

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 25.09.2023 17:31:55

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Имитационное моделирование

Закреплена за подразделением

Кафедра инженерной кибернетики

Направление подготовки

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Профиль

Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

Формы контроля в семестрах:

зачет 6

курсовая работа 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	34	17	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17		17	
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Крапущина Н.В.*

Рабочая программа

**Имитационное моделирование**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, 01.03.04-БПМ-22.plx Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра инженерной кибернетики**

Протокол от 23.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения канд. фил. н. Ефимов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель дисциплины «Имитационное моделирование» научить студентов основным методами решения задач на основе имитационного моделирования, получение навыков создания моделей систем различного назначения, применение полученных знаний при создании и проведении экспериментов с имитационными моделями систем различной сложности.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Математическое моделирование	
2.1.2	Современные технологии разработки мобильных приложений	
2.1.3	Теория систем автоматического управления	
2.1.4	Теория случайных процессов	
2.1.5	Функциональный анализ	
2.1.6	Численные методы	
2.1.7	Алгоритмы дискретной математики	
2.1.8	Математика	
2.1.9	Операционные системы и среды	
2.1.10	Основы теории информации и автоматов	
2.1.11	Разработка клиент-серверных приложений	
2.1.12	Сетевые технологии	
2.1.13	Учебная практика по ознакомлению с технологиями разработки наукоемкого ПО	
2.1.14	Учебная практика по ознакомлению с технологиями разработки робототехнических и киберфизических систем	
2.1.15	Базы данных	
2.1.16	Комбинаторика и теория графов	
2.1.17	Технологии программирования	
2.1.18	Физика	
2.1.19	Инженерная компьютерная графика	
2.1.20	Объектно-ориентированное программирование	
2.1.21	Основы дискретной математики	
2.1.22	Вычислительные машины, сети и системы	
2.1.23	Программирование и алгоритмизация	
2.1.24	Основы теории информации и автоматов	
2.1.25	Основы электротехники и электроники	
2.1.26	Введение в специальность	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Нейронные сети	
2.2.2	Обработка естественного языка	
2.2.3	Обучение с подкреплением	
2.2.4	Программирование роботов II	
2.2.5	Системный анализ и принятие решений	
2.2.6	Системы автоматизированного проектирования	
2.2.7	Глубокое обучение	
2.2.8	Динамика и управление движением робототехническими системами	
2.2.9	Искусственный интеллект и мультиагентные системы	
2.2.10	Киберфизические сети	
2.2.11	Параллельные вычисления	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Преддипломная практика для апробации темы выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Современные инструменты DevOps	
2.2.16	Специальные главы баз данных	

2.2.17	Введение в разработку приложений дополненной и виртуальной реальностей
2.2.18	Облачные технологии
2.2.19	Экспертные и рекомендательные системы
2.2.20	Системы обеспечения информационной безопасности и блокчейн
2.2.21	Преддипломная практика для апробации темы выпускной квалификационной работы

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Знать:**

УК-1-31 знать основные подходы к поиску, критическому анализу информации, уметь использовать соответствующие аналитические, вычислительные и экспериментальные методы.

**ОПК-3: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки решения сложных задач и проведения исследований в соответствующей области, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями**

**Уметь:**

ОПК-3-У1 использовать и развивать методы математического и имитационного моделирования и применять современные аналитические и научные пакеты прикладных программ, использовать имитационные модели для практического решения сложных задач и проведения исследований в соответствующей области

**ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения, выбирать и применять методики проектирования и актуальные инструментальные средства разработки**

**Уметь:**

ОПК-4-У1 использовать современные информационные технологии для решения задач имитационного моделирования, разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы для практического применения, выбирать и применять методики проектирования и актуальные инструментальные средства разработки

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Уметь:**

УК-1-У1 применять системный подход для решения поставленных задач

**ОПК-1: Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике**

**Уметь:**

ОПК-1-У1 применять фундаментальные законы математики и естественных наук для формализации моделей для решения задач в области естественных наук и инженерной практике

**ОПК-2: Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем, моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования**

**Владеть:**

ОПК-2-В1 обоснованно выбирать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Раздел 1. Основные понятия и общая методология системного моделирования							

1.1	Л1 Системный подход и задачи системного моделирования Л2 Основные понятия и общая методология системного моделирования / /Лек/	6	4	УК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.2 Л1.1Л2.1 Э1 Э6	Методически е рекомендаци и и доп.источни ки см. в LMS Canvas <a href="https://lms.missis.ru/courses">https://lms.missis.ru/courses</a> по всем рездела курса	КМ1	Р1
1.2	Л3 Основные принципы, подходы и проблемы применения имитационного моделирования в бизнесе, производстве и научных исследованиях /Лек/	6	2	УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-3-У1	Л1.1 Л1.1Л2.1 Э1 Э5 Э6		КМ2	Р1
1.3	Л4 Особенности и основные виды имитационного моделирования (агентное моделирование, системная динамика, дискретно - событийное моделирование). Примеры ИМ /Лек/	6	2	УК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.3Л2.2 Э1 Э5		КМ2	Р2
1.4	Лабораторная работа.1.Изучение основных функциональных возможностей пакета имитационного моделирования AnyLogic Имитационное моделирование одноканальной системы массового обслуживания с групповым поступлением заявок и неограниченной очередью (3 час)  Лабораторная работа.2. Имитационное моделирование многоканальной системы массового обслуживания с взаимопомощью между каналами типа «все как один» и ограниченной очередью (4 час).  /Лаб/	6	7	УК-1-31 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.3Л1.1 Э5 Э6		КМ1	Р1
1.5	Самостоятельная работа по материалам лекций и подготовка к лабораторным работам 1,2,3 . /15 час/  Самостоятельная работа по выполнению курсовой работы; подготовка исходных данных, выбор и утверждение темы работы, содержательной постановки работы. /5/ /Ср/	6	10	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л2.1 Л1.2 Л1.1 Л1.3Л1.1 Л2.4 Э1 Э5 Э6		КМ1,К М2	Р1,Р2,Р 5,Р8

	<b>Раздел 2. Раздел 3. Верификация сложных имитационных систем и современные программные средства моделирования</b>							
2.1	Л11 Верификация имитационных моделей сложных систем. Вычислительные эксперименты /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э5 Э6	Методические рекомендации и доп.источники см. в LMS Canvas <a href="https://lms.misis.ru/courses">https://lms.misis.ru/courses</a> по всем разделам курса	КМ1,КМ2,КМ3,КМ4	Р1,Р2,Р3,Р4,Р8
2.2	Л12-Л13 Моделирование сложных химико-технологических систем с непрерывным характером производства /Лек/	6	4	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л2.1 Л1.1 Э1 Э5 Э6			Р8
2.3	Л14 Программные средства для имитационного моделирования: состояние области, тенденции и прогноз /Лек/	6	2	ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.3 Э1 Э5 Э6			Р6
2.4	Самостоятельная работа по материалам лекций и подготовка к выполнению и защите домашнего задания 2 /Ср/	6	6	ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.3 Э1 Э5 Э6		КМ1,КМ2,КМ3,КМ4	Р1,Р2,Р3,Р4,Р6,Р8,Р7
2.5	Самостоятельная работа по выполнению курсовой работы;верификация модели, отладка программы /Ср/	6	6	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э5 Э6		КМ3,КМ4	Р1,Р2,Р3,Р4,Р7,Р8
	<b>Раздел 3. Раздел 2. Системы массового обслуживания</b>							
3.1	Л5 Основные понятия системы массового обслуживания (СМО) Л6 Основные определения и понятия теории случайных процессов /Лек/	6	4	ОПК-1-У1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л2.4 Л1.1 Э1 Э6	Методические рекомендации и доп.источники см. в LMS Canvas <a href="https://lms.misis.ru/courses">https://lms.misis.ru/courses</a> по всем разделам курса	КМ3,КМ4	Р3,Р4,Р5
3.2	Л7 Постановка и решение задачи Эрланга Л8 Постановка и решение задачи Энгсета /Лек/	6	4	ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э6		КМ3,КМ4	Р3,Р4,Р5

3.3	Л9 Системы «гибели и размножения. Уравнения для финальных вероятностей в общем виде Л 10 Формализация человеко-машинного объекта как системы массового обслуживания /Лек/	6	4	ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э5 Э6		КМ3,К М4	Р3,Р4,Р 5
3.4	Лабораторная работа.3 Имитационное моделирование комплекса многоканальных СМО с ограничением на время ожидания (“СМО с нетерпеливыми клиентами” (7 час.)  Лабораторная работа.4 Имитационное моделирование комплекса многоканальных СМО с ограничением на время ожидания и с использованием диаграмм состояний агентов (3 час.) /Лаб/	6	10	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.3 Э1 Э5 Э6		КМ3,К М4	Р3,Р4,Р 5
3.5	Самостоятельная работа по материалам лекций и подготовка к лабораторным работам 4,5,6,7. Самостоятельная работа по материалам лекций и подготовка к выполнению и защите домашнего задания 2. /Ср/	6	5	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э5 Э6		КМ3,К М4	Р3,Р4,Р 5
3.6	Самостоятельная работа по выполнению курсовой работы; структурный и параметрический синтез модели, отладка программы. /Ср/ /Ср/	6	20	УК-1-31 УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э5 Э6			Р8
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Современные направления развития имитационного моделирования</b>							
4.1	Л15 Когнитивные модели. Область применения и методология построения Когнитивных моделей /Лек/	6	2	УК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-4-У1	Л1.3 Э1 Э2 Э5 Э6	Методические рекомендации и доп.источники см. в LMS Canvas <a href="https://lms.missis.ru/courses">https://lms.missis.ru/courses</a> по всем раздела курса		Р7
4.2	Л16 –Л17 Имитационное моделирование мультиагентных систем /Лек/	6	4	УК-1-У1 ОПК-1-У1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.3 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6		КМ4	Р4

4.3	Самостоятельная работа по материалам лекций и подготовка к выполнению и защите домашнего задания 3 /Ср/	6	5	УК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.3Л2.5Л1.1 Л1.1 Л3.4 Э1 Э2 Э6			P4,P7
4.4	Самостоятельная работа по оформлению и подготовке к защите курсовой работы. /Ср/ /Ср/	6	5	УК-1-У1 ОПК-2-В1 ОПК-3-У1 ОПК-4-У1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6			P8

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Защита лабораторной №1	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-31	1) Дайте характеристику основных черт дискретно-событийного подхода в имитационном моделировании? 2) Каким образом реализуется дискретно-событийный подход в СИМ AnyLogic? 3) Какие основные классы объектов СИМ AnyLogic используются для создания имитационных моделей систем массового обслуживания? 4) Каким образом в СИМ AnyLogic можно задать/организовать случайные процессы, для моделирования процессов поступления объектов в модель, их обработку, пребывания в очередях (и других объектах) и т.д.?
КМ2	Защита лабораторной №2	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-31	5) Укажите классы объектов СИМ AnyLogic, которыми можно задать имитационную модель простейшей СМО? 6) Можно ли перемещать в имитационной модели в СИМ AnyLogic объекты-заявки между теми объектами-устройствами, которые в ИМ не имеют непосредственной связи между собой? 7) Что называется портом объекта в СИМ AnyLogic? 8) Перечислите основные особенности СМО с взаимопомощью между каналами?
КМ3	Защита лабораторной №3	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1	9) Перечислите основные особенности СМО с нетерпеливыми клиентами? 10) Какие дисциплины очереди Вы знаете? 11) Какой язык программирования можно применять непосредственно в СИМ AnyLogic для программирования сложной логики поведения объектов ИМ? 12) Можно ли использовать внешнюю СУБД для того, чтобы вводить информацию в имитационную модель в СИМ AnyLogic?
КМ4	Защита лабораторной №4	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1	13) Дайте характеристику основных черт агентного подхода в имитационном моделировании? 14) Каким образом реализуется агентный подход в СИМ AnyLogic? 15) Что такое диаграмма (граф) состояний агента в СИМ AnyLogic? 16) Что такое простое состояние в диаграмме (графе) состояний агента в СИМ AnyLogic?

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Лабораторная работа.1.	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;ОПК-1-У1	Имитационное моделирование одноканальной системы массового обслуживания с групповым поступлением заявок и неограниченной очередью.
P2	Лабораторная работа.2.	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;ОПК-1-У1	Имитационное моделирование многоканальной системы массового обслуживания с взаимопомощью между каналами типа «все как один» и ограниченной очередью.
P3	Лабораторная работа.3	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-У1;УК-1-31	Имитационное моделирование комплекса многоканальных СМО с ограничением на время ожидания (“СМО с нетерпеливыми клиентами”)



P4	Лабораторная работа.4	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;УК-1-31	Имитационное моделирование комплекса многоканальных СМО с ограничением на время ожидания и с использованием диаграмм состояний агентов
P5	Домашнее задание Д31	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1	<p>Решение задачи анализа СМО и параметрического и структурного синтеза СМО для улучшения ее характеристик.</p> <p>I. Дать содержательную оригинальную по содержанию постановку задачи СМО.</p> <p>II. Задать стационарные пуассоновские потоки заявок на вход в систему. Сформулировать допущения, позволяющие принять такие свойства потока.</p> <p>III. Задать структуру СМО. Возможные варианты структуры СМО получаются за счет следующих комбинаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Различное число каналов в системе</li> <li>• СМО с отказом в обслуживании заявки</li> <li>• СМО с ожиданием без ограничений</li> <li>• СМО с ограничениями: <ul style="list-style-type: none"> <li>а) на количество заявок, стоящих в очереди;</li> <li>б) на время пребывания заявки в очереди;</li> <li>в) на общее время нахождения заявки в СМО.</li> </ul> </li> </ul> <p>IV. Требуется определить взаимосвязи между характером потока поступающих заявок и основными характеристиками предложенной СМО в выбранной структуре системы.</p> <p>V. Провести структурный и параметрический синтез СМО. Желательно найти такие изменения параметров и структуры, которые приведут к улучшению основных характеристик СМО. Найти основные характеристики СМО для случая установившегося режима функционирования</p>
P6	Домашнее задание Д32	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-У1	<p>Реферат Системы и пакеты моделирования</p> <p>Основное описание пакета прикладных программ включает:</p> <p>Назначение пакета моделирования технических объектов и систем. Какой компанией разработан пакет.</p> <p>Какой класс объектов позволяет моделировать.</p> <p>Особенность или уникальность представляемого пакета.</p> <p>Какую инструментальную среду проектирования модели данный пакет представляет.</p> <p>Какие модули входят в состав пакета, их целевое назначение и функции. Дать описание.</p> <p>Какую базовую библиотеку моделей содержит пакет, возможность ее дальнейшего расширения, создания собственной библиотеки моделей пользователя.</p> <p>Наличие развитого графического интерфейса.</p> <p>Уровень пользователя, которому доступен пакет по наличию глубоких познаний в математике и программировании.</p> <p>Принципы построения моделей в среде представленного пакета и исходные данные для построения модели.</p> <p>Основные принципы функционирования пакета, класс используемых математических уравнений.</p> <p>Привести примеры моделей, реализованных с помощью данного пакета и соответствующие экранные формы.</p> <p>Обязательно дать ссылку на электронные и печатные ресурсы, на основании которых составлен реферат</p> <p>Объем реферата приблизительно 15-20 стр,</p>

P7	Домашнее задание ДЗЗ	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;УК-1-У1	<p>Дать формальное описание некоторой проблемной ситуации, используя в качестве такой модели когнитивную карту ситуации.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дать содержательное описание предлагаемой Вами проблемной ситуации.</li> <li>2. Сформулировать цели исследования</li> <li>3. Представить ситуацию в виде ориентированного знакового или взвешенного графа, в котором вершины графа – это факторы (концепты, признаки, характеристики ситуации, системы), а дуги между факторами – причинно-следственные связи между факторами.</li> <li>4. Выделить факторы, характеризующие проблемную ситуацию. Рассмотреть ситуацию, включающую минимум 10 факторов : <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Выделение базисных (основных) факторов, описывающих суть проблемы.</li> <li><input type="checkbox"/> Выделение из базисных факторов целевых факторов, отражающих суть целей для данной ситуации.</li> <li><input type="checkbox"/> Определение управляющих факторов, влияющих на целевые факторы. Эти факторы в модели будут являться потенциально возможными рычагами воздействия на ситуацию.</li> <li><input type="checkbox"/> Определение факторов-индикаторов, отражающих и объясняющих развитие процессов в проблемной ситуации и их влияние на различные сферы</li> </ul> </li> <li>5. Определить связи между факторами <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Определение связей и взаимосвязей между блоками факторов. Это позволит определить основные направления влияния факторов разных блоков друг на друга.</li> <li><input type="checkbox"/> Определение непосредственных связей факторов внутри блока:</li> <li><input type="checkbox"/> Определение направления влияний и взаимовлияний между факторами.</li> <li><input type="checkbox"/> Определение позитивности влияния (положительное, отрицательное, +\-) Например, увеличение (уменьшение) фактора.</li> </ul> </li> <li>6. Определение силы влияния и взаимовлияния факторов (слабо, сильно, и т.д. либо в количественной шкале от 0 до 1 с разными знаками).</li> <li>7. Определение связей между факторами различных блоков.</li> <li>8. Дать представление полученного графа в виде матрицы.</li> <li>9. Сделать вывод о возможных путях решения проблемы на основе построенной модели.</li> </ol>
P8	Курсовая работа	ОПК-4-У1;ОПК-3-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1	<p>Темы работ могут включать системную динамику, агентное и дискретно-событийное моделирование различных объектов. Задание и структура курсовой работы, критерии оценки курсовой работы, а также Методические указания по оформлению, примеры тем для курсовых для студентов и Ссылки на открытые данные - Вся эта информация представлена в <a href="https://lms.misis.ru/courses">https://lms.misis.ru/courses</a></p>
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Экзамен по курсу не предусмотрен			

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка результатов опроса, лабораторных занятий, экспертная оценка выполнения внеаудиторных самостоятельных работ.

Методика оценивания использует следующие критерии.

1. Выполнены все пункты задания. Представлена креативная модель. Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, правильно и рационально решены практические задачи; при ответах выделялось главное, все теоретические положения умело увязывались с требованиями; ответы были четкими и краткими и излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и развитии. Аргументированно излагать материал. Оценка "отлично"
2. Выполнены все пункты задания. Представлена креативная модель. Даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания; при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями к заданиям и вопросам, при решении практических задач не всегда использовались рациональные методики расчётов; ответы в основном были краткими, но не всегда четкими. Оценка - "хорошо".
3. Выполнены все пункты задания выполнены не полностью или с ошибками. Модель стандартного варианта. Даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования, при решении практических задач студент использовал прежний опыт и не применял новые методики выполнения работы, но на уточняющие вопросы даны правильные ответы; при ответах не выделялось главное; ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности; на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы. Оценка - "удовлетворительно". а также если отчет представлен не в установленные сроки, но в полном объеме.
4. Выполнены все пункты задания, имеется несколько ошибок. Модель примитивная. Затрудняется при выполнении практических задач, в выполнении своей роли, работа проводится с опорой на преподавателя или других студентов. Ответы не всегда правильные, в них не выделялось главное; ответы давались многословными и не по существу вопроса и без должной логической последовательности. Оценка- "неудовлетворительно".
5. Качество презентации и визуализации результатов работы является бонусом при оценке работы.

Реферат должен содержать не менее 70% оригинального текста.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Снетков Н. Н.	Имитационное моделирование экономических процессов: учебно-практическое пособие: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Евразийский открытый институт, 2008
Л1.2	Салмина Н. Ю.	Имитационное моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: ТУСУ, 2015
Л1.3	Леонов Ю. А., Филиппов Р. А., Филиппова Л. Б., Тищенко А. А., Тищенко П. А., Казаков Ю. М., Чмыхов Д. В.	Имитационное моделирование в AnyLogic: практикум	Электронная библиотека	Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2020

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Салмина Н. Ю.	Имитационное моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Эль Контент, 2012
Л2.2	Бабина О. И., Мошкович Л. И.	Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии: монография	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014
Л2.3	Эльберг М. С., Цыганков Н. С.	Имитационное моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2017

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	Березовская Е. А.	Имитационное моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018
Л2.5	Бурьков Д. В., Волощенко Ю. П.	Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2020

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Дьячко А. Г.	Математическое и имитационное моделирование производственных систем: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л3.2	Гусева Е. Н.	Имитационное моделирование экономических процессов в среде Arena: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: ФЛИНТА, 2021
Л3.3	Альсова О. К.	Имитационное моделирование систем в среде ExtendSim: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017
Л3.4	Палунин Д. Н., Юдин А. В.	Экономические риски наукоемкой промышленности: анализ и имитационное моделирование: монография	Электронная библиотека	Москва: Креативная экономика, 2019

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Национальное общество имитационного моделирования	<a href="http://simulation.su/">http://simulation.su/</a>
Э2	Лекция 14. Когнитивное моделирование	<a href="https://mylektsii.ru/4-22273.html">https://mylektsii.ru/4-22273.html</a>
Э3	МУЛЬТИАГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИМИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ SIMPLEX3	<a href="https://docviewer.yandex.ru/view/507249450/?*=Qdq4NsZ%2BsAU2o394MBt%2FeL%2Bk%2BLh7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaW11bGF0aW9uLnN1L3VwbG9hZHMvZmlsZXMvZGVmYXVsdC8yMDE2LXVjaC1wb3NvYi1pdmFzaGtpbi0xLnBkZiIsInRpdGxIjoiMjAxNi11Y2gtcG9zb2ItaXZhc2hraW4tMS5wZGYiLCJub2lmcFtZSI6dHJ1ZSwidWlkjoiNTA3MjQ5NDUwIiwidHMiOiJlOTY1NjIxNDA0NzAsInl1joiODIyMjI1MjI2MTQ0OTg0NTk5MlIsInNlcnBQYXJhbXMiOiJsYW5nPXJ1JnRtPTEOTY1NjIxMTcmdGxkPXJ1Jm5hbWU9MjAxNi11Y2gtcG9zb2ItaXZhc2hraW4tMS5wZGYmdGV4dD0lRDAIQkMlRDElODMIRDAIQkIIRDElOEMIRDElODIIRDAIQjgIRDAIQjAlRDAIQjMIRDAIQjUIRDAIQkQIRDElODIIRDAIQkQIRDAIQkU1RDAIQjUrJUQwJUJDJUQwJUJFUQwJUJ0JUQwJUJ1JUQwJUJCJUQwJUJ4JUQxJTgwJUQwJUJFUQwJUJyJUQwJUJwJUQwJUJEUQwJUJ4JUQwJUJ1JnVybD1odHRwJTNTBLY9zaW11bGF0aW9uLnN1L3VwbG9hZHMvZmlsZXMvZGVmYXVsdC8yMDE2LXVjaC1wb3NvYi1pdmFzaGtpbi0xLnBkZiZscj0xMDEyOSZtaW11PXBkZiZsMTBuPXJ1JnNpZ249NWFKNzkyMTI2NjQwMGFkYjIxODU4MTc1NTUzNThlMTQma2V5bm89MCI9&amp;lang=ru">https://docviewer.yandex.ru/view/507249450/?*=Qdq4NsZ%2BsAU2o394MBt%2FeL%2Bk%2BLh7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaW11bGF0aW9uLnN1L3VwbG9hZHMvZmlsZXMvZGVmYXVsdC8yMDE2LXVjaC1wb3NvYi1pdmFzaGtpbi0xLnBkZiIsInRpdGxIjoiMjAxNi11Y2gtcG9zb2ItaXZhc2hraW4tMS5wZGYiLCJub2lmcFtZSI6dHJ1ZSwidWlkjoiNTA3MjQ5NDUwIiwidHMiOiJlOTY1NjIxNDA0NzAsInl1joiODIyMjI1MjI2MTQ0OTg0NTk5MlIsInNlcnBQYXJhbXMiOiJsYW5nPXJ1JnRtPTEOTY1NjIxMTcmdGxkPXJ1Jm5hbWU9MjAxNi11Y2gtcG9zb2ItaXZhc2hraW4tMS5wZGYmdGV4dD0lRDAIQkMlRDElODMIRDAIQkIIRDElOEMIRDElODIIRDAIQjgIRDAIQjAlRDAIQjMIRDAIQjUIRDAIQkQIRDElODIIRDAIQkQIRDAIQkU1RDAIQjUrJUQwJUJDJUQwJUJFUQwJUJ0JUQwJUJ1JUQwJUJCJUQwJUJ4JUQxJTgwJUQwJUJFUQwJUJyJUQwJUJwJUQwJUJEUQwJUJ4JUQwJUJ1JnVybD1odHRwJTNTBLY9zaW11bGF0aW9uLnN1L3VwbG9hZHMvZmlsZXMvZGVmYXVsdC8yMDE2LXVjaC1wb3NvYi1pdmFzaGtpbi0xLnBkZiZscj0xMDEyOSZtaW11PXBkZiZsMTBuPXJ1JnNpZ249NWFKNzkyMTI2NjQwMGFkYjIxODU4MTc1NTUzNThlMTQma2V5bm89MCI9&amp;lang=ru</a>
Э4	Мультиагентное моделирование.	<a href="https://ta.cfuv.ru/wp-content/uploads/2015/03/011multiagent-modelir.pdf">https://ta.cfuv.ru/wp-content/uploads/2015/03/011multiagent-modelir.pdf</a>

Э5	Anylogic.ru -имитационное моделирование для бизнеса	<a href="https://www.anylogic.ru/">https://www.anylogic.ru/</a>
Э6	LMS Canvas	<a href="https://lms.misis.ru/courses/4929">https://lms.misis.ru/courses/4929</a>
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>		
П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr	
П.2	ESET NOD32 Antivirus	
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit	
П.4	Creative Cloud for teams All Apps Multiple Platforms Multi European Language	
П.5	LMS Canvas	
П.6	MS Teams	
П.7	Python	
П.8	AnyLogic	
П.9	MATLAB	
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>		
И.1	1. Национальное общество имитационного моделирования	<a href="http://simulation.su/">http://simulation.su/</a>
И.2	2. Лекция 14. Когнитивное моделирование	<a href="https://mylektsii.ru/4-22273.html">https://mylektsii.ru/4-22273.html</a>
И.3	3. МУЛЬТИАГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИМИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ SIMPLEX3 <a href="https://docviewer.yandex.ru/view/507249450/?*=Qdq4NsZ%2BsaU2o394MBt%2FeL%2Bk%2BLh7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaW11bGF0aW9uLnN1L3VwbG9hZHMvZmlsZXMvZGVmYXVsdC8yMDE2LXVjaC1wb3NvYi1pdmFzaGtpbi0xLnBkZiIsInRpdGxIjoiMjAxNi11Y2gtcG9zb2ItaXZhc2hraW4tMS5wZGYiLCJub2lmcFtZSI6dHJ1ZSwidWlkIjoiNTA3MjQ5NDUwIiwidHMiOiJlOTY1NjIxNDA0NzAsIn11IjoiODIyMjI1MjI2MTQ0OTg0NTk5MiIsIn1lcuBQYXJhbXMiOiJsYW5nPXJ1JnRtPTE1OTY1NjIxMTcmdGxkPXJ1Jm5hbWU9MjAxNi11Y2gtcG9zb2ItaXZhc2hraW4tMS5wZGYmdGV4dD0lRDAIQkMlRDElODMlRDAIQkIIRDElOEMlRDElODlRDAIQjglRDAIQjAlRDAIQjMlRDAIQjUlRDAIQkQlRDElODlRDAIQkQlRDAIQkUlRDAIQjUrJUQwJUJDJUQwJUFJUQwJUJ0JUQwJUJ1JUQwJUJCJUQwJUJ4JUQwJTgwJUQwJUFJUQwJUJyJUQwJUJwJUQwJUJEJUQwJUJ4JUQwJUJ1JnVybD1odHRwJTnBly9zaW11bGF0aW9uLnN1L3VwbG9hZHMvZmlsZXMvZGVmYXVsdC8yMDE2LXVjaC1wb3NvYi1pdmFzaGtpbi0xLnBkZiZscj0xMDcyOSZtaW1lPXBkZiZsMTBuPXJ1JnNpZ249NWFKNzkxMTI2NjQwMGFkYjIxODU4MTE1NTUzNThlMTQma2V5bm89MCI9&amp;lang=ru">https://docviewer.yandex.ru/view/507249450/?*=Qdq4NsZ%2BsaU2o394MBt%2FeL%2Bk%2BLh7InVybCI6Imh0dHA6Ly9zaW11bGF0aW9uLnN1L3VwbG9hZHMvZmlsZXMvZGVmYXVsdC8yMDE2LXVjaC1wb3NvYi1pdmFzaGtpbi0xLnBkZiIsInRpdGxIjoiMjAxNi11Y2gtcG9zb2ItaXZhc2hraW4tMS5wZGYiLCJub2lmcFtZSI6dHJ1ZSwidWlkIjoiNTA3MjQ5NDUwIiwidHMiOiJlOTY1NjIxNDA0NzAsIn11IjoiODIyMjI1MjI2MTQ0OTg0NTk5MiIsIn1lcuBQYXJhbXMiOiJsYW5nPXJ1JnRtPTE1OTY1NjIxMTcmdGxkPXJ1Jm5hbWU9MjAxNi11Y2gtcG9zb2ItaXZhc2hraW4tMS5wZGYmdGV4dD0lRDAIQkMlRDElODMlRDAIQkIIRDElOEMlRDElODlRDAIQjglRDAIQjAlRDAIQjMlRDAIQjUlRDAIQkQlRDElODlRDAIQkQlRDAIQkUlRDAIQjUrJUQwJUJDJUQwJUFJUQwJUJ0JUQwJUJ1JUQwJUJCJUQwJUJ4JUQwJTgwJUQwJUFJUQwJUJyJUQwJUJwJUQwJUJEJUQwJUJ4JUQwJUJ1JnVybD1odHRwJTnBly9zaW11bGF0aW9uLnN1L3VwbG9hZHMvZmlsZXMvZGVmYXVsdC8yMDE2LXVjaC1wb3NvYi1pdmFzaGtpbi0xLnBkZiZscj0xMDcyOSZtaW1lPXBkZiZsMTBuPXJ1JnNpZ249NWFKNzkxMTI2NjQwMGFkYjIxODU4MTE1NTUzNThlMTQma2V5bm89MCI9&amp;lang=ru</a>	
И.4	4. Мультиагентное моделирование.	<a href="https://ta.cfuv.ru/wp-content/uploads/2015/03/011multiagent-">https://ta.cfuv.ru/wp-content/uploads/2015/03/011multiagent-</a>
И.5	5. LMS Canvas	<a href="https://lms.misis.ru/courses/4929">https://lms.misis.ru/courses/4929</a>
И.6	6. Anylogic.ru -имитационное моделирование для бизнеса	<a href="https://www.anylogic.ru/">https://www.anylogic.ru/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-734	Лекционная аудитория: мультимедийная	мультимедийные экраны и проектор, ноутбук, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
Б-904а	Учебная аудитория:	20 стационарных компьютеров (core i5-3470 8gb RAM), пакет лицензионных программ MS Office, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный, экран, колонки, комплект учебной мебели
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Электронное сопровождение курса ведется в системе электронного обучения Canvas. Ссылку на учебный курс "Имитационное моделирование" сообщает лектор студентам потока по электронной почте.

В курсе "Имитационное моделирование" приведено описание курса, описание лабораторных работ, домашних заданий и требований к ним, презентации лекций, дополнительные ресурсы по курсу. Также приводятся методические указания по выполнению курсовой работы, критерии оценки и множество открытых данных для построения актуальных моделей.

Все задания и лабораторные работы должны выполняться в указанный срок. Задания представленные после установленного срока не могут быть оценены на оценку выше «Удовлетворительно». Задания выполняются индивидуально каждым студентом.

Еженедельные лекции по курсу читаются в аудиториях с мультимедийным оборудованием с использованием презентации. Лабораторные занятия проводятся в дисплейных классах кафедры инженерной кибернетики.

Подготовка к лабораторным работам производится в рамках самостоятельной работы студента; подготовка подразумевает предварительное изучение темы по материалам лекций и плана выполнения домашнего задания.

Итоговый зачет проставляется на основе полученных оценок по защите лабораторных работ, защиты представленных домашних заданий и реферата.

#### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль качества полученных компетенций при освоении дисциплины проводится в форме текущего контроля успеваемости и на его основе промежуточной аттестации.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям образовательной программы используются оценочные средства промежуточного и текущего контроля успеваемости.

Оценка качества подготовки обучающихся проводится с целью оценки уровня сформированности компетенций.