

Ключові слова

Модель, система керування, об'єкт, функціонал перетворення, вербальні моделі, формальні моделі, алгоритмічні моделі, фізичні моделі, аналогові моделі, масштабні моделі, геометричні моделі, структурні моделі, функціональні моделі, інформаційні моделі, моделі статистики, моделі динаміки, детерміновані моделі, стохастичні моделі, нечіткі моделі, узагальнені моделі, комплексні моделі, аналітичні моделі, імітаційні моделі, адекватність моделі, точність моделі, похибка моделі, абсолютна похибка, відносна похибка, зведена похибка, максимальна похибка, середня похибка, середня квадратична похибка, методична похибка, обчислювальна похибка, похибки від невизначеності початкових даних, економічність моделі, ступінь універсальності моделі, ізоморфізм, гомеоморфізм, теорія подібності, умови подібності, критерій подібності, синтез, аналіз, теорія моделей, універсальна алгебра, алгебраїчна система, клас, топологічний простір, топологія, метрика.

Невизначеність, алгоритмічна невизначеність, параметрична невизначеність, структурна невизначеність; стохастична невизначеність, випадкова величина, закон розподілу випадкової величини, ймовірність, функція розподілу, диференціальна функція розподілу, функція щільності ймовірності, випадковий процес, стохастичний процес, реалізація випадкової функції, початкові моменти розподілу, центральні моменти розподілу, середнє випадкового процесу, дисперсія, кореляційна функція, стаціонарний процес, ергодичний процес; хаос; експерт, нечітка логіка, нечітка множина, універсальна множина, ступінь належності, функція належності, лінгвістична змінна, терм-множина, нечітке відношення, фазифікація, дефазифікація, α -рівень, max-min композиція, нечіткий логічний висновок, носій нечіткої множини, нечітке число, перетворення стохастичних даних, нелінійне статичне перетворення, лінійне динамічне перетворення, нелінійне динамічне перетворення, рівняння Колмогорова, рівняння Фоккера–Планка, інтегральний оператор, ядро оператора, доповнення нечіткої множини, перетин нечітких множин, об'єднання нечітких множин, принцип узагальнення Заде, комбінована невизначеність, T-норма, метод узагальнювальних функцій, унарна операція, бінарна операція, відношення рівності, відношення нерівності, загострення, операторний метод, декомпозиція, властивості узагальнювальних функцій.

Контрольні питання і завдання для самостійної роботи

1. Що таке модель?
2. В чому суть процесу моделювання?
3. Що таке функціонал?
4. При моделюванні об'єкт відображається у моделі. А чи існує обернене відображення?
5. Поясніть терміни:
 - вербальна модель,
 - модель статистики,

- формальна модель,
- алгоритмічна модель,
- фізична модель,
- аналогова модель,
- масштабна модель,
- геометрична модель,
- структурна модель,
- функціональна модель,
- інформаційна модель,
- модель динаміки,
- детермінована модель,
- стохастична модель,
- нечітка модель,
- узагальнена модель,
- комплексна модель,
- аналітична модель,
- імітаційна модель.

6. Як визначається адекватність моделі, чим вона характеризується?
7. Дайте означення основних характеристик точності моделі?
8. Що є джерелами похибок моделювання?
9. Якими якісними показниками характеризується модель?
10. Дайте означення адекватності, точності та складності моделі.
11. Дайте означення гомеоморфізму і ізоморфізму.
12. Який вид моделей є ізоморфним оригіналу?
13. Клонування людини – це гомеоморфне чи ізоморфне моделювання?
14. Як пов'язані поняття гомеоморфізму і методичних похибок моделі?
15. Як визначити, чи є подібними об'єкт і модель?
16. Чому критерій подібності має бути безрозмірним?
17. Чи можна говорити про подібність, якщо модель відображає нечислові характеристики об'єкта (наприклад, структурна модель)?
18. Якщо виконуються умови подібності, то чи можна казати про ізоморфізм моделей?
19. Що спільного є між поняттями „аналіз і синтез моделі” і технологіями розробки програм „знизу догори” та „згори до низу”?
20. Які типи моделей є основними у схемотехніці, програмуванні, фізиці, архітектурі, а які допоміжними?
21. Чим відрізняється метричний простір від топологічного?
22. У якому просторі – топологічному чи метричному, розглядаються структурні моделі? А функціональні моделі?
23. Чим відрізняється випадкова величина і випадковий процес?
24. Що може стати джерелом стохастичної невизначеності в системі керування?
25. Що спільного і чим відрізняються спектр і спектральна щільність потужності сигналу?
26. Як отримати кореляційну функцію, якщо відома спектральна щільність потужності?
27. Чим відрізняється математичне сподівання від середнього значення?
28. Як Ви думаєте, чому S_{xx} назвали „спектральною щільністю потужності”?
29. Що спільного і чим відрізняються випадкові і нечіткі величини?

30. Що є джерелом нечіткості?
31. Перевірте, чи можна подати операції звичайної логіки (п.3.1) як max-min композицію?
32. Наведіть приклади застосування нечітких чисел і нечітких лінгвістичних даних?
33. Чи утворює терм-множина метричний або топологічний простір?
34. Для яких статистичних характеристик вихідних сигналів перетворювачів існують методи оцінювання?
35. Чому функція розподілу ймовірності сигналу на виході лінійного динамічного перетворювача завжди наближається до нормального?
36. Як визначити спектральну щільність потужності, якщо відома двовимірна функція розподілу ймовірностей?
37. Знайдіть добуток нечітких чисел x_1 і x_2 , якщо кожне з них має трикутну функцію належності у діапазоні $(x_{max} \pm 2)$, причому $x_{1max}=3$, $x_{2max}=4$. Порівняйте результати трьох методів узагальнення.
38. Наведіть приклади систем контролю та керування з комбінованою невизначеністю.
39. На чому ґрунтується параметричний опис структурної невизначеності?
40. Що таке T-норма?
41. Як, на Вашу думку, можна описати зв'язок невизначених даних, які задані узагальнювальними функціями?

Література

1. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.
2. Букетов А. В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів та систем : навчальний посібник / Букетов А. В. – Тернопіль : СМП „Тайп“, 2009. – 260 с.
3. Коршунов Ю. М. Математические основы кибернетики / Коршунов Ю. М. – М. : Энергия, 1972. – 376 с.
4. Лапа В. Г. Математические основы кибернетики / Лапа В. Г. – К. : Вища школа, 1974. – 452 с.
5. Лежнюк П. Д. Аналіз чутливості оптимальних рішень в складних системах критеріальним методом / Лежнюк П. Д. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 131с.
6. Математическая энциклопедия: В 6 томах. [Под ред. И.М.Винаградова]. – М.: Советская энциклопедия, 1984.

7. Нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / [Аверкин А. Н., Батыршин И. З., Блишун А. Ф. и др.]; под ред. Поспелова Д. А. – М. : Наука, 1986. – 312 с.
8. Бухарев Р. Г. Основы теории вероятностных автоматов / Бухарев Р. Г. – М. : Наука, 1985. – 288 с.
9. Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Вентцель Е. С. – М. : Наука, 1964. – 576 с.
10. Вентцель Е. С. Теория случайных процессов и её инженерные приложения / Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. – М. : Наука, 1991. – 384 с.
11. Воронов А. А. Теория автоматического управления : в 2-х томах / Воронов А. А. – М. : Энергия, 1986. – Т. 2 – 503 с.
12. Дубовой В. М. Моделювання систем керування в умовах невизначеності : монографія / Дубовой В.М., Глонь О.В. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 169 с.
13. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Заде Л. – М. : Мир, 1976. – 167 с.
14. Иванова В. М. Математическая статистика / Иванова В. М., Калинина В. Н., Нешумова Л. А., Решетникова И. О. – М. : Высш. школа, 1981. – 371 с.
15. Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей / Колмогоров А. Н. – М. : Наука, 1974. – 120 с.
16. Лапа В. Г. Математические основы кибернетики / Лапа В. Г. – К. : Вища школа, 1974. – 452 с.
17. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники / Левин Б. Р. – М. : Сов. радио, 1974. – 552 с.
18. Маликов В. Т. Анализ измерительных информационных систем / Маликов В. Т., Дубовой В. М., Кветный Р. Н., Исмагуллаев П. Р. – Ташкент : ФАН, 1984. – 176 с.
19. Нечёткие множества и теория возможностей. Последние достижения: / [Пер. с англ. Под ред. Р. Р. Ягера.] – М. : Радио и связь, 1986. – 408 с.
20. Пугачев В. С. Теория вероятностей и математическая статистика / Пугачев В. С. – М. : Наука, 1979. – 496 с.
21. Романовский И. В. Дискретный анализ / Романовский И. В. – СПб. : Невский диалект, 2000. – 240 с.
22. Ротштейн А. П. Нечёткая надежность алгоритмических процессов / Ротштейн А. П., Штовба С. Д. – Винница : Континент-ПРИМ, – 1997.– 142 с.
23. Трауб Дж. Информация, неопределённость, сложность / Трауб Дж., Васильковский Г., Вожняковский Х. – М. : Мир, – 1988. – 183 с.
24. Штовба С. Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB / Штовба С. Д. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

25. Аверкин А. Н. Триангулярные нормы в системах искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин, В. В. Костерев // Известия Академии наук. Теория и системы управления, 2000. – №5. – С. 106–109.
26. Прийняття рішень в управлінні розгалуженими технологічними процесами : монографія / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, І. В. Пилипенко, М. М. Байас. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 223 с.
27. Оборский Г. А. Моделирование систем : монография / Г. А. Оборский, А. Ф. Дащенко, А. В. Усов, Д. В. Дмитришин. – Одесса, “Астропринт”, 2013. – 664 с.
28. Усов А. В. Математическое моделирование технических систем / Вайсман В. А., Дмитришин Д. В., Плотникова Л. И., Оборский Г. А. – К. : Техника, 1995. – 328 с.
29. Усов А. В. Вероятностно-аналитическое моделирование технико-экономических систем : монография в 2-х частях / Третьяк А. И., Коновалов А. Л., Дубров К. А. – Одесса : Астропринт, 2003. – 224 с., 440 с.
30. Усов А.В. Моделирование систем с распределенными параметрами : монография / А. В. Усов, А. Н. Дубров, Д. В. Дмитришин. – Одесса : Астропринт, 2002. – 664 с.
31. Усов А. В. Математичні методи моделювання : підручник / А. В. Усов, О. С. Савельєва, І. І. Становська. – Одеса : Пальміра, 2011. – 500 с.
32. Усов А. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения и их приложения : учебное пособие / Д. В. Дмитришин, А. В. Усов, Ю. А. Морозов, В.В. Перстнева. – Одесса : Астропринт, 2008.– 440 с.
33. Арнольд В. И. Теория катастроф. – М. : Наука, 1990. – 128 с.
34. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1971, 240 с.