>ПК-11.1-В<br>ПК-11.2-3<br>ПК-11.2-У<br>ПК-11.2-В<br>ПК-13.1-3<br>ПК-13.1-У<br>ПК-13.1-В<br>ПК-13.2-3<br>ПК-13.2-У<br>ПК-13.2-В<br>ПК-16.1-3<br>ПК-16.1-У<br>ПК-16.1-В<br>ПК-16.2-3<br>ПК-16.2-У<br>ПК-16.2-В |  | Итоговый контроль: экзамен по курсу |
|-----|-------------------|---|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------|

#### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «ИИ-технологии моделирования сложных процессов и систем»).

#### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

| №    | Авторы, составители              | Заглавие                                                                                                                       | Издательство, год                           | Количество/название ЭБС                                                                              |
|------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Трухин М. П.                     | Моделирование сигналов и систем. Основы разработки компьютерных моделей систем и сигналов                                      | Санкт-Петербург: Лань, 2021, 212 с.         | 978-5-8114-8064-7, <a href="https://e.lanbook.com/book/171422">https://e.lanbook.com/book/171422</a> |
| Л1.2 | Кутузов О. И., Татарникова Т. М. | Моделирование систем. Имитационный метод : учебник для вузов                                                                   | Санкт-Петербург: Лань, 2024, 224 с.         | 978-5-507-48872-8, <a href="https://e.lanbook.com/book/365882">https://e.lanbook.com/book/365882</a> |
| Л1.3 | Голубева Н. В.                   | Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов                                                    | Санкт-Петербург: Лань, 2024, 244 с.         | 978-5-507-48455-3, <a href="https://e.lanbook.com/book/393023">https://e.lanbook.com/book/393023</a> |
| Л1.4 | Ощепков А. Ю.                    | Математическое и компьютерное моделирование современных систем автоматического управления : учебное пособие для вузов          | Санкт-Петербург: Лань, 2024, 252 с.         | 978-5-507-48725-7, <a href="https://e.lanbook.com/book/394523">https://e.lanbook.com/book/394523</a> |
| Л1.5 | Симонова Е. В.                   | Имитационное моделирование информационно-вычислительных систем: разработка модели и организация эксперимента : учебное пособие | Самара: Самарский университет, 2023, 115 с. | 978-5-7883-1952-0, <a href="https://e.lanbook.com/book/406727">https://e.lanbook.com/book/406727</a> |

| №     | Авторы, составители                                             | Заглавие                                                                                                  | Издательство, год                                                                                               | Количество/название ЭБС                                                                                        |
|-------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.6  | Смирнов, И. Н.                                                  | Моделирование систем и процессов. Статистическое моделирование : учебное пособие                          | Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022, 96 с. | 978-5-7937-2070-0, <a href="https://www.iprbookshop.ru/140146.html">https://www.iprbookshop.ru/140146.html</a> |
| Л1.7  | Пименов, В. И., Небаев, И. А.                                   | Системы искусственного интеллекта. Инструменты разработки. Экспертные системы : учебное пособие           | Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2023, 56 с. | 978-5-7937-2236-0, <a href="https://www.iprbookshop.ru/140174.html">https://www.iprbookshop.ru/140174.html</a> |
| Л1.8  | Плохотников, К. Э.                                              | Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB : курс лекций | Москва: СОЛОН-Пресс, 2021, 628 с.                                                                               | 978-5-91359-211-8, <a href="https://www.iprbookshop.ru/141859.html">https://www.iprbookshop.ru/141859.html</a> |
| Л1.9  | Баланов А. Н.                                                   | Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы : учебник для вузов                          | Санкт-Петербург: Лань, 2025, 312 с.                                                                             | 978-5-507-52357-3, <a href="https://e.lanbook.com/book/448697">https://e.lanbook.com/book/448697</a>           |
| Л1.10 | Митяков Е. С., Шмелева А. Г., Ладынин А. И.                     | Искусственный интеллект и машинное обучение : учебное пособие для вузов                                   | Санкт-Петербург: Лань, 2025, 252 с.                                                                             | 978-5-507-51465-6, <a href="https://e.lanbook.com/book/450827">https://e.lanbook.com/book/450827</a>           |
| Л1.11 | Золкин А. Л., Сартаков М. В.                                    | Математическое моделирование и анализ данных : учебное пособие для вузов                                  | Санкт-Петербург: Лань, 2025, 128 с.                                                                             | 978-5-507-51616-2, <a href="https://e.lanbook.com/book/455660">https://e.lanbook.com/book/455660</a>           |
| Л1.12 | Келлер, А. В., Сидоренко, А. А., Рязских, А. В., Костина, Т. И. | Основы математического моделирования : учебное пособие                                                    | Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022, 86 с.                              | 978-5-7731-1029-3, <a href="https://www.iprbookshop.ru/125968.html">https://www.iprbookshop.ru/125968.html</a> |
| Л1.13 | Солёный С. В., Кузьменко В. П., Белай В. Е.                     | Цифровые двойники в электроэнергетике : учеб. пособие                                                     | Санкт-Петербург: ГУАП, 2023, 106 с.                                                                             | 978-5-8088-1872-9, <a href="https://e.lanbook.com/book/461486">https://e.lanbook.com/book/461486</a>           |

| №     | Авторы, составители                                     | Заглавие                                                                                                              | Издательство, год                                                                                          | Количество/название ЭБС                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.14 | Конкина, В. В.,<br>Борисенко, А. Б.,<br>Коробова, И. Л. | Введение в большие данные и анализ информации : учебное пособие                                                       | Тамбов:<br>Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024, 81 с.                        | 978-5-8265-2749-8,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/145326.html">https://www.iprbookshop.ru/145326.html</a> |
| Л1.15 | Костюкова, Н. И.                                        | Основы математического моделирования : учебное пособие                                                                | Москва:<br>Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2025, 219 с.           | 978-5-4497-0878-6,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/146363.html">https://www.iprbookshop.ru/146363.html</a> |
| Л1.16 | Савченко, Е. Ю.                                         | Основы и применение нейронных сетей: теория, практика, инновации : учебное пособие                                    | Бишкек: Нео Принт, 2024, 116 с.                                                                            | 978-9967-9517-4-7,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/149769.html">https://www.iprbookshop.ru/149769.html</a> |
| Л1.17 | Филиппов Ф. В.                                          | Нейросетевые технологии : учебное пособие                                                                             | Санкт-Петербург:<br>СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020, 129 с.                                            | , <a href="https://e.lanbook.com/book/180056">https://e.lanbook.com/book/180056</a>                               |
| Л1.18 | Макшанов А. В.,<br>Мусаев А. А.                         | Стохастическое моделирование                                                                                          | Санкт-Петербург:<br>Лань, 2022, 140 с.                                                                     | 978-5-8114-8462-1,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/193308">https://e.lanbook.com/book/193308</a>           |
| Л1.19 | Палей А. Г., Поллак Г. А.                               | Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей средствами iWebsim и AnyLogic : учебное пособие для вузов | Санкт-Петербург:<br>Лань, 2023, 208 с.                                                                     | 978-5-507-46724-2,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/317258">https://e.lanbook.com/book/317258</a>           |
| Л1.20 | Чуканов С. Н.,<br>Егорова Н. Н.                         | Многоагентные системы : учебно-методическое пособие                                                                   | Омск: СибАДИ, 2022, 99 с.                                                                                  | , <a href="https://e.lanbook.com/book/315227">https://e.lanbook.com/book/315227</a>                               |
| Л1.21 | Гусев, С. А., Куверин, И. Ю., Гусева, И. А.             | Цифровые двойники в области автомобильного транспорта : учебное пособие                                               | Саратов:<br>Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2023, 248 с. | 978-5-7433-3555-8,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/131673.html">https://www.iprbookshop.ru/131673.html</a> |

| №                                       | Авторы, составители                                | Заглавие                                                                                                                                                        | Издательство, год                                                                                          | Количество/название ЭБС                                                                                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л1.22                                   | Афонин, В. В., Федосин, С. А.                      | Моделирование систем : учебное пособие                                                                                                                          | Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024, 269 с.              | 978-5-4497-2413-7, <a href="https://www.iprbookshop.ru/133951.html">https://www.iprbookshop.ru/133951.html</a> |
| Л1.23                                   | Совертков П. И.                                    | Компьютерное моделирование : учебник для вузов                                                                                                                  | Санкт-Петербург: Лань, 2023, 424 с.                                                                        | 978-5-507-46708-2, <a href="https://e.lanbook.com/book/339761">https://e.lanbook.com/book/339761</a>           |
| <b>6.1.2. Дополнительная литература</b> |                                                    |                                                                                                                                                                 |                                                                                                            |                                                                                                                |
| №                                       | Авторы, составители                                | Заглавие                                                                                                                                                        | Издательство, год                                                                                          | Количество/название ЭБС                                                                                        |
| Л2.1                                    | Аверченков В. И., Федоров В. П., Хейфец М. Л.      | Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие                                                                                       | Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012, 271 с.                                     | 5-89838-126-0, <a href="http://www.iprbookshop.ru/7003.html">http://www.iprbookshop.ru/7003.html</a>           |
| Л2.2                                    | Замятина, О. М.                                    | Моделирование сетей : учебное пособие                                                                                                                           | Томск: Томский политехнический университет, 2012, 160 с.                                                   | 978-5-4387-0056-2, <a href="https://www.iprbookshop.ru/34683.html">https://www.iprbookshop.ru/34683.html</a>   |
| Л2.3                                    | Черняева, С. Н., Денисенко, В. В., Коробова, Л. А. | Имитационное моделирование систем : учебное пособие                                                                                                             | Воронеж: Воронежский государственный инженерных технологий, 2016, 96 с.                                    | 978-5-00032-180-5, <a href="https://www.iprbookshop.ru/50630.html">https://www.iprbookshop.ru/50630.html</a>   |
| Л2.4                                    | Таташев, А. Г.                                     | Элементы имитационного моделирования процессов функционирования информационно-вычислительных систем : практикум по дисциплине архитектура вычислительных систем | Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2014, 8 с.                                 | 2227-8397, <a href="https://www.iprbookshop.ru/63376.html">https://www.iprbookshop.ru/63376.html</a>           |
| Л2.5                                    | Салмина, Н. Ю.                                     | Имитационное моделирование : учебное пособие                                                                                                                    | Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2015, 118 с. | 2227-8397, <a href="https://www.iprbookshop.ru/70012.html">https://www.iprbookshop.ru/70012.html</a>           |
| Л2.6                                    | Тупик, Н. В.                                       | Компьютерное моделирование : учебное пособие                                                                                                                    | Саратов: Вузовское образование, 2019, 230 с.                                                               | 978-5-4487-0392-8, <a href="https://www.iprbookshop.ru/79639.html">https://www.iprbookshop.ru/79639.html</a>   |

| №     | Авторы, составители                                      | Заглавие                                                                                             | Издательство, год                                                                                   | Количество/название ЭБС                                                                                           |
|-------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.7  | Дмитрусенко, Н. С.,<br>Булатникова, М. Е.                | Случайные величины. Цепи Маркова. В 2 частях. Ч.2.<br>Двумерные случайные величины : учебное пособие | Москва:<br>Российский университет транспорта (МИИТ), 2017, 84 с.                                    | 2227-8397,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/116081.html">https://www.iprbookshop.ru/116081.html</a>         |
| Л2.8  | Головко В. А.,<br>Краснопрошин В. В.                     | Нейросетевые технологии обработки данных                                                             | Минск: БГУ, 2017, 263 с.                                                                            | 978-985-566-467-4,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/180542">https://e.lanbook.com/book/180542</a>           |
| Л2.9  | Карташевский В. Г.,<br>Киреева Н. В.,<br>Чупахина Л. Р.  | Задачник по курсу основы теории массового обслуживания                                               | Самара:<br>ПГУТИ, 2019, 141 с.                                                                      | , <a href="https://e.lanbook.com/book/223220">https://e.lanbook.com/book/223220</a>                               |
| Л2.10 | Алетдинова А. А.,<br>Муртазина М. Ш.                     | Интеллектуальный анализ больших данных : учебное пособие                                             | Новосибирск:<br>НГТУ, 2023, 66 с.                                                                   | 978-5-7782-4899-1,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/404567">https://e.lanbook.com/book/404567</a>           |
| Л2.11 | Глушак Е. В.,<br>Куприянов А. В.                         | Введение в Интернет вещей : учебное пособие                                                          | Самара:<br>Самарский университет, 2023, 104 с.                                                      | 978-5-7883-2010-6,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/406640">https://e.lanbook.com/book/406640</a>           |
| Л2.12 | Журавлева Т. Ю.                                          | Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование»                                                 | Саратов:<br>Вузовское образование, 2015, 35 с.                                                      | 2227-8397,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/27380.html">http://www.iprbookshop.ru/27380.html</a>             |
| Л2.13 | Зиангирова, Л. Ф.                                        | Облачные вычисления : учебное пособие                                                                | Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024, 168 с.                                                                | 978-5-4497-3428-0,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/142083.html">https://www.iprbookshop.ru/142083.html</a> |
| Л2.14 | Баланов А. Н.                                            | Машинное обучение и искусственный интеллект : учебное пособие для спо                                | Санкт-Петербург:<br>Лань, 2024, 80 с.                                                               | 978-5-507-49195-7,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/414926">https://e.lanbook.com/book/414926</a>           |
| Л2.15 | Памперла, М.,<br>Фергюсон, К.,<br>Райтман, М. А.         | Глубокое обучение и игра в го                                                                        | Москва: ДМК Пресс, 2020, 372 с.                                                                     | 978-5-97060-769-5,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/125288.html">https://www.iprbookshop.ru/125288.html</a> |
| Л2.16 | Горбаченко, В. И.,<br>Савенков, К. Е.,<br>Малахов, М. А. | Машинное обучение: настраиваем ПО, готовим данные, анализируем                                       | Москва,<br>Алматы: Ай Пи Ар Медиа, EDP Hub (Идипи Хаб), 2024, 248 с.                                | 978-5-4497-2314-7,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/133452.html">https://www.iprbookshop.ru/133452.html</a> |
| Л2.17 | Акамсина Н. В.,<br>Лемешкин А. В.,<br>Сербулов Ю. С.     | Моделирование систем : учебное пособие                                                               | Воронеж:<br>Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016, 67 с. | 978-5-89040-581-4,<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/59118.html">http://www.iprbookshop.ru/59118.html</a>     |

| №                                     | Авторы, составители                                        | Заглавие                                                                        | Издательство, год                                                              | Количество/название ЭБС                                                                                |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л2.18                                 | Боев В. Д., Сыпченко Р. П.                                 | Компьютерное моделирование                                                      | Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, 525 с.  | 2227-8397, <a href="http://www.iprbookshop.ru/73655.html">http://www.iprbookshop.ru/73655.html</a>     |
| Л2.19                                 | Афонин В. В., Федосин С. А.                                | Моделирование систем                                                            | Москва: ИНТУИТ, 2016, 269 с.                                                   | 978-5-9963-0352-6, <a href="https://e.lanbook.com/book/100659">https://e.lanbook.com/book/100659</a>   |
| Л2.20                                 | Плохотников К. Э.                                          | Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: курс лекций            | Москва: Горячая линия-Телеком, 2016, 496 с.                                    | 978-5-9912-0354-8, <a href="https://e.lanbook.com/book/111087">https://e.lanbook.com/book/111087</a>   |
| Л2.21                                 | Вентцель Е.С., Овчаров Л.А.                                | Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : Учеб.пособие для втузов | М.:Высш.шк., 2000, 383с.                                                       | 5-06-003831-9, 1                                                                                       |
| Л2.22                                 | Волков И.К., Зуев С.М., Цветкова Г.М.                      | Случайные процессы : Учеб.для втузов                                            | М.:Изд-во МГТУ, 2000, 447с.                                                    | 5-7038-1573-8, 5-7038-1270-4, 1                                                                        |
| Л2.23                                 | Зорин А. В., Зорин В. А., Пройдакова Е. В., Федоткин М. А. | Введение в общие цепи Маркова : учебно-методическое пособие                     | Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2013, 51 с.                      | , <a href="https://e.lanbook.com/book/153134">https://e.lanbook.com/book/153134</a>                    |
| <b>6.1.3. Методические разработки</b> |                                                            |                                                                                 |                                                                                |                                                                                                        |
| №                                     | Авторы, составители                                        | Заглавие                                                                        | Издательство, год                                                              | Количество/название ЭБС                                                                                |
| Л3.1                                  | Бехтин Ю.С.                                                | Моделирование систем: имитационное моделирование : Учебное пособие              | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2010,                                                       | , <a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2012">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2012</a>        |
| Л3.2                                  | Семиряжко, В. А.                                           | Случайные потоки : методические рекомендации к практическим занятиям            | Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022, 20 с. | 2227-8397, <a href="https://www.iprbookshop.ru/123536.html">https://www.iprbookshop.ru/123536.html</a> |
| Л3.3                                  | Гринченко Н.Н., Конкин Ю.В.                                | Разработка моделей информационных систем на языке UML : Учебное пособие         | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2015,                                                       | , <a href="https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2166">https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2166</a>        |
| Л3.4                                  | Оборина Т.А., Калинкина Т.И.                               | Моделирование : Метод.указ.к курс.работе                                        | Рязань, 2004, 32с.                                                             | , 1                                                                                                    |

| №     | Авторы, составители                                                                | Заглавие                                                                                            | Издательство, год                          | Количество/название ЭБС                                                                     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛЗ.5  | Золотарев В.В.,<br>Овечкин Г.В.,<br>Овечкин П.В.                                   | Компьютерное моделирование : учеб. пособие                                                          | Рязань, 2008, 53с.                         | , 1                                                                                         |
| ЛЗ.6  | Пегат А.                                                                           | Нечеткое моделирование и управление                                                                 | М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013, 798с. | 978-5-9963-1495-9, 1                                                                        |
| ЛЗ.7  | Логинов А.А.,<br>Тарасов А.С.,<br>Тарасова В.Ю.,<br>Баранова С.Н.,<br>Скачков А.М. | Математическое и компьютерное моделирование: метод. указ. к практ. занятиям : Методические указания | Рязань: , 2020,                            | , <a href="https://elibrsre.ru/ebs/download/2765">https://elibrsre.ru/ebs/download/2765</a> |
| ЛЗ.8  | Логинов А.А.,<br>Оборина Т.А.                                                      | Математическое и компьютерное моделирование: метод. указ. к практ. занятиям : Методические указания | Рязань: , 2020,                            | , <a href="https://elibrsre.ru/ebs/download/2770">https://elibrsre.ru/ebs/download/2770</a> |
| ЛЗ.9  | Логинов А.А.,<br>Оборина Т.А.                                                      | Моделирование: метод. указ. к лаб. работам : Методические указания                                  | Рязань: , 2020,                            | , <a href="https://elibrsre.ru/ebs/download/2867">https://elibrsre.ru/ebs/download/2867</a> |
| ЛЗ.10 | Логинов А.А.                                                                       | Моделирование: метод. указ. к лаб. работам : Методические указания                                  | Рязань: , 2020,                            | , <a href="https://elibrsre.ru/ebs/download/2868">https://elibrsre.ru/ebs/download/2868</a> |

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Э1 | Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <a href="https://iprbookshop.ru/">https://iprbookshop.ru/</a> |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

##### 6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

| Наименование                                 | Описание                                                         |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Apache OpenOffice                            | Свободный пакет офисных приложений. Лицензия Apache License 2.0  |
| Операционная система Windows XP/Vista/7/8/10 | Microsoft Imagine: Номер подписки 700102019, бессрочно           |
| GPSS World                                   | Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями |
| MATLAB R2010b                                | Бессрочно. Matlab License 666252                                 |
| PyCharm Community                            | Свободное ПО                                                     |
| Интерпретатор Python                         | Свободное ПО                                                     |

##### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

|         |                                                                                                 |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.3.2.1 | Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> |
| 6.3.2.2 | Система КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>         |

#### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 122 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 10 компьютеров (CPU AMD Phenom II X4 955, 4 ГБ ОЗУ) (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 56 мест, мультимедиа проектор, интерактивная доска, компьютер, специализированная мебель, доска |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | 210 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лабораторных работ, практических и самостоятельных занятий 12 компьютеров (компьютерный класс) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 44 места, мультимедиа проектор, экран, компьютер, специализированная мебель, доска |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «ИИ-технологии моделирования сложных процессов и систем»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Костров Борис Васильевич,  
Заведующий кафедрой ЭВМ

**21.11.25** 10:39 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Костров Борис Васильевич,  
Заведующий кафедрой ЭВМ

**21.11.25** 10:39 (MSK)

Простая подпись