



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.04.09 Компьютерное моделирование**

**Направление подготовки:** 09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
**Направленность (профиль):** Компьютерное моделирование и анализ данных  
**Квалификация (степень):** бакалавр  
**Форма обучения:** очная  
**Институт:** математики, естествознания и техники  
**Кафедра:** математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
<b>Курс</b>	3,4		
<b>Семестр/триместр</b>	5,6,7		

<b>Лекции</b>	46		
<b>Лабораторные занятия</b>	92		
<b>Практические (семинарские) занятия</b>	46		
<b>в т. ч. практическая подготовка</b>	-		
<b>Форма(ы) промежуточной аттестации</b>	Зачет – 5 семестр Зачет с оценкой - 6 семестр Экзамен – 0.3 (7 семестр)		
<b>Контроль</b>	9		
<b>Иные формы работы</b>	-		
<b>Самостоятельная работа</b>	202.7		

**Всего часов: 396**

**Трудоемкость: 11 зачетных единиц.**

Разработчик(и) рабочей программы:

Доктор физико-математических наук, доцент О.Н. Масина

## І. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** формирование представления о современном состоянии и проблемах компьютерного моделирования.

**Задачи изучения дисциплины:**

- получение обучающимися представления об основных понятиях компьютерного моделирования;
- изучение принципов построения математических моделей различных объектов и систем;
- использование компьютерного моделирования для решения задач анализа и синтеза систем;
- использование компьютерного моделирования при формализации задач предметной области;
- освоение методов компьютерного исследования вероятностных и стохастических моделей;
- изучение технологий статистического моделирования;
- освоение методов компьютерного моделирования управляемых систем;
- изучение моделей биологических систем;
- ознакомление с моделями динамических систем и методами анализа устойчивости;
- рассмотрение понятий информационного моделирования.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули).

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-6	Знать: - свои ресурсы и их пределы (личностные, психофизиологические, ситуативные, временные и т.д.) для успешного выполнения порученной работы;	Знает: - свои ресурсы для успешного выполнения порученной работы в рамках компьютерного моделирования динамических систем
	Уметь: - планировать перспективные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда; - критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно	Умеет: - критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решении задач компьютерного моделирования динамических систем

	полученного результата;	
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками реализации намеченной цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда;</li> <li>– навыками использования предоставляемых возможностей для приобретения новых знаний и навыков.</li> </ul>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования возможностей для приобретения новых знаний в рамках компьютерного моделирования динамических систем</li> </ul>
<b>ОПК-4</b>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы;</li> </ul>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы компьютерного моделирования и правила оформления документации</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы;</li> </ul>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять задачи предметной области с учетом основных понятий компьютерного моделирования</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками составления технической документации на различных этапах жизненного цикла информационной системы.</li> </ul>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обработки информации и составления документации при решении задач компьютерного моделирования</li> </ul>
<b>ОПК-6</b>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных образцов компьютерного и сетевого оборудования;</li> <li>– стандарты, методические и нормативные материалы, определяющие порядок и содержание работ по оснащению отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием;</li> </ul>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- технические характеристики компьютерного оборудования для моделирования динамических систем</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать бизнес-планы на оснащение отде-</li> </ul>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить обоснование расчетов в рамках компьютерного моделирования динамиче-</li> </ul>

	лов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием; – разрабатывать и оформлять проектную и рабочую техническую документацию на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием; проводить технико-экономическое обоснование проектных расчетов;	ских систем
	Владеть: – методами и способами разработки требований и спецификаций на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием на основе запросов пользователей и возможностей технических средств; – навыками выбора компьютерного и сетевого оборудования для оснащения отделов, лабораторий, офисов.	Владеть: - навыками проведения компьютерного моделирования динамических систем

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. Основные понятия компьютерного моделирования и исследования операций</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
1	Тема 1. Основные понятия теории моделирования систем.	8	1	2	1	4
2	Тема 2. Теоретические основы исследования операций и методика их проведения	8	1	2	1	4
3	Тема 3. Основные понятия математического моделирования и простейшие математические модели.	8	1	2	1	4
4	Тема 4. Основные понятия компьютерного моделирования.	8	1	2	1	4
	<b>Раздел 2. Элементы теории графов</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
5	Тема 5. Теория графов: некоторые методы и приложения.	16	2	4	2	8

6	Тема 6. Задачи оптимизации на графах.	16	2	4	2	8
	<b>Раздел 3. Технологии статистического моделирования</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
7	Тема 7. Метод статистического моделирования.	16	2	4	2	8
8	Тема 8. Статистические методы прогнозирования.	16	2	4	2	8
9	Тема 9. Временные ряды. Регрессионный анализ.	16	2	4	2	8
	<b>Раздел 4. Стохастические модели</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
10	Тема 10. Системы массового обслуживания.	16	2	4	2	8
11	Тема 11. Управление запасами. Вероятностные (стохастические) модели и их построение	16	2	4	2	8
	<i>Зачет</i>					
	<i>Итого за 5 семестр</i>	<i>144</i>	<i>18</i>	<i>36</i>	<i>18</i>	<i>72</i>
	<b>Раздел 5. Основные понятия и принципы управления</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
12	Тема 12. Основные понятия.	8	1	2	1	4
13	Тема 13. Структура системы управления и законы управления.	8	1	2	1	4
	<b>Раздел 6. Математическое описание систем управления. Компьютерное моделирование систем управления.</b>	<b>80</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>40</b>
14	Тема 14. Уравнения систем и статики. Передаточные и временные функции.	16	2	4	2	8
15	Тема 15. Частотные функции. Типы звеньев.	16	2	4	2	8
16	Тема 16. Структурные схемы и дифференциальные уравнения систем управления	16	2	4	2	8
17	Тема 17. Граф системы управления	16	2	4	2	8
18	Тема 18. Компьютерное моделирование систем управления	16	2	4	2	8
	<b>Раздел 7. Устойчивость систем управления.</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>24</b>
19	Тема 19. Определение и условия устойчивости.	16	2	4	2	8
20	Тема 20. Алгебраические критерии устойчивости.	16	2	4	2	8
21	Тема 21. Частотные критерии устойчивости.	16	2	4	2	8
	<i>Зачет с оценкой</i>					
	<i>Итого за 6 семестр</i>	<i>144</i>	<i>18</i>	<i>36</i>	<i>18</i>	<i>72</i>
	<b>Раздел 8. Модели динамических систем и методы анализа устойчивости.</b>	<b>70</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>42</b>
22	Тема 22. Основные понятия устойчивости динамических систем.	10	1	2	1	6
23	Тема 23. Методы исследования устойчивости динамических систем.	20	2	4	2	12
24	Тема 24. Устойчивость по первому приближению.	10	1	2	1	6
25	Тема 25. Устойчивость состояний равновесия нелинейных динамических систем.	20	2	4	2	12
26	Тема 26. Замкнутые фазовые траектории.	10	1	2	1	6
	<b>Раздел 9. Компьютерное моделирование биологических систем. Информационное</b>	<b>28.7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>16.7</b>

	<b>моделирование.</b>					
27	Тема 27. Моделирование биологических систем.	10	1	2	1	6
28	Тема 28. Компьютерное исследование моделей динамики популяций.	18.7	2	4	2	10.7
	<i>Экзамен</i>	<i>0.3</i>				
	<i>Контроль</i>	<i>9</i>				
	<i>Итого за 8 семестр</i>	<i>108</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>10</i>	<i>58.7</i>
	<i>в т.ч. практическая подготовка</i>	<i>-</i>				
	<b>ИТОГО:</b>	<b>396</b>	<b>46</b>	<b>92</b>	<b>46</b>	<b>202.7</b>

**Очно-заочная форма обучения (не реализуется)**

**Заочная форма обучения (не реализуется)**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, реферата.

#### **Типовой вариант контрольной работы**

1. Сущность компьютерного моделирования системы заключается (выберите один вариант ответа):

а) в создании компьютерной анимации или схемы, учитывающей габариты системы и ее основные динамические и статические характеристики;

б) в создании компьютерной программы (пакета программ), описывающей поведение элементов системы в процессе ее функционирования, с учетом их взаимодействия между собой с внешней средой, а также серии вычислительных экспериментов;

в) в создании интерактивного списка расчетных параметров системы, с возможностью их изменения для наблюдения изменений состояния системы в зависимости от поведения тех или иных параметров;

г) в создании компьютерной анимации поведения системы с учетом реальных состояний.

2. Системы компьютерного моделирования объединяют в себе (выберите один вариант ответа)

а) пакеты прикладных программ,

б) текстовые редакторы, графические и табличные процессоры,

в) визуальные и когнитивные среды, часто функционирующие в режиме реального времени;

г) все перечисленные варианты.

3. Что является целью компьютерного моделирования (выберите один вариант ответа)

а) улучшение внешнего вида изображений, созданных на компьютере;

б) повышение вычислительной мощности оборудования;

в) содействие получению новых знаний посредством моделирования;

г) автоматизация процесса создания математических моделей.

4. Как определяется степень точности имитационных моделей (выберите один вариант ответа)

а) имитационные модели являются очень точными

б) точность имитационной модели зависит от корректности математического описания системы, метода численного решения и шага итераций

в) имитационные модели не являются точными и лишь описывают общий вид изменения системы во времени

г) точность имитационной модели зависит от метода численного решения.

5. Математической моделью объекта называют (выберите один вариант ответа)

а) описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур;

б) любую символическую модель, содержащую математические символы;

в) представление свойств объекта только в числовом виде;

г) любую формализованную модель.

6. Методами математического моделирования являются (выберите один вариант ответа)

а) аналитический;

б) числовой;

в) аксиоматический и конструктивный;

г) имитационный;

7. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата (выберите один вариант ответа):

а) аналитическая;

б) графическая;

в) цифровая;

г) алгоритмическая.

8. Адекватность математической модели и объекта означает (выберите один вариант ответа)

а) правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования;

б) полноту отображения объекта моделирования;

в) количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования;

г) объективность результата моделирования.

9. Изменение состояния объекта отображается в виде (выберите один вариант ответа)

а) статической модели;

б) детерминированной модели;

в) динамической модели;

г) стохастической модели.

10. Равновесие системы определяется следующим образом (выберите один вариант ответа):

- а) способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго в отсутствии внешних возмущений;
- б) способность системы возвращаться в исходное состояние после снятия возмущений;
- в) способность системы двигаться равноускоренно сколь угодно долго при постоянных воздействиях;
- г) способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго при постоянных воздействиях;

11. Понятие фазовой траектории (выберите один вариант ответа)

- а) вектор в полярной системе координат;
- б) след от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве;
- в) монотонно убывающая функция;
- г) синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой.

12. Состояние системы определяется (выберите один вариант ответа)

- а) множеством значений управляющих переменных;
- б) скоростью изменения выходных переменных;
- в) множеством характерных свойств системы
- г) множеством значений возмущающих воздействий.

13. Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей, называется (выберите один вариант ответа)

- а) универсальностью;
- б) неопределенностью;
- в) неизвестностью;
- г) случайностью.

14. Устойчивость системы можно определить следующим образом (выберите один вариант ответа):

- а) способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго при постоянных воздействиях;
- б) способность системы двигаться равноускоренно сколь угодно долго при постоянных воздействиях;
- в) способность системы возвращаться в исходное состояние после снятия возмущений;
- г) способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго в отсутствии внешних возмущений.

15. Что из перечисленного ниже не является целью использования средств имитационного моделирования (выберите один вариант ответа)

- а) прогнозирование поведения системы
- б) оптимизация параметров системы
- в) поиск и исправление ошибок в логике системы
- г) визуализация работы системы

16. По способу реализации различают следующие модели (выберите два варианта ответа)

- а) детерминированные;
- б) стохастические;



- в) абстрактные;
- г) материальные.

17. Модели по форме бывают (выберите два варианта ответа)

- а) графические;
- б) стационарные;
- в) вербальные;
- г) каузальные.

18. Процесс построения информационных моделей с помощью формальных языков называется (выберите один вариант ответа):

- а) планированием
- б) визуализацией
- в) формализацией
- г) оптимизацией.

### **Примерная тематика рефератов**

1. Системы компьютерного моделирования.
2. Имитационное моделирование сложных систем.
3. Моделирование стохастических систем.
4. Оптимизационные модели.
5. Компьютерное моделирование экономических систем.
6. Моделирование управляемых технических систем.
7. Моделирование экологических систем.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету, перечень вопросов к зачету с оценкой, перечень вопросов к экзамену.

### **Вопросы к зачету (5 семестр, очная форма обучения)**

1. Понятие системы. Состав системы.
2. Свойства систем.
3. Понятие модели, типы и назначения моделей.
4. Задачи, цели и аспекты моделирования систем.
5. Основные принципы моделирования.
6. Свойства моделей и их классификация по способу реализации.
7. Системный подход в моделировании.
8. Основные понятия исследования операций.
9. Научная сущность исследования операций.
10. Практическое применение методов исследования операций.
11. Методика проведения исследований операций.
12. Понятие модели и моделирования.
13. Основные понятия математического моделирования.
14. Этапы построения математической модели.
15. Классификация математических моделей.

16. Основные этапы математического моделирования.
17. Функции и направления компьютерного моделирования.
18. Системы компьютерного моделирования. Классификация компьютерных систем моделирования.
19. Этапы компьютерного моделирования.
20. Постановка задачи и построение концептуальной модели.
21. Формализация модели и выбор метода решения задачи.
22. Программная реализация моделирования.
23. Организация эксперимента с учетом случайных факторов.
24. Планирование имитационного программного эксперимента.
25. Анализ качества моделирования.
26. Корректировка модели.
27. Развитие и современные исследования дискретной математики.
28. Основные понятия и определения теории графов: граф, орграф, подграф, степень вершины графа.
29. Основные понятия и определения теории графов: маршруты, цепи, циклы и связность.
30. Основные понятия и определения теории графов: Эйлеровы графы.
31. Описание задач оптимизации на графах.
32. Задача о кратчайшем пути.
33. Задача о максимальном потоке в сети.
34. Задачи сетевого планирования и управления.
35. Метод статистического моделирования.
36. Особенности формализации концептуальной модели.
37. Механизмы представления поведения системы.
38. Механизмы задания модельного времени.
39. Представление случайных факторов в имитационной модели.
40. Статистические методы прогнозирования.
41. Последовательное планирование эксперимента.
42. Этапы планирования эксперимента
43. Полный факторный эксперимент и математическая модель.
44. Дробный факторный эксперимент.
45. Виды временных рядов.
46. Методы анализа временных рядов.
47. Линейная однофакторная регрессионная модель. Степенная регрессионная модель.
48. Двухфакторные и многофакторные регрессионные модели.
49. Основные понятия теории массового обслуживания.
50. Базовые модели систем массового обслуживания.
51. Элементы модели управления запасами.
52. Классификация моделей управления запасами.
53. Модели оптимальной партии поставок.
54. Управление запасами при вероятностном спросе.

**Вопросы к зачету с оценкой**  
**(6 семестр, очная форма обучения)**

1. Основные понятия теории управления.
2. Принципы управления.
3. Структура системы управления.
4. Законы управления.
5. Классификация систем управления.
6. Уравнения систем и статики.
7. Передаточные функции.
8. Временные функции.
9. Частотные функции и характеристики.
10. Физический смысл частотных характеристик.
11. Различные типы звеньев и их характеристики.
12. Построение асимптотических логарифмических частотных характеристик.
13. Структурные схемы и дифференциальные уравнения систем управления. Преобразование структурных схем.
14. Вычисление передаточной функции одноконтурной системы.
15. Вычисление передаточной функции многоконтурной системы.
16. Граф системы уравнения.
17. Связь между структурной схемой и графом системы управления.
18. Формула Мейсона.
19. Компьютерное моделирование временных и частотных характеристик системы управления.
20. Определение основных параметров, характеризующих динамическое поведение систем управления.
21. Компьютерное моделирование частотных характеристик типовых динамических звеньев.
22. Определение передаточной функции звена по экспериментальным данным.
23. Настройка ПИД-регулятора системы управления.
24. Моделирование переходных процессов в системе.
25. Математическое определение устойчивости.
26. Основное условие устойчивости.
27. Необходимое условие устойчивости.
28. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Гурвица.
29. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Ляпунова–Шипара.
30. Частотные критерии устойчивости: критерий устойчивости Михайлова.
31. Частотные критерии устойчивости: критерий Найквиста.
32. Определение области устойчивости.

**Вопросы к экзамену**  
**(7 семестр, очная форма обучения)**

1. Состояние равновесия динамической системы.
2. Устойчивость, асимптотическая устойчивость, неустойчивость состояния равновесия.

3. Асимптотическая устойчивость в большом, асимптотическая устойчивость в целом состояния равновесия. Область притяжения.
4. Основные методы анализа устойчивости динамических систем.
5. Знакоопределенная, знакопостоянная и знакопеременная функции.
6. Функция Ляпунова.
7. Теорема Ляпунова об устойчивости.
8. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости. Теорема об асимптотической устойчивости в целом.
9. Теорема Барбашина–Красовского. Теорема Четаева.
10. Линеаризованная система. Характеристическое уравнение.
11. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению.
12. Критерий Гурвица. Метод D-разбиений.
13. Состояния равновесия нелинейных динамических систем.
14. Линеаризованная система. Характеристическое уравнение.
15. Типы и устойчивость состояний равновесия: устойчивый узел, неустойчивый узел.
16. Типы и устойчивость состояний равновесия: устойчивый фокус, неустойчивый фокус.
17. Типы и устойчивость состояний равновесия: седло, центр.
18. Понятие фазовой траектории. Фазовые портреты динамических систем.
19. Использование систем компьютерной математики для исследования устойчивости динамических систем.
20. Изолированная и неизолированная замкнутые фазовые траектории.
21. Предельный цикл. Орбитно-устойчивый предельный цикл.
22. Неустойчивый предельный цикл. Неизолированные замкнутые фазовые траектории.
23. Математические модели в биологии. Основные понятия.
24. Модели популяций: модель Мальтуса, модель Ферхюльста (логистический рост).
25. Классическая модель Лотки–Вольтерры и ее обобщения.
26. Основные факторы внутри- и межпопуляционных отношений.
27. Однофакторные модификации модели Лотки–Вольтерры.
28. Двухфакторные модификации модели Лотки–Вольтерры.
29. Трехфакторные модификации модели Лотки–Вольтерры.
30. Компьютерное моделирование систем популяционной динамики.
31. Вербальные и информационные модели.
32. Классификация информационных моделей по структуре.
33. Классификация информационных моделей по методам обработки.
34. Основные проблемы информационного моделирования.

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **4.1. Основная литература**

1. Семенов А. Г. Математическое и компьютерное моделирование : практикум : [16+] / А. Г. Семенов, И. А. Печерских ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2019. – 237 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574121> (дата обращения: 20.04.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2427-9. – Текст : электронный.

#### 4.2. Дополнительная литература

1. Лисяк Н. К. Моделирование систем : учебное пособие : [16+] / Н. К. Лисяк, В. В. Лисяк. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – Часть 1. – 107 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499733> (дата обращения: 20.04.2024). – Библиогр.: с. 101-102. – ISBN 978-5-9275-2504-1. – Текст : электронный.
2. Ким Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536474> (дата обращения: 20.04.2024).
3. Масина О.Н., Дружинина О.В., Рапопорт Л.Б. Элементы теории устойчивости математических моделей управляемых систем. Учебное пособие. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2019. [https://elsu.ru/uploads/files/2020-04/1586241874\\_maket\\_masina\\_druzhinina\\_rapoport.pdf](https://elsu.ru/uploads/files/2020-04/1586241874_maket_masina_druzhinina_rapoport.pdf)
4. Игонина Е.В. Исследование устойчивости динамических моделей с помощью систем компьютерной математики: учебное пособие. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2020. – 80 с. [https://elsu.ru/uploads/files/2020-12/1607967489\\_igonina-metodichka-2020.pdf](https://elsu.ru/uploads/files/2020-12/1607967489_igonina-metodichka-2020.pdf)

### У. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электрон- ной форме	Доступность
1.	<a href="https://www.intuit.ru/">https://www.intuit.ru/</a>	Национальный открытый университет - организация, предоставляющая с помощью собственного сайта услуги дистанционного обучения по нескольким образовательным программам, многие из которых касаются информационных технологий. Сайт содержит несколько сотен открытых образовательных курсов, по прохождении которых можно бесплатно получить элек-	Свободный доступ

		тронный сертификат. Также возможно платное получение сертификатов о повышении квалификации. Кроме того, организация действует как издательство, выпускающая учебную литературу по курсам.	
--	--	---	--

## **VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

<b>№ пп</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность</b>
1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Гарант.РУ – информационно-правовой портал	Свободный доступ.
3.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	<a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a>	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущая и промежуточная аттестации проводятся в специализированных классах, оснащенных автоматизированными рабочими местами с компьютерами.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.