

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 12:59:16

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Математическое моделирование

Закреплена за подразделением

Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна

Направление подготовки

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 5

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

53

часов на контроль

40

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	53	53	53	53
Часы на контроль	40	40	40	40
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):  
*к.т.н., доцент, Калитин Д.В.*

Рабочая программа  
**Математическое 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 09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА, 09.03.03-БПИ-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании  
**Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна**

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения к.т.н., Коржов Е.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Основная цель дисциплины - дать студентам компетенции в области моделирования. Научить проводить анализ объекта моделирования, выбирать способ и метод моделирования. Разрабатывать математическую модель, проверять её и использовать.
1.2	После успешного освоения дисциплины, студенты:
1.3	- овладеют основными теоретическими положениями моделирования систем;
1.4	- ознакомятся с современными подходами моделирования систем;
1.5	- изучат состава и содержания процесса моделирования сложных систем;
1.6	- будут иметь навыки разработки и использования моделей.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Алгоритмы дискретной математики	
2.1.2	Математика	
2.1.3	Комбинаторика и теория графов	
2.1.4	Технологии программирования	
2.1.5	Физика	
2.1.6	Компьютерная и инженерная графика	
2.1.7	Основы дискретной математики	
2.1.8	Вычислительные машины, сети и системы	
2.1.9	Программирование и алгоритмизация	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	3D-моделирование и визуализация для мета-пространств	
2.2.2	Автоматизация моделирования физических процессов	
2.2.3	Проектирование, управление разработкой и внедрением информационных систем	
2.2.4	Разработка приложений с распределённой архитектурой	
2.2.5	Художественная обработка материалов	
2.2.6	BIM-технологии в проектирование, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений	
2.2.7	Аддитивные технологии и материалы	
2.2.8	Введение в программную инженерию и моделирование бизнес-процессов	
2.2.9	Дизайн видов рекламы	
2.2.10	Информационно-аналитические и интеллектуальные системы	
2.2.11	Командная разработка приложений и основы управления проектами	
2.2.12	Контроллинг и аудит информационных систем	
2.2.13	Разработка фирменного стиля	
2.2.14	Системы поддержки принятия многокритериальных решений в управлении	
2.2.15	Скетчинг	
2.2.16	Строительство сложных подземных комплексов	
2.2.17	Тестирование программного обеспечения	
2.2.18	Технологические процессы в промышленном дизайне	
2.2.19	Деловая презентационная графика	
2.2.20	Инженерное 3D-моделирование, ч.4	
2.2.21	Информационные системы управления активами	
2.2.22	Инфраструктурное проектирование и сервис-дизайн	
2.2.23	Компьютерное зрение в мобильных приложениях	
2.2.24	Компьютерное моделирование при проектировании строительных конструкций	
2.2.25	Корпоративные информационные системы управления предприятием	
2.2.26	Основы UI/UX дизайна	
2.2.27	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.28	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.29	Презентационное 3D-моделирование и визуализация	

2.2.30	Проектирование информационного и программного обеспечения
2.2.31	Психология творчества
2.2.32	Сетевые модели в инженерных задачах
2.2.33	Экономика и эффективность информационных систем

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

<b>ПК-1: Способен выполнять и управлять работами по созданию, модификации и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-32 математические методы построения моделей	
ПК-1-31 основные этапы моделирования систем	
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-32 языки моделирования	
ОПК-1-31 методы анализа, исследования и моделирования вычислительных и информационных процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности и их компонентов	
<b>ПК-1: Способен выполнять и управлять работами по созданию, модификации и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 создавать математические и программные модели сложных систем	
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-1-У1 анализировать результаты моделирования	
ОПК-1-У2 применять математические методы и вычислительную технику для решения практических задач	
<b>ПК-1: Способен выполнять и управлять работами по созданию, модификации и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В1 средствами в области построения и анализа математических моделей	
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</b>	
<b>Владеть:</b>	
ОПК-1-В1 программным обеспечением для выполнения различного вида расчётов	
ОПК-1-В2 программными средствами для реализации разработанных алгоритмов	

### 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
	<b>Раздел 1. Основы моделирования</b>							
1.1	Основные положения моделирования систем /Лек/	5	8	ПК-1-31 ПК-1-32 ОПК-1-31	Л1.2Л2.1		КМ1,КМ2	
1.2	Основы моделирования /Ср/	5	5	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ОПК-1-32 ОПК-1-У1	Л1.2Л3.7			
	<b>Раздел 2. Статистические основы моделирования</b>							

2.1	Статистические основы моделирования /Лек/	5	2	ПК-1-32 ОПК-1-31	Л1.2Л2.5 Л2.6		КМ1,К М2	
2.2	Практическая работа №1. Разработка программы генерации псевдослучайных чисел по заданному распределению. /Пр/	5	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.6 Э1			Р1
2.3	Статистические основы моделирования /Ср/	5	10	ПК-1-32 ПК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-У2	Л1.2Л2.5 Л2.6Л3.4			
<b>Раздел 3. Сети Петри и моделирование систем</b>								
3.1	Теория сетей Петри /Лек/	5	16	ПК-1-31 ПК-1-32 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.2Л2.4		КМ1,К М2	
3.2	Практическая работа №2. Разработка программы генерации дерева достижимости для произвольной сети Петри. /Пр/	5	4	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.2Л2.1 Л2.1 Л2.3Л3.6 Э1	Методические указания по выполнению работ так же доступны в электронном курсе в LMS Canvas lms.misis.ru		Р2
3.3	Сети Петри и моделирование систем /Ср/	5	5	ПК-1-32 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1	Л1.2Л2.4Л3.6 Л3.8			
3.4	Сети Петри и моделирование систем. В рамках самостоятельной работы проводится формализация задания и проводится построение сети Петри для заданной системы /Ср/	5	10	ПК-1-32 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1	Л1.2Л3.7Л3.8	Методические указания по выполнению работ так же доступны в электронном курсе в LMS Canvas lms.misis.ru		
<b>Раздел 4. Языки моделирования</b>								
4.1	Языки программирования для построения математических моделей /Лек/	5	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ОПК-1-32	Л1.2Л2.1 Л2.1 Л2.2 Л3.7		КМ1,К М2	
4.2	Языки моделирования. В рамках самостоятельной работы выбирается и обосновывается выбор языка общего назначения, для построения имитационной системы, а так-же языка моделирования. /Ср/	5	7	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.2Л2.1			
<b>Раздел 5. Simula</b>								
5.1	Язык построения имитационных моделей Simula /Лек/	5	6	ПК-1-31 ПК-1-32 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1,К М2	

5.2	Практическая работа №3. Разработка программы, проводящей иммитационное моделирование заданной системы. /Пр/	5	11	ПК-1-У1 ПК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2	Л1.2Л3.6 Э1	Методически указания по выполнению работ так же доступны в электронном курсе в LMS Canvas lms.misis.ru		Р3
5.3	Разработка программной модели в рамках самостоятельной работы. Программная модель разрабатывается на языке Simula (или другом языке моделирования) и любом другом языке программирования общего назначения. /Ср/	5	16	ПК-1-32 ПК-1-У1 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.2Л2.1 Л2.1 Л2.2Л3.1 Л2.1 Л2.1 Л3.9 Э1	Методически указания по выполнению работ так же доступны в электронном курсе в LMS Canvas lms.misis.ru		

### 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	Устные опросы для проведения текущего контроля	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ПК-1-31;ПК-1-32	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение модели.</li> <li>2. Виды моделей.</li> <li>3. Этапы построения моделей.</li> <li>4. Планирование эксперимента.</li> <li>5. Проведение эксперимента.</li> <li>6. Оценка результатов моделирования.</li> <li>7. Системы массового обслуживания.</li> <li>8. Основные понятия сетей Петри.</li> <li>9. Виды сетей Петри.</li> <li>10. Использование сетей Петри для моделирования.</li> <li>11. Имитационное моделирование.</li> <li>12. Специальные языки для моделирования.</li> <li>13. Использование языков общего назначения для построения математических моделей.</li> </ol>

КМ2	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ПК-1-31;ПК-1-32	<p>Список экзаменационных вопросов по дисциплине:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие модели. Физические и математические модели.</li> <li>2. Дискретное, непрерывное и дискретно-непрерывное моделирование.</li> <li>3. Основные этапы моделирования. Имитационное моделирование.</li> <li>4. Цель моделирования. Построение модели.</li> <li>5. Реализация программной модели. Валидация программной модели.</li> <li>6. Планирование эксперимента. Проведение эксперимента. Оценка результатов моделирования.</li> <li>7. Понятие эксперимента. Случайные числа и процессы.</li> <li>8. Основные законы распределения случайных чисел при моделировании систем.</li> <li>9. Равномерное распределение. Треугольное распределение.</li> <li>10. Экспоненциальное распределение.</li> <li>11. Распределение Пуассона.</li> <li>12. Нормальное распределение.</li> <li>13. Распределение Эрланга. Гамма и бета распределение.</li> <li>14. Методы получения псевдослучайных чисел.</li> <li>15. Конгруэнтные генераторы.</li> <li>16. Требования к генераторам псевдослучайных чисел.</li> <li>17. Метод обратной функции.</li> <li>18. Программная реализация основных распределений.</li> <li>19. Методы анализа случайных последовательностей. Оценка математического ожидания и дисперсии.</li> <li>20. Понятие сетей Петри. Применение сетей Петри при моделировании систем.</li> <li>21. Теория комплектов.</li> <li>22. Маркировка сети. Разрешенные переходы. Правила запуска переходов.</li> <li>23. Достижимость. Множество достижимости.</li> <li>24. Основные свойства сетей Петри. Безопасные сети.</li> <li>25. Ограниченность.</li> <li>26. Сохранение и строгое сохранение.</li> <li>27. Активность переходов.</li> <li>28. Свойства достижимости и покрываемости.</li> <li>29. Применение сетей Петри при событийном моделировании.</li> <li>30. События и условия. Предусловия. Постусловия.</li> <li>31. Примеры описания систем при событийном моделировании на основе сетей Петри.</li> <li>32. Методы анализа сетей Петри. Дерево достижимости.</li> <li>33. Алгоритм получения дерева достижимости.</li> <li>34. Матричный анализ сетей Петри.</li> <li>35. Языки сетей Петри. Определение языков сетей Петри.</li> <li>36. Классы языков сетей Петри. Операции над языками сетей Петри.</li> <li>37. Ограниченные сети Петри.</li> <li>38. Расширенные сети Петри.</li> <li>39. Понятие языка моделирования. Непрерывные и дискретные языки моделирования.</li> <li>40. Процессо-ориентированные языки моделирования.</li> <li>41. Симула – процессо-ориентированный язык моделирования.</li> <li>42. Понятие объекта и процесса.</li> <li>43. Состояния процесса. Активный процесс. Приостановленный процесс. Пассивный процесс. Завершенный процесс.</li> <li>44. Описание класса. Основные элементы языка.</li> <li>45. Класс SIMULATION. Общая структура класса. Основные операторы.</li> <li>46. Статистические основы языка.</li> <li>47. Общая структура программы моделирования. Примеры.</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Разработка программы генерации псевдослучайных чисел по заданному распределению.	ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>При моделировании реальных систем входные и выходные параметры системы обычно носят случайный характер. При создании программных моделей данных систем возникает необходимость в программной реализации последовательности случайных чисел, распределенных по заданному закону распределения, а также оценка до-стоверности полученных случайных величин.</p> <p>Содержание работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработать процедуру, которая генерирует последовательность псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.</li> <li>2. Написать программу, которая получает максимальное число псевдослучайных чисел, и строит гистограмму распределения полученных псевдослучайных чисел.</li> <li>3. Оценить математическое ожидание и дисперсию полученных псевдослучайных чисел.</li> <li>4. Вычислить период генератора псевдослучайных чисел.</li> </ol> <p>Варианты заданий для построения генераторов псевдослучайных чисел:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экспоненциальное распределение (<math>\mu=7</math>)</li> <li>2. Распределение Пуассона (<math>\mu=8</math>)</li> <li>3. Распределение Эрланга (<math>\mu=7; k=6</math>).</li> <li>4. Логнормальное распределение (<math>\mu=0,3; \sigma=1</math>).</li> <li>5. Гамма - распределение (<math>\alpha=1,5; \beta=1</math>).</li> <li>6. Бета - распределение (<math>\alpha=2,7; \beta=1</math>).</li> <li>7. Равномерное распределение (<math>a=100; b=1000</math>).</li> <li>8. Треугольное распределение (<math>a=100; d=500, b=10000</math>).</li> <li>9. Нормальное распределение (<math>\mu=100; \sigma=20</math>).</li> <li>10. Экспоненциальное распределение (<math>\mu=80</math>)</li> <li>11. Распределение Пуассона (<math>\mu=8</math>)</li> <li>12. Распределение Эрланга (<math>\mu=8; k=8</math>).</li> <li>13. Логнормальное распределение (<math>\mu=5; \sigma=3</math>).</li> <li>14. Гамма - распределение (<math>\alpha=3,5; \beta=1/3</math>).</li> <li>15. Бета - распределение (<math>\alpha=2,5; \beta=5,2</math>).</li> <li>16. Равномерное распределение (<math>a=67; b=112</math>).</li> <li>17. Треугольное распределение (<math>a=67; d=79, b=112</math>).</li> <li>18. Нормальное распределение (<math>\mu=-49; \sigma=12</math>).</li> <li>19. Экспоненциальное распределение (<math>\mu=8</math>)</li> <li>20. Распределение Пуассона (<math>\mu=17</math>)</li> </ol>
P2	Разработка программы генерации дерева достижимости для произвольной сети Петри.	ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>Сеть Петри состоит из четырех элементов: множество позиций <math>P</math>, множество переходов <math>T</math>, входная функция <math>I</math> и выходная функция <math>O</math>. Входная и выходная функции связаны с переходами и позициями. Входная функция <math>I</math> отображает переход <math>t_j</math> в множество позиций <math>I(t_j)</math>, называемых входными позициями перехода. Выходная функция <math>O</math> отображает переход <math>t_j</math> в множество позиций <math>O(t_j)</math>, называемых выходными позициями перехода.</p> <p>Сеть Петри <math>S</math> является четверкой, <math>S=(P,T,I,O)</math>. <math>P=\{p_1, p_2, \dots, p_n\}</math> - конечное множество позиций; <math>T=\{t_1, t_2, \dots, t_m\}</math> - конечное множество переходов. Множество переходов и множество позиций не пересекаются.</p> <p>Содержание работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проанализировать алгоритм построения дерева достижимости.</li> <li>2. Реализовать хранение сети Петри и все необходимые функции для реализации алгоритма.</li> <li>3. Реализовать алгоритм построения дерева достижимости.</li> <li>4. Реализовать интерфейс ввода данных.</li> </ol>

Р3	Разработка программы, проводящей имитационное моделирование заданной системы	ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>Задание:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Ознакомиться с заданием.</li><li>2. Формализовать модель системы массового обслуживания по индивидуальному заданию. При необходимости принять решение по формализации частей системы и/или процессов, которые не описаны в задании. Зафиксировать эти решения.</li><li>3. Реализовать имитационную модель системы на языке специального назначения (Simula, GPSS, др.) или с помощью специализированных средств для моделирования систем (Simulink, AnyLogic, др.).</li><li>4. Реализовать ту же самую систему с теми же самыми параметрами на языке общего назначения (C, C++, C#, Python, Java, Java Script, др)</li><li>5. Сравнить результаты моделирования. Усреднённые показатели не должны отличаться в моделях из п.п. 3 и 4 более чем на 10%</li><li>6. Подготовить отчёт по работе, загрузить его в LMS.</li></ol>
----	--	---	---

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Список экзаменационных вопросов по дисциплине:

1. Понятие модели. Физические и математические модели.
2. Дискретное, непрерывное и дискретно-непрерывное моделирование.
3. Основные этапы моделирования. Имитационное моделирование.
4. Цель моделирования. Построение модели.
5. Реализация программной модели. Валидация программной модели.
6. Планирование эксперимента. Проведение эксперимента. Оценка результатов моделирования.
7. Понятие эксперимента. Случайные числа и процессы.
8. Основные законы распределения случайных чисел при моделировании систем.
9. Равномерное распределение. Треугольное распределение.
10. Экспоненциальное распределение.
11. Распределение Пуассона.
12. Нормальное распределение.
13. Распределение Эрланга. Гамма и бета распределение.
14. Методы получения псевдослучайных чисел.
15. Конгруэнтные генераторы.
16. Требования к генераторам псевдослучайных чисел.
17. Метод обратной функции.
18. Программная реализация основных распределений.
19. Методы анализа случайных последовательностей. Оценка математического ожидания и дисперсии.
20. Понятие сетей Петри. Применение сетей Петри при моделировании систем.
21. Теория комплектов.
22. Маркировка сети. Разрешенные переходы. Правила запуска переходов.
23. Достижимость. Множество достижимости.
24. Основные свойства сетей Петри. Безопасные сети.
25. Ограниченность.
26. Сохранение и строгое сохранение.
27. Активность переходов.
28. Свойства достижимости и покрываемости.
29. Применение сетей Петри при событийном моделировании.
30. События и условия. Предусловия. Постусловия.
31. Примеры описания систем при событийном моделировании на основе сетей Петри.
32. Методы анализа сетей Петри. Дерево достижимости.
33. Алгоритм получения дерева достижимости.
34. Матричный анализ сетей Петри.
35. Языки сетей Петри. Определение языков сетей Петри.
36. Классы языков сетей Петри. Операции над языками сетей Петри.
37. Ограниченные сети Петри.
38. Расширенные сети Петри.
39. Понятие языка моделирования. Непрерывные и дискретные языки моделирования.
40. Процессо-ориентированные языки моделирования.
41. Симула – процессо-ориентированный язык моделирования.
42. Понятие объекта и процесса.
43. Состояния процесса. Активный процесс. Приостановленный процесс. Пассивный процесс. Завершенный процесс.
44. Описание класса. Основные элементы языка.
45. Класс SIMULATION. Общая структура класса. Основные операторы.
46. Статистические основы языка.
47. Общая структура программы моделирования. Примеры.

Экзаменационный билет состоит из трёх вопросов.

Пример экзаменационного билета

1. Цель моделирования. Построение модели.
2. Матричный анализ сетей Петри.

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

Организация занятий по дисциплине строится по обычной технологии по видам работ (лекции, практические занятия, текущий контроль) в соответствии с расписанием. Освоение дисциплины происходит по отдельным разделам. По каждому разделу дисциплины предусматривается аудиторная и внеаудиторная учебная работа, проводится балльно-рейтинговая (текущая и промежуточная за семестр) аттестация студентов в соответствии с календарным учебным графиком. При изложении теоретического материала (на 100% лекций) используются мультимедийные иллюстративные материалы, при проведении практических занятий – многовариантные упражнения и задания, выполняемые, в том числе, на компьютерах с использованием пакетов универсальных математических программ и систем компьютерного имитационного моделирования. По дисциплине предусмотрен большой объем самостоятельной работы студентов с использованием средств современных информационных технологий.

Экзаменационная оценка:

Оценка "отлично" выставляется студенту, решившему задачу и полностью ответившему на три теоретических вопроса экзаменационного билета, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой; усвоившему основную и знакомому с дополнительной литературой по программе; умеющему творчески и осознанно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоившему взаимосвязь основных понятий и умеющему применять их к анализу и решению практических задач; безупречно выполнившему в процессе изучения дисциплины все задания, предусмотренные формами текущего контроля;

Оценки "хорошо" заслуживает студент, ответивший полностью на два вопроса экзаменационного билета и не ответивший или ответивший частично на другой вопрос, при этом обнаруживший полное знание учебного материала, предусмотренного программой; успешно выполнивший все задания, предусмотренные формами текущего контроля;

Оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, ответившему на один теоретический вопрос экзаменационного билета, или на два вопроса, но допустив погрешности в ответе;

Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, не ответившему ни на один вопрос экзаменационного билета, обнаружившему пробелы в знании основного материала, предусмотренного программой, допустившему принципиальные ошибки в ответах; не выполнившему отдельные задания, предусмотренные формами текущего контроля.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Калитин Д. В.	Архитектура САП□: учеб. пособие для студ. спец. САП?	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2009
Л1.2	Калитин Д. В., Калитина О. С., Суворов А. В.	Математическое моделирование в САП□: учеб. пособие для бакалавров САП?	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2012

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Бабина О. И., Мошкович Л. И.	Имитационное моделирование процессов планирования на промышленном предприятии: монография	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014
Л2.2	Березовская Е. А.	Имитационное моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018
Л2.3	Шелудько В. М.	Язык программирования высокого уровня Python: функции, структуры данных, дополнительные модули: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2017
Л2.4	Горбатов В. А., Горбатов А. В., Горбатова М. В.	Дискретная математика: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во АСТ, 2006
Л2.5	Мельниченко А. С.	Математическая статистика и анализ данных (N 3431): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018
Л2.6	Баздарева З. В.	Статистика: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2017

##### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Мещеряков В. В.	Задачи по математике с MATLAB & Simulink: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Диалог-МИФИ, 2007
ЛЗ.2	Салмина Н. Ю.	Имитационное моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Эль Контент, 2012
ЛЗ.3	Сузи Р. А.	Язык программирования Python: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)   Бином. Лаборатория знаний, 2007
ЛЗ.4	Новосельцева М. А.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014
ЛЗ.5	Белоцерковская И. Е., Галина Н. В., Катаева Л. Ю.	Алгоритмизация. Введение в язык программирования C++: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
ЛЗ.6	Глухов Д. О., Петухов И. В., Глухов Д. О.	Моделирование систем управления: практикум	Электронная библиотека	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015
ЛЗ.7	Советов Б. Я., Яковлев С. А.	Моделирование систем: учебник для бакалавров	Библиотека МИСиС	М.: Юрайт, 2012
ЛЗ.8	Веретельникова Е. Л.	Теоретическая информатика: теория сетей Петри и моделирование систем: учебное пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018
ЛЗ.9	Дьяконов В. П.	MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6®. Основы применения: монография	Электронная библиотека	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2008

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

Э1	Онлайн компилятор для различных языков программирования	<a href="https://www.tutorialspoint.com/">https://www.tutorialspoint.com/</a>
----	---	---

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Visual Studio 2015
П.2	AnyLogic
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
П.5	MS Teams
П.6	ОС Linux (Ubuntu) / Windows

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Университетская информационная система "РОССИЯ" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>
И.2	Открытое образование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>
И.3	Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://edu.ru">http://edu.ru</a>
И.4	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.5	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.6	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.7	— Российская Государственная библиотека <a href="https://www.rsl.ru">https://www.rsl.ru</a>
И.8	— Единое окно доступа к информационным ресурсам <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
И.9	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.10	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.11	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.12	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>

И.13	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
И.14	— доступ к полным версиям книг издательства Springer на английском языке <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Л-538а	Учебная аудитория:	доска аудиторная маркерная, экран проекционный, проектор портативный, стационарные компьютеры 10 шт., комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе. Курсовое проектирование проводится с широким использованием компьютерных программ, как для выполнения, так и для оформления работы. Практические занятия выполняются с помощью компьютерных программ для имитационного моделирования, разработки программного обеспечения, визуализации данных. Кроме рекомендованной литературы, обучающимся следует активно использовать материалы периодической печати, сети интернет и социальных сетей, затрагивающие вопросы моделирования вообще и имитационного моделирования в частности.