

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Институт информационных технологий и анализа данных»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании Совета института ИТиАД им. Е.И.Попова  
Протокол №8 от 24 февраля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ ANYLOGIC»**

---

Научная специальность: 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов

---

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Составитель программы: Бахвалов Сергей  
Владимирович  
Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой электронной  
подписью  
: Говорков Алексей Сергеевич  
Дата подписания: 20.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1 Дисциплина «Имитационное моделирование в среде AnyLogic» обеспечивает формирование следующих результатов освоения программы аспирантуры

| Код, наименование результата освоения программы                                                                                                                                                            | Код, наименование результата освоения дисциплины (модуля)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Р-1 Готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности на основании способности к генерированию новых идей и поиска нестандартных решений в профессиональной деятельности | ('Р-1.5 Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач',) Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач |

## 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

| Код наименования результата освоения дисциплины (модуля)                                                                                                                          | Результат обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Р-1.5 - Обладает способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач | <b>Знать</b> системный анализ логистических процессов, метод и технология имитационного моделирования; процессный (дискретный) способ имитации, наиболее существенные приложения процессного имитационного моделирования в логистическом инжиниринге и управлении транспортировкой.<br><b>Уметь</b> реализацию имитационных моделей с использованием системы моделирования Anylogic, включая транспортную библиотеку; анализ моделируемых логистических процессов и объектов; проведение имитационного эксперимента, статистический анализ и интерпретация результатов имитационного эксперимента<br><b>Владеть</b> структуризацией и описанием логистических объектов и процессов в исследуемой системе; применение методов и инструментов имитационного моделирования для решения прикладных задач логистики и управления на транспорте; |

|  |                                                                                        |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|
|  | принятие управленческих решений<br>на основе результатов<br>имитационного исследования |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------|

## 2 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

| Вид учебной работы                                                      | Трудоемкость в академических часах<br>(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) |             |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                                         | Всего                                                                                                         | Семестр № 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины                                           | 108                                                                                                           | 108         |
| Аудиторные занятия, в том числе:                                        | 24                                                                                                            | 24          |
| лекции                                                                  | 12                                                                                                            | 12          |
| лабораторные работы                                                     | 0                                                                                                             | 0           |
| практические/семинарские занятия                                        | 12                                                                                                            | 12          |
| Контактная работа, в том числе                                          | 0                                                                                                             | 0           |
| в форме работы в электронной<br>информационной образовательной<br>среде | 0                                                                                                             | 0           |
| Самостоятельная работа (в т.ч.<br>курсовое проектирование)              | 84                                                                                                            | 84          |
| Трудоемкость промежуточной<br>аттестации                                | 0                                                                                                             | 0           |
| Вид промежуточной аттестации<br>(итогового контроля по дисциплине)      | Зачет                                                                                                         | Зачет       |

## 3 Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

#### Семестр № 3

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела и темы<br>дисциплины                                                                                                             | Виды контактной работы |              |    |              |         |              | СРС |              | Форма<br>текущего<br>контроля |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|----|--------------|---------|--------------|-----|--------------|-------------------------------|
|          |                                                                                                                                                          | Лекции                 |              | ЛР |              | ПЗ(СЕМ) |              |     |              |                               |
|          |                                                                                                                                                          | №                      | Кол.<br>Час. | №  | Кол.<br>Час. | №       | Кол.<br>Час. | №   | Кол.<br>Час. |                               |
| 1        | 2                                                                                                                                                        | 3                      | 4            | 5  | 6            | 7       | 8            | 9   | 10           | 11                            |
| 1        | Краткий экскурс в системный анализ.<br>Логистическая сеть, как объект моделирования.<br>Системное моделирование логистических процессов в цепях поставок | 1                      | 2            |    |              |         |              | 3   | 4            | Отчет                         |
| 2        | Метод имитационного моделирования.                                                                                                                       | 2                      | 2            |    |              |         |              |     |              | Отчет                         |
| 3        | Процессно-ориентированные                                                                                                                                | 4                      | 2            |    |              |         |              |     |              | Оценка знаний по              |

|   |                                                                                                                   |   |    |  |  |         |    |         |    |                                       |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|--|--|---------|----|---------|----|---------------------------------------|
|   | дискретные имитационные модели                                                                                    |   |    |  |  |         |    |         |    | соответствующей теме                  |
| 4 | Технология имитационного моделирования: основы практического подхода                                              | 5 | 2  |  |  |         |    | 5       | 10 | Оценка знаний по соответствующей теме |
| 5 | Инструменты имитационного моделирования. Освоение инструментальных возможностей современных систем моделирования. | 3 | 4  |  |  | 1, 2, 3 | 12 | 1, 2, 4 | 70 | Отчет                                 |
|   | Промежуточная аттестация                                                                                          |   |    |  |  |         |    |         |    | Зачет                                 |
|   | Всего                                                                                                             |   | 12 |  |  |         | 12 |         | 84 |                                       |

### 3.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

#### Семестр № 3

| № | Тема                                                                                                                                               | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Краткий экскурс в системный анализ. Логистическая сеть, как объект моделирования. Системное моделирование логистических процессов в цепях поставок | Свойства сложных систем. Логистическая сеть как объект моделирования и проектирования. Структурная и динамическая сложность логистических сетей. Объектный и процессный подход к декомпозиции логистических систем. Другие методы декомпозиции сетей поставок. Состояние и движение материальных потоков в цепи поставок. Время – как существенный фактор в исследовании логистических процессов в цепях поставок и анализе цикла исполнения заказов. Стохастические факторы и факторы неопределенности и рисков в исследовании логистических сетей. Интегральные принципы логистики и сложность принятия решений в логистике: многокритериальность, большое количество сценариев, необходимость согласования локальных управленческих решений. Общая классификация методов исследования и моделирования логистических систем и процессов. Отличительные особенности моделей различных классов. Понятие компьютерного моделирования. |
| 2 | Метод имитационного моделирования.                                                                                                                 | Метод имитационного моделирования и его особенности. Имитационная модель: представление структуры и динамики моделируемой системы. Понятие о модельном времени. Механизм продвижения модельного времени. Дискретные и непрерывные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|   |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                      | имитационные модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели, основные задачи экспериментального исследования. Имитационная модель логистической системы: базовые подходы к структуризации и описанию. Возможности и область применения имитационного моделирования в логистике. Специфика управленческого консультирования, логистического аудита и инжиниринга с применением имитационного моделирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3 | Процессно-ориентированные дискретные имитационные модели             | Содержание базовой концепции структуризации дискретно-событийного имитационного моделирования (DES). Системы массового обслуживания (СМО). Пример простейшей имитационной модели (тренинг). Потоки в моделях СМО. Описание параллельных и асинхронных процессов. Случайные события. Алгоритмы и логические конструкции. Ресурс: статический и динамический объект. Понятие транспортной сети в конструкциях имитационной модели. Стохастические переменные в процессных моделях. Состав выходной статистики для типовой СМО. Анализ узких мест и производительности. Интегральные показатели эффективности функционирования СМО. Другие парадигмы имитационного моделирования: агентное моделирование – краткий экскурс и сравнение, применительно к решению задач в логистике и управления транспортировкой. |
| 4 | Технология имитационного моделирования: основы практического подхода | Общая технологическая схема разработки и исследования имитационной модели: Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования. Разработка концептуальной модели объекта исследования: содержание деятельности системного аналитика. Вопросы детализации процессов транспортировки в имитационных моделях логистических систем. Сбор и анализ исходных данных об объекте моделирования. Программирование имитационной модели. Оценка адекватности, верификация имитационной модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Сбор и анализ результатов моделирования, и принятие решений.                                                                                                                                                                             |
| 5 | Инструменты имитационного моделирования. Освоение                    | Технологические и инструментальные возможности современных систем имитационного моделирования. Предметно-ориентированные системы моделирования цепей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|  |                                                                 |                                                                             |
|--|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|  | инструментальных возможностей современных систем моделирования. | поставок. Работа в профессиональной среде моделирования AnyLogic (тренинг). |
|--|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|

### 3.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

### 3.4 Перечень практических занятий

#### Семестр № 3

| № | Темы практических (семинарских) занятий                                        | Кол-во академических часов |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Принципы разработки процессных имитационных моделей в Anylogic.                | 4                          |
| 2 | - Моделирование системы обслуживания с помощью процессной библиотеки Anylogic. | 4                          |
| 3 | Имитационный эксперимент                                                       | 4                          |

### 3.5 Самостоятельная работа

#### Семестр № 3

| № | Вид СРС                                                                                        | Кол-во академических часов |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Выполнение компьютерных экспериментов и компьютерных лабораторных работ в дистанционном режиме | 34                         |
| 2 | Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам                                      | 12                         |
| 3 | Подготовка к зачёту                                                                            | 4                          |
| 4 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)                                      | 24                         |
| 5 | Проработка разделов теоретического материала                                                   | 10                         |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Интерактивная (проблемная) лекция, дискуссия

### 4 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

#### 4.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

##### 4.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Лычкина Н.Н., Корепин В.Н., Морозова Ю.А., Фель А.В. Информационные системы управления производственной компанией. Учебник и практикум. – М.: Издательство ЮРАЙТ. – 2016. – 241 с.

##### 4.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Лычкина Н.Н., Корепин В.Н., Морозова Ю.А., Фель А.В. Информационные системы управления производственной компанией. Учебник и практикум. – М.: Издательство ЮРАЙТ. – 2016. – 241 с.

## **5 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **5.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **5.1.1 семестр 3 | Отчет**

##### **Описание процедуры.**

Предлагаемые вопросы охватывают пройденный материал программы в семестре. Предлагаются не более трех вопросов (количество вопросов зависит от сдачи отчета: если отчет сдан – один вопрос, если отчет не сдан обучаемый не допускается до сдачи зачета). Преподаватель может задавать уточняющие и дополнительные вопросы по существу рассматриваемой темы.

##### **Критерии оценивания.**

Основные критерии оценки знаний:

- Понимание принципов функционирования и базовых логистических процессов в цепях поставок,
- Корректная формулировка задач и целей модельного исследования и управления цепями поставок,
- Понимание основных подходов и техник имитационного моделирования и системное применение их в исследовании и экономическом анализе логистических процессов и эффективности функционирования цепей поставок.

#### **5.1.2 семестр 3 | Оценка знаний по соответствующей теме**

##### **Описание процедуры.**

Опрос по теме с привязкой к тематике исследовательской работы аспиранта

##### **Критерии оценивания.**

Продемонстрированы навыки самостоятельной работы с информационными источниками по конкретной тематике, навыки работы с программными средствами моделирования: понимание сути имитационного моделирования, умение применять системы моделирования в исследовательской деятельности.

### **5.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **5.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания результата освоения дисциплины (модуля) в рамках промежуточной аттестации**

| Код и наименование результата освоения дисциплины (модуля) | Критерии оценивания              | Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Р-1.5                      Обладает                        | Основные критерии оценки знаний: | зачет                                                 |

|                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических научных задач | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Понимание принципов функционирования и базовых логистических процессов в цепях поставок,</li> <li>• Корректная формулировка задач и целей модельного исследования и управления цепями поставок,</li> <li>• Понимание основных подходов и техник имитационного моделирования и системное применение их в исследовании и экономическом анализе логистических процессов и эффективности функционирования цепей поставок.</li> </ul> |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 5.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 5.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

#### 5.2.2.1.1 Описание процедуры

Предлагаемые вопросы охватывают пройденный материал программы в семестре. Обучаемому предлагаются не более трех вопросов (количество вопросов зависит от сдачи отчета: если отчет сдан – один вопрос, если отчет не сдан обучаемый не допускается до сдачи зачета).

Преподаватель может задавать уточняющие и дополнительные вопросы по существу рассматриваемой темы.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

- Метод имитационного моделирования, его сущность и применение в логистике.

Сопоставление с другими видами моделирования.

- Дискретно-событийное (процессное) имитационное моделирование, базовая парадигма, преимущества и области применения в задачах управления и логистики.

- Технологические этапы создания и использования имитационных моделей. От постановки проблемы – к принятию управленческих решений.

- Основные цели и задачи имитационного исследования. Построение концептуальных моделей логистических и транспортных систем.

- Инструменты моделирования, назначение и характеристики, выбор инструмента моделирования в зависимости от решаемой задачи управления.

- Построение дискретных (процессных) имитационных моделей, применяемые методы структуризации логистических систем. Библиотека процессного моделирования Anylogic - Enterprise Library.

- Испытание и исследование свойств имитационной модели: верификация и валидация имитационных моделей. Формирование системы показателей эффективности функционирования логистических систем и процессов.

- Имитационный эксперимент: основные цели и типы вычислительных экспериментов в имитационном исследовании. Экономический анализ логистических систем с применением имитационного моделирования.

- Концептуальные основы имитационного моделирования логистических процессов в цепях поставок.



- Основные задачи и возможности имитационного моделирования транспортных сетей и потоков.

#### 5.2.2.1.2 Критерии оценивания

| Зачтено                                                                                                                                                                                                                                                                  | Не зачтено                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Продemonстрированы навыки самостоятельной работы с информационными источниками по конкретной тематике, навыки работы с программными средствами ; понимание сути имитационного моделирования, умение применять системы имитационного моделирования в научной деятельности | наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы |

### 6 Основная учебная литература

1. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2012 (или более поздние издания). – 254 с
2. Лычкина Н.Н., Корепин В.Н., Морозова Ю.А., Фель А.В. Информационные системы управления производственной компанией. Учебник и практикум. – М.: Издательство ЮРАЙТ. – 2016. – 241 с.

### 7 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Swain J. Simulation Software Survey. //OR/MS Today, 2015.
2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5., - БХВ, Санкт-Петербург, 2006.- 400с.

### 8 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

### 9 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

### 10 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Свободно распространяемое программное обеспечение Anylogic Professional

### 11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. мультимед.проектор Toshiba S800\*600 200 LM

2. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5  
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1