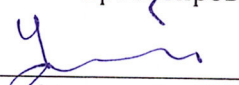


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:
Зав. кафедрой компьютерных
интеллектуальных технологий
проектирования


М.И. Чижов
«21» декабря 2021 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Системный анализ и моделирование интеллектуальных систем»

Направление подготовки: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Искусственный интеллект

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 5 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2022

Составитель:
ЭМИНОВ С.И., ПРОФЕССОР
КАФ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ (НГУ)
Ершов Евгений Валентинович, д.т.н., профессор, директор
института информационных технологий, зав. кафедрой МПО ЭВМ ЧГУ

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Пытьев, Ю.П. Вероятность, возможность и субъективное моделирование в научных исследованиях: математические и эмпирические основы, приложения / Ю.П. Пытьев. – Москва: Физматлит, 2017. – 257 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485325> (дата обращения: 21.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1766-1. – Текст: электронный.
2. Ловцов, Д.А. Системный анализ: учебное пособие / Д.А. Ловцов; Российский государственный университет правосудия. – Москва: Российский государственный университет правосудия (РГУП), 2018. – Ч. 1. Теоретические основы. – 224 с.: схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560886> (дата обращения: 15.09.2020). – Библиогр.: с. 178-181. – ISBN 978-5-93916-701-7. – Текст: электронный.
3. 5. Теория систем и системный анализ: учебник: [16+] / С.И. Маторин, А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец и др.; под ред. С.И. Маторина. – Москва; Берлин: ДиректмедиаПаблицинг, 2020. – 509 с.: 509 – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574641> (дата обращения: 15.09.2020). – Библиогр.: с. 477-489. – ISBN 978-5-4499-0675-5. – DOI 10.23681/574641. – Текст: электронный
4. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ: учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – 5-е изд., стер. – Москва: Дашков и К°, 2020. – 644 с.: ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573179> (дата обращения: 15.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-03716-0. – Текст: электронный.
5. Поликарпов, В.С. Прикладная философия: учебное пособие для магистрантов и аспирантов / В.С. Поликарпов, Е.В. Поликарпова, В.А. Поликарпова; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. – 298 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499986> (дата обращения: 15.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2581-2. – Текст: электронный.
6. Методика и организация самостоятельной работы: учебно-метод. пособие / Е.В. Ершов, Л.Н. Виноградова и др. Череповец: ЧГУ. – 2015. – 262 с. 19.
7. О.В. Юдина, О.С. Сальникова Модуль: Методологический. Методические указания к выполнению лабораторных работ и практических занятий. Образовательный портал ЧГУ edu.chsu.ru / MS Teams.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

**Учебно-методические указания и рекомендации
к изучению тем лекционных и практических занятий,
самостоятельной работе студентов**

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зап.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия теории моделирования систем	Понятие модели и моделирования, использование моделирования при исследовании и проектировании сложных интеллектуальных систем, принципы системного подхода в моделировании интеллектуальных систем, классификация видов моделирования интеллектуальных систем, возможности и эффективность моделирования интеллектуальных систем на ЭВМ.	4	4	14	22
2	Математические схемы моделирования систем	Основные подходы к построению математических моделей систем, непрерывно-детерминированные модели (D-схемы), дискретно-детерминированные модели (F-схемы), дискретно-стохастические модели (P-схемы), непрерывно-стохастические модели (Q-схемы), сетевые модели (N-схемы), комбинированные модели (A-схемы)	6	4	14	24
3	Системы и закономерности их функционирования и развития	Понятие о системе, понятия, характеризующие строение, функционирование и развитие систем, виды и формы представления структур, классификация систем, закономерности систем.	4	6	16	26
4	Методы и модели теории систем и системного анализа	Проблема принятия решения, подходы к анализу и проектированию систем, классификация методов моделирования систем, методы формализованного представления систем, методы активизации использования интуиции и опыта специалистов, выбор методов моделирования интеллектуальных систем	6	4	16	26
5	Методы математического программирования в системном анализе	Понятие математического программирования и особенности его применения в системном анализе, линейное программирование в системном анализе, симплекс метод, двойственная задача	6	6	16	28

6	Когнитивное моделирование. Теория игр	Понятие когнитивного моделирования и его модификации, принятие решений в условиях неопределенности. Основные понятия теории игр. Решения игр в смешанных стратегиях.	4	6	16	26
7	Имитационное моделирование	Имитационное и статистическое моделирование, моделирование дискретной случайной величины, моделирование непрерывной случайной величины, моделирование систем массового обслуживания, основные понятия языка GPSS	6	6	16	28
Итого			36	36	108	180

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия теории моделирования систем	Понятие модели и моделирования, использование моделирования при исследовании и проектировании сложных интеллектуальных систем, принципы системного подхода в моделировании интеллектуальных систем, классификация видов моделирования интеллектуальных систем, возможности и эффективность моделирования интеллектуальных систем на ЭВМ.	1	-	27	28
2	Математические схемы моделирования систем	Основные подходы к построению математических моделей систем, непрерывно-детерминированные модели (D-схемы, дискретно-детерминированные модели (F-схемы), дискретно-стохастические модели (P-схемы), непрерывно-стохастические модели (Q-схемы), сетевые модели (N-схемы), комбинированные модели (A-схемы)	1	-	27	28
3	Системы и закономерности их функционирования и развития	Понятие о системе, понятия, характеризующие строение, функционирование и развитие систем, виды и формы представления структур, классификация систем, закономерности систем.	2	-	27	29
4	Методы и модели теории систем и системного анализа	Проблема принятия решения, подходы к анализу и проектированию систем, классификация методов моделирования систем, методы формализованного представления систем, методы активизации использования интуиции и опыта специалистов, выбор методов моделирования интеллектуальных систем	2	2	28	32
5	Методы математического программирования в системном анализе	Понятие математического программирования и особенности его применения в системном анализе, линейное программирование в системном анализе, симплекс метод, двойственная задача	-	2	28	30
6	Когнитивное моделирование. Теория игр	Понятие когнитивного моделирования и его модификации, принятие решений в условиях неопределенности. Основные понятия теории игр. Решения игр в смешанных стратегиях.	-	2	28	30
7	Имитационное моделирование	Имитационное и статистическое моделирование, моделирование дискретной случайной величины, моделирование непрерывной случайной величины, моделирование систем массового обслуживания, основные понятия языка GPSS	-	2	28	30
Итого			6	8	193	207

Темы практических занятий

Практическое занятие № 1.

Симплекс метод для задачи линейного программирования.

Описать алгоритм симплекс метода на примере нахождения максимума целевой функции

$$F(x) = 9x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 3x_4 + 2x_5 \rightarrow \max$$

При ограничениях

$$x_1 - 2x_2 + 2x_3 \leq 6.$$

$$2x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 2430,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0.$$

Контрольные вопросы:

1. Что является множеством допустимых значений задач линейной оптимизации?
2. Где достигается экстремум линейной целевой функции?
3. Какой столбец называется разрешающим?
4. При каком условии линейная функция является неограниченной на многограннике решений?
5. Какие методы решения задач линейного программирования вы знаете?

Практическое занятие № 2.

Решение задач теории игр в смешанных стратегиях

а) Найти оптимальные стратегии игроков в игре с платежной матрицей

$$\begin{matrix} & \text{I} & \text{II} \\ \text{I} & -3 & -2 \\ \text{II} & 0 & 5 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} & \text{I} & \text{II} \\ \text{I} & 0 & 5 \\ \text{II} & 2 & 3 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} & \text{I} & \text{II} \\ \text{I} & 0 & 5 \\ \text{II} & 2 & 3 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} & \text{I} & \text{II} \\ \text{I} & 0 & 5 \\ \text{II} & 2 & 3 \end{matrix}$$

б) Найти смешанные стратегии игроков в игре с платежной матрицей

$$\begin{matrix} & \text{I} & \text{II} \\ \text{I} & 8 & 3 \\ \text{II} & 5 & 9 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} & \text{I} & \text{II} \\ \text{I} & 8 & 3 \\ \text{II} & 5 & 9 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} & \text{I} & \text{II} \\ \text{I} & 8 & 3 \\ \text{II} & 5 & 9 \end{matrix}$$

□

Контрольные вопросы:

1. Что такое смешанная стратегия?
2. На что указывает теорема о максимине?
3. Каким свойством обладает оптимальное решение игры?
4. Условия применения смешанных стратегий.

Практическое занятие № 3.

Моделирование дискретной случайной величины.

Смоделировать дискретную случайную величину, с законом распределения

X	4	-7	6
P	0.4	0.1	0.5

Контрольные вопросы:

1. Что такое распределение случайной дискретной величины?
2. Что такое дискретная случайная величина? Дайте развернутый ответ.
3. Каков алгоритм получения случайных величин на ЭВМ?
4. Раскройте понятие «методы генерации псевдослучайных чисел с заданным законом распределения».
5. Что такое метод инверсии?
6. Что значит «моделирование случайной величины равномерной на (a, b)»?

Практическое занятие № 4.

Моделирование непрерывной случайной величины

Смоделировать непрерывную случайную величину, с плотностью вероятности

$$\begin{aligned}
 & \square 0, x < 0, f(x) \\
 &) = \square 4x^3, 0 \leq x < 1, \\
 & \square 0, x \geq 1
 \end{aligned}$$

Контрольные

вопросы:

1. Дайте определение основных числовых характеристик случайной величины (математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, мода, медиана). Каков их вероятностный смысл?
2. Что называется размахом выборки?
3. Опишите алгоритм моделирования непрерывной случайной величины.

Практическое занятие № 5.

Имитационное моделирование на языке GPSS

В трехканальную систему массового обслуживания с отказами поступает пуассоновский поток заявок. Время между поступлениями заявок распределено по показательному закону

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, x \geq 0, \lambda > 0, x \geq 0.$$

Длительность обслуживания каждой заявки равно 0,5 мин. Найти методом моделирования математическое ожидание числа обслуженных заявок за 4 мин.

Контрольные вопросы:

1. Что относится к стандартным числовым атрибутам объектов?
2. Что относится к системным числовым атрибутам объектов?
3. Что описывают транзакты?
4. Какие основные функции блоков Вы знаете?
5. Для чего используются логические ключи?

Практическое занятие № 6.

Моделирование систем массового обслуживания на языке GPSS.

Обслуживание автомобилей на станции производится с интервалом (6 ± 2) . Клиенты приходят с интервалом (4 ± 2) мин. Смоделировать обслуживание 10 машин. Контрольные вопросы:

1. В чем заключается работа GPSS модели?
2. Какие особенности таймера модельного времени Вы знаете?
3. Каковы различия между реальным и модельным временем?
4. В каком виде чаще всего представляется модель системы массового обслуживания?

- 1 Математическое моделирование. Аналитическое моделирование. Имитационное моделирование. Комбинированное моделирование
- 2 Равномерное распределение. Нормальное распределение. Распределение «хиквадрат», Стьюдента, Фишера-Снедекора
- 3 Формирование равномерно распределенных случайных чисел. Метод квадратов. Метод произведений. Конгруэнтные методы
- 4 Проверка генераторов равномерно распределенных псевдослучайных чисел.
Проверка на периодичность. Проверка на случайность. Проверка на случайность.
Проверка на равномерность
- 5 Методы формирования псевдослучайных чисел с заданным законом распределения. Аналитический метод. Метод Суперпозиции. Метод Композиций
- 6 Моделирование многоканальных систем массового обслуживания с отказами
- 7 Понятие доверительного интервала. Проверка статистических гипотез

Вопросы для коллоквиума:

- 1 Что такое требование к системе?
- 2 Что собой представляют прямая и обратная задачи исследования интеллектуальных систем?
- 3 Что такое аналитическая модель и методы, используемые при её построении?
- 4 Какие Вы знаете основные методы моделирования?

Средства контроля качества обучения

Вопросы к

экзамену 1 Раскройте понятия системного анализа 2

Что такое проблема?

- 3 Что такое требование к системе?
- 4 Как формируется цель системы?
- 5 Какие структуры целей Вы знаете?
- 6 Какие основные этапы решения проблемы могут быть?
- 7 Что собой представляют требования при решении задачи внесения структуры в слабоструктурированный процесс?

- 8 Что такое закон необходимого разнообразия, сформулированный У.Р. Эшби?
- 9 Что собой представляют прямая и обратная задачи исследования интеллектуальных систем?
- 10 Каковы этапы исследования интеллектуальных систем?
- 11 Что такое словесная постановка задачи?
- 12 Что понимается под показателем эффективности функционирования интеллектуальной системы и целевой функции?
- 13 Что собой представляют основной и дополнительные, главный и частные показатели эффективности?
- 14 В чем суть математической постановки задачи?
- 15 Дайте определение модели и моделированию функционирования системы
- 16 Какова классификация моделей?
- 17 Какова роль моделей при исследовании интеллектуальных систем?
- 18 Что такое аналитическая модель и методы, используемые при её построении?
- 19 Что такое имитационная модель и этапы ее построения?
- 20 Какие Вы знаете основные методы моделирования? 21 В чем проблемы адекватности модели и пути ее решения?