ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической

работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н.Большаков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.О.02.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ**

Направление подготовки **09.04.03 Прикладная информатика**

Направленность (профиль) **Прикладная информатика в цифровой экономике**

(год начала подготовки – 2022)

Санкт-Петербург

2022

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части) | Индикаторы компетенций (код и содержание) |
| УК-1 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | ИУК-1.1. Знает процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения.ИУК-1.2. Умеет принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем, принятия решений и разработки стратегий.ИУК-1.3. Владеет методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них; методиками постановки цели и определения способов ее достижения; методиками разработки стратегий действий при проблемных ситуациях. |
| ОПК-1 | Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте | ИОПК-1.1. Знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности.ИОПК-1.2. Умеет решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний.ИОПК-1.3. Владеет приемами самостоятельного приобретения, развития и применения математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте. |
| ОПК-2 | Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач | ИОПК-2.1. Знает современные интеллектуальные технологии для решения профессиональных задач.ИОПК-2.2. Умеет обосновывать выбор современных интеллектуальных технологий и программной среды при разработке оригинальных программных средств для решения профессиональных задач.ИОПК-2.3. Владеет приемами разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач. |
| ОПК-4 | Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований | ИОПК-4.1. Знает новые научные принципы и методы исследований.ИОПК-4.2. Умеет применять на практике новые научные принципы и методы исследований.ИОПК-4.3. Владеет приемами применения на практике новых научных принципов и методов исследований. |
| ОПК-7 | Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами | ИОПК-7.1. Знает логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений.ИОПК-7.2. Умеет осуществлять методологическое обоснование научного исследования.ИОПК-7.3. Владеет приемами использования методов научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами. |
| ОПК-8 | Способен осуществлять эффективное управление разработкой программных средств и проектов. | ИОПК-8.1. Знает архитектуру информационных систем предприятий и организаций; методологии и технологии реинжиниринга, проектирования и аудита прикладных информационных систем различных классов; инструментальные средства поддержки технологии проектирования и аудита информационных систем и сервисов; методы оценки экономической эффективности и качества, управления надежностью и информационной безопасностью; особенности процессного подхода к управлению прикладными ИС; современные ИКТ в процессном управлении; системы управления качеством; концептуальное моделирование процессов управления знаниями; архитектуру систем управления знаниями; онтологии знаний; подсистемы сбора, фильтрации, накопления, доступа, генерации и распространения знаний.ИОПК-8.2. Умеет выбирать методологию и технологию проектирования информационных систем; обосновывать архитектуру ИС; управлять проектами ИС на всех стадиях жизненного цикла, оценивать эффективность и качество проекта; применять современные методы управления проектами и сервисами ИС; использовать инновационные подходы к проектированию ИС; принимать решения по информатизации предприятий в условиях неопределенности; проводить реинжиниринг прикладных и информационных процессов; обосновывать архитектуру системы правления знаниями.ИОПК-8.3. Владеет приемами эффективного управления разработкой программных средств и проектов. |

**2. Место дисциплины в структуре ОП**

Цель дисциплины: знакомство обучающихся с теоретическими основами математического моделирования, развитие практических навыков построения моделей реальных экономических, социальных и производственно-технологических систем для проведения собственных научных исследований в финансово-экономической сфере и формирования навыков принятия и реализации управленческих решений.

Задачи дисциплины:

* определение места математического моделирования как метода и средства познания окружающей действительности;
* раскрытие базовых понятий дисциплины;
* изучение компьютерных технологий на материале проблемной среды из области будущей профессиональной деятельности студентов;
* исследование поведения моделей с помощью компьютера;
* анализ результатов математического моделирования и внесение изменений в исходную модель;
* освоение численных методов решения нелинейных уравнений, задач линейной алгебры, задач математической физики и оптимизации на персональном компьютере, являющихся базовыми моделями реальных процессов и явлений;
* формирование умений использования методов математического моделирования в исследовании реальных процессов и явлений; приобретение и совершенствование практических навыков моделирования в программной среде.

Дисциплина относится к обязательной части блока 1. Дисциплины (модули), модуль Математические основы прикладной информатики в цифровой экономике.

Освоение дисциплины и сформированные при этом компетенции необходимы в последующей деятельности.

**3. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов *(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).*

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час |
|  |  | Практическая подготовка |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 48 |
| в том числе: |  |
| Лекции | 16 | - |
| Лабораторные работы / Практические занятия (в т.ч. зачет) | 32/- | 4/- |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 105 |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | 27 |
| контактная работа | 2,35 |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 24,65 |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /з.е.)** | 180/5 |

Заочная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час |
|  |  | Практическая подготовка |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 12 |
| в том числе: |  |
| Лекции | 4 | - |
| Лабораторные работы/ Практические занятия | 8/- | 4/- |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 159 | - |
| **Вид промежуточной аттестации (зачет):** | - |
| контактная работа | - |
| самостоятельная работа по подготовке к зачету | - |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | 9 |
| контактная работа | 2,35 |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 6,54 |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /з.е.)** | 180/5 |

**4. Содержание дисциплины**

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

**4.1 Блоки (разделы) дисциплины.**

|  |  |
| --- | --- |
| № | Наименование блока (раздела) дисциплины |
| 1 | Современное состояние проблемы моделирования систем. |
| 2 | Основные понятия теории моделирования систем. |
| 3 | Математические схемы моделирования систем. |
| 4 | Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем. |
| 5 | Статистическое моделирование систем на ЭВМ. |
| 6 | Инструментальные средства моделирования систем. |
| 7 | Планирование машинных экспериментов с моделями систем. |
| 8 | Обработка и анализ результатов моделирования систем. |
| 9 | Моделирование при принятии решений. |
| 10 | Использование метода моделирования при разработке автоматизированных систем. |

**4.2. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовая работа по дисциплине не предусмотрена учебным планом.

**4.3. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах, обеспечивающих развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств. Практическая подготовка\*.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование блока (раздела) дисциплины** | **Занятия, проводимые в активной и интерактивной формах** | **Практическая подготовка\*** |
| **Форма проведения занятия** | **Наименование видов занятий** |
| 1. | Современное состояние проблемы моделирования систем. | лекция | компьютерные презентации |  |
| 2. | Основные понятия теории моделирования систем. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач |  |
| 3. | Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач | Построение имитационной модели экономического процесса. |
| 4. | Обработка и анализ результатов моделирования систем. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач |  |

**\***Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, **предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.**

**5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**5.1 Темы конспектов:**

1. Современное состояние проблемы моделирования систем.
2. Основные понятая теории моделирования систем.
3. Математические схемы моделирования систем.
4. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем.
5. Статистическое моделирование систем на ЭВМ.
6. Инструментальные средства моделирования систем.
7. Планирование машинных экспериментов с моделями систем.
8. Обработка и анализ результатов моделирования систем.
9. Моделирование систем с использованием типовых математических схем.
10. Моделирование для принятия решений при управлении.
11. Использование метода моделирования при разработке автоматизированных систем.

**5.2. Вопросы и практические задания для подготовки к лабораторным работам:**

**Тема 1. Общие положения.**

1. Общая схема математического моделирования.

2. Вычислительные алгоритмы.

***Практические задачи:***

1. 
2. ****
3. ****

**Тема 2. Приближение таблично заданных функций.**

1. Метод наименьших квадратов.

***Практические задачи:***



****

**Тема 3. Нелинейные уравнения.**

1. Локализация корней.

2. Методы решения нелинейных уравнений.

***Практические задачи:***

1. 
2. 
3. ****

**Тема 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.**

1. Постановка задачи. Метод Гаусса.

2. Итерационные методы. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод релаксации.

***Практические задачи:***

1. 
2. 

**Тема 5. Интерполяция.**

1. Постановка задачи. Общие проблемы интерполяции.

2. Интерполяция обобщенными многочленами. Интерполяционный многочлен Ньютона, Лагранжа.

3. Погрешность интерполяции. Сравнение многочленов Ньютона и Лагранжа.

***Практические задачи:***

Задана таблица значений функции y=ln(x). Найти приближенное значение ln(x) при z=1,23, использую интерполяционные многочлены Ньютона с разделенными разностями Pn(x) для n=0, 1, 2, 3, 4. Оценить погрешность интерполирования.

****

**Тема 6. Численное дифференцирование.**

1. Простейшие формулы численного дифференцирования.

**Тема 7. Численное интегрирование.**

1. Постановка задачи. Построение квадратурных формул. Формула прямоугольника, трапеции, Симпсона.

***Практические задачи:***



**Тема 8. Дифференциальные уравнения.**

1. Основные понятия. Линейные и нелинейные.

2. Решение дифференциального уравнения. Краевая задача.

1. 
2. 

**5.3. Вопросы для устного опроса**

*Тема 1. Современное состояние проблемы моделирования систем.*

1. Методологическая основа моделирования.
2. Определение моделирования.
3. Особенности разработки систем.
4. Особенности использования моделей.
5. Аналитические и имитационные методы.
6. Средства моделирования систем.

*Тема 2. Основные понятия теории моделирования систем.*

1. Объекты моделирования.
2. Подходы к исследованию систем.
3. Стадии разработки моделей.
4. Цели моделирования систем.
5. Классификационные признаки моделей.
6. Математическое моделирование как метод научного познания.
7. Другие виды моделирования.

*Тема 3. Математические схемы моделирования систем.*

1. Математические схемы математического моделирования систем.
2. Формальная модель объекта.
3. Непрерывно-детерминированные модели.
4. Дискретно-детерминированные модели.
5. Сетевые модели.
6. Комбинированные модели.

*Тема 4. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем.*

1. Методологические аспекты моделирования.
2. Требования пользователя к модели.
3. Этапы моделирования систем.
4. Построение концептуальных моделей систем и их формализация.
5. Математические модели процессов.
6. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.
7. Принципы построения моделирующих алгоритмов.
8. Формы представления моделирующих алгоритмов.
9. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.

*Тема 5. Статистическое моделирование систем на ЭВМ.*

1. Общая характеристика метода статического моделирования.
2. Сущность метода статистического моделирования.
3. Примеры статистического моделирования.
4. Моделирование случайных воздействий на системы.
5. Моделирование непрерывных и дискретных случайных величин.

*Тема 6. Инструментальные средства моделирования систем.*

1. Моделирование систем и языки программирования.
2. Особенности использования алгоритмических языков.
3. Основы классификации языков моделирования.
4. Выбор языка моделирования системы.
5. Пакеты прикладных программ моделирования систем.

*Тема 7. Планирование машинных экспериментов с моделями систем.*

1. Методы теории планирования экспериментов.
2. Стратегическое планирование машинных экспериментов.
3. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем.

*Тема 8. Обработка и анализ результатов моделирования систем.*

1. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем на ЭВМ.
2. Задачи обработки результатов моделирования.
3. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования.

*Тема 9. Моделирование для принятия решений при управлении.*

1. Гносеологические и информационные модели при управлении.
2. Модели в адаптивных системах управления.
3. Моделирование с системах управления в реальном масштабе времени.

*Тема 10. Использование метода моделирования при разработке автоматизированных* *систем.*

1. Общие правила построения и способы реализации моделей систем.
2. Моделирование при разработке распределенных автоматизированных систем и информационных сетей.
3. Моделирование при разработке организационных и производственных систем.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

**6.1. Текущий контроль**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | № и наименование блока (раздела) дисциплины | Форма текущего контроля |
| 1 | Разделы 1-10 | Проверка конспектов, практических задач в составе лабораторных работ  |
| 2 | Разделы 1-10 | Устный опрос, тест |

**6.2. Примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

***Темы конспектов.***

Представлены в разделе 5.1.

***Практические задачи***

Представлены в п.5.2.

***Перечень тестовых заданий.***

1. Что является главной отличительной особенностью событийного метода моделирования?

1) выполнение вычислений в модели некоторого компонента, только в том случае, если произошли изменения фазовых переменных на входах этого компонента;

2) имитация событий, происходящих в моделируемом объекте;

3) переход на упрощенную модель при выполнении некоторых заранее заданных условий моделирования;

4) использование в качестве математической модели системы логических уравнений.

Ответ: 1

2. Моделирование – это:

1) процесс замены реального объекта (процесса, явления) моделью, отражающей его существенные признаки с точки зрения достижения конкретной цели;

2) процесс неформальной постановки конкретной задачи;

3) процесс замены реального объекта (процесса, явления) другим материальным или идеальным объектом;

4) процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта.

Ответ: 1

3. Процесс построения модели предполагает:

1) описание всех свойств исследуемого объекта;

2) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;

3) выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;
4) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;

5) выделение не более трех существенных свойств объекта.

Ответ: 2

4. С помощью имитационного моделирования нельзя изучать:

1) демографические процессы, протекающие в социальных системах;

2) тепловые процессы, протекающие в технических системах;

3) инфляционные процессы в промышленно-экономических системах;

4) процессы психологического взаимодействия студентов в группе;

5) траектории движения планет и космических кораблей в безвоздушном пространстве.

Ответ: 4

5. Дайте определение следующему понятию: «Процесс конструирования модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить (в рамках ограничений, накладываемых некоторым критерием или совокупностью критериев) различные стратегии, обеспечивающие функционирование данной системы это?»

1) понятие имитационного моделирования;

2) понятие компьютерного моделирования;

3) понятие статистического моделирования;

4) понятие математического моделирования.

Ответ: 1

6. Дополните предложение: «Разновидность имитационного моделирования, для которой характерно выполнение модели в виртуальном (модельном) времени, не связанном с реальным никакими масштабами называется …»

Ответ: симуляция

7. Иллюзии непрерывного поведения модели позволяет добиться…

1) минимизация шага изменения переменой;

2) максимизация шага изменения переменной;

3) состояние системы.

Ответ: 1

8. Установите соответствие между примерами систем различного вида с точки зрения имитации:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Банк | А | покупатели |
| 2 | Магазин | Б | комплектующие |
| 3 | Больница | В | звонки клиентов |
| 4 | Машина | Г | заказы |
| 5 | Узел связи | Д | пациенты |
| 6 | Завод | Е | клиенты |

1) 1г, 2е, 3д, 4а, 5в, 6б;

2) 1е, 2а, 3д, 4б, 5в, 6г;

3) 1е, 2б, 3д, 4в, 5г, 6б

Ответ: 2.

9. Из перечисленных ниже утверждений выберите цели имитационного моделирования:

1) Построение теории и гипотезы, которые могут описать поведение системы;

2) эффективное управление системой;

3) прогнозирование будущего состояния системы;

4) принятие управленческого решения для экономической системы.

Ответ: 1, 2, 3

10. Установите соответствие вида имитационной модели с ее интерпретацией:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Статистические модели | А | это модели, в которых все фигурирующие переменные непрерывны |
| 2 | Динамические модели | Б | это модели, все переменные и параметры которых являются дискретными величинами |
| 3 | Детерминированные модели | В | модели, которые учитывают случайные факторы, например случайные отклонения параметров от своих номинальных значений из-за технологических разбросов, температурных и временных изменений |
| 4 | Стохастические (вероятностные) модели | Г | в данных моделях игнорируются или моделируются весьма примитивно многие свойства, присущие реальным объектам (например, задержка и нагрузочная способность логических элементов) |
| 5 | Дискретные модели | Д | модели, в которых предоставлена информация о состояниях системы и процессах смены состояний |
| 6 | Непрерывные модели | Е | модели, в которых предоставлена информация об одном состоянии системы |

1) 1е, 2д, 3г, 4в, 5б, 6а;

2) 1е, 2д, 3г, 4в, 5а, 6б;

3) 1е, 2г, 3д, 4в, 5б, 6а.

Ответ: 1

11. Установите последовательность перечисленных 11 этапов имитационного моделирования по К. Шеннону: определение системы; документирование; интерпретация; оценка адекватности, стратегическое планирование, тактическое планирование, экспериментирование, подготовка данных, реализация, формулировка модели, трансляция модели.

Ответ:

1) определение системы

2) формулировка модели

3) подготовка данных

4) трансляция модели

5) оценка адекватности

6) стратегическое планирование

7) тактическое планирование

8) экспериментирование

9) интерпретация

10) реализация

11) документирование

12. Назовите создателей метода Монте-Карло:

1) Л.В. Канторович

2) Дж. Нейман и С. Улама

3) Д. Хикс и Р. Солоу

4) Л. Вальрас

Ответ: 2

13. Как называется численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных величин?

1) Формула Поллачека-Хинчина

2) симплексный метод

3) метод Монте-Карло

Ответ: 3

14. Какие из перечисленных ниже определений соответствуют понятию «системы массового обслуживания» (СМО)?

1) Это метод исследования, заключающийся в имитации на ЭВМ процесса функционирования системы или отдельных ее элементов;

2) Объект (предприятие, организация), деятельность которого связана с многократной реализацией исполнения однотипных задач и операций;

3) Набор состояний системы, соответствующий упорядоченному изменению параметров системы. Параметры в системе могут меняться как непрерывно, так и дискретно;

4) Динамические системы, предназначенные для эффективного обслуживания потока заявок при ограниченных ресурсах системы.

Ответ: 2, 4

15. Как называются обслуживающие единицы, из которых состоит каждая СМО?

1) Функциями обслуживания;

2) Сигналами обслуживания;

3) Параметрами обслуживания;

4) Каналами обслуживания.

Ответ: 4

16. Установите соответствие между основными компонентами СМО и их определением:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | входной поток поступающих требований или заявок на обслуживание | А | определяет принцип, в соответствии с которым поступающие на вход обслуживающей системы требования подключаются из очереди к процедуре обслуживания |
| 2 | дисциплина очереди | Б | определяет последовательность моментов поступления требований на обслуживание и количество таких требований в каждом очередном поступлении «вероятностное распределение моментов поступления требований |
| 3 | механизм обслуживания | В | определяется характеристиками самой процедуры обслуживания и структурой обслуживающей системы. |

1) 1А, 2Б, 3В;

2) 1А, 2В, 3Б;

3) 1Б, 2А, 3В;

4) 1В, 2Б, 3А.

Ответ: 3

17. В какой системе массового обслуживания (CМО) предполагается, что у входа в блок обслуживания формируется несколько очередей. В каждой очереди собираются требования, имеющие одинаковый уровень предпочтения при обслуживании?

1) Одноканальная СМО с ожиданием;

2) Одноканальная СМО с неограниченной очередью;

3) N-канальная СМО с отказами;

4) Системы массового обслуживания с приоритетами.

Ответ 4

***Вопросы для устного опроса***

Представлены в разделе 5.3.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| печатные издания | ЭБС (адрес в сети Интернет) |
| 1. | Математическое моделирование нелинейных процессов: учебник для вузов | Лобанов А.И. Петров. И.Б. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/491085> |
| 2. | Основы математического моделирования социально-экономических процессов: учебник и практикум для вузов | Дубина И.Н. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/488340> |
| 3. | Введение в математическое моделирование: учебное пособие для вузов | Зализняк В. Е., Золотов О. А. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/488304> |
| 4. | Математическое моделирование: учебное пособие для вузов | Рейзлин В. И.  | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/490343> |
| 5. | Имитационное моделирование систем: учебное пособие для вузов | Боев В. Д.  | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/492781> |
| 6. | Имитационное моделирование: учебное пособие для вузов  | Древс Ю.Г., Золотарёв В.В. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/495094> |
| 7. | Моделирование систем: учебник для академического бакалавриата  | Советов Б. Я., Яковлев С. А. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/488217> |

**8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. «НЭБ». Национальная электронная библиотека. – Режим доступа: [http://нэб.рф/](http://www.biblioclub.ru/)

2. «eLibrary». Научная электронная библиотека. – Режим доступа: [https://elibrary.ru](https://elibrary.ru/)

3. «КиберЛенинка». Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>

4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». – Режим доступа: [http://www.biblioclub.ru/](http://www.knigafund.ru/)

5. Российская государственная библиотека. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

**9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ:**

В ходе осуществления образовательного процесса используются следующие информационные технологии:

- средства визуального отображения и представления информации (LibreOffice) для создания визуальных презентаций как преподавателем (при проведении занятий) так и обучаемым при подготовке докладов для семинарского занятия.

- средства телекоммуникационного общения (электронная почта и т.п.) преподавателя и обучаемого.

- использование обучаемым возможностей информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» при осуществлении самостоятельной работы.

**9.1. Требования к программному обеспечению учебного процесса**

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

* Windows 10 x64
* MicrosoftOffice 2016
* LibreOffice
* Firefox
* GIMP

**9.2. Информационно-справочные системы (при необходимости):**

Не используются

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Для изучения дисциплины используется следующее оборудование: аудитория, укомплектованная мебелью для обучающихся и преподавателя, доской, ПК с выходом в интернет, мультимедийным проектором и экраном.

Для самостоятельной работы обучающихся используется аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами (ПК с выходом в интернет и обеспечением доступа в электронно-информационно-образовательную среду организации).