

Конспект

Моделиране на технологични процеси

1. Общи сведения за моделите и компютърното моделиране

- 1.1 Методология на компютърното моделиране
- 1.2 Определение за понятието "модел" и класификация на моделите
- 1.3 Общи сведения за методите за построяване на математически модели на технологични обекти;
- 1.4 Класификация на математическите модели
- 1.5. Технологични процеси и производство
- 1.6. Класификация на моделите на технологични процеси
- 1.7. Приложение на моделите на технологични процеси
- 1.8. Експериментално и теоретично моделиране на технологични процеси

2 Експериментални методи за построяване на модели на технологични обекти

3. Изграждане на математически модели на статистически обекти.

- 3.1. Подготовка и планиране на експеримента
- 3.2. Обработка на експерименталните данни и построяване на математическия модел.

4. Аналитичен метод за построяване на технологичен обект.

1. Изучаване на обекта
2. Съставяне на структурна схема на обекта
3. Съставяне на математическо описание на отделни звена
4. Определяне параметрите на звената от модела.
5. Съставяне и анализ на уравненията от модела технологичния обект
6. Избор на метод и разработка на изчислителен алгоритъм за решаване на уравненията от математическия модел.
7. Оценка точността на математически описания обект.

5. Моделиране на непрекъснати технологични процеси (НТП)

- 5.1. Принципи при моделиране на НТП
- 5.2. Модели на НТП със съсредоточени параметри
- 5.2. Моделиране на основата на физични аналогии

6. Моделиране на електрически вериги. Преходни процеси и синтез на линейни радиотехнически вериги

- 6.1. Изследване на в преходни процеси в линейни вериги
- 6.2. Анализ на преходни процеси по метода на решаване на линейни диференциални уравнения;
- 6.3. Моделиране на RC, RL и RLC вериги;
- 6.4. Изследване въздействието на хармонично е.д.н, върху колебателен контур.
- 6.5. Математически модели на електромеханични системи в пространство на състоянието;

7. Моделиране на разпределени системи. Примери на математически модели на технологични обекти

- 7.1 Модел на периодичен процес за разтваряне на смеси от полидисперсни частици
- 7.2 Модел на процеса на сушене дисперсни материали в неподвижен слой
- 7.3. Моделиране процесите на дифузия на газ в границите на тръба.
- 7.4. Нелинеен модел на топлопроводността (дифузия).
- 7.5. Алгоритъм за числено решаване на краевата задача на топлопроводността (дифузия).
- 7.6. Математическо описание процеса на сушене на дисперсни материали

8. Моделиране на разпределени системи. Моделиране и управление на периодичен процес

- Обект за изследване на химически реактор с периодично действие с бъркалка и риза.
- Анализ на технологическия апарат като обект за управление
- Математическо описание на динамичният обект за управление
- Изследване динамиката на обекта за управление
- Изследване на преходните процеси в автоматичната система за регулиране

9. Моделиране на разпределени системи. Моделиране на математическите процеси на топлообмен в топлообменник от вида “тръба в тръба”

- 9.1. Описание на топлообменника.
- 9.2. Описание работата на обекта.
- 9.3. Топлинен разчет на топлообменник «тръба в тръба».
- 9.4. Уравнение на динамиката на процеса по топлопредаване.
- 9.5. Уравнение на потока в тръбата
- 9.6. Уравнение за стените на тръбата
- 9.7. Уравнение на потока в межтръбното пространство
- 9.8. Уравнение на динамиката.

10. Моделиране на разпределени системи. Моделиране на тризонна дифузионна пещ

- 10.1. Синтез на система за автоматично управление на тризонна дифузионна пещ;
- 10.2. Предназначение и технологично описание на обекта;
- 10.3. Математично описание

11. Моделиране динамиката на електромеханични системи. Моделиране на динамиката на изпълнителни двигатели;

- Моделиране динамиката на изпълнителен двигател с котвено управление;
- Моделиране динамиката на асинхронен изпълнителен двигател;
- Моделиране на динамиката на синхронен изпълнителен двигател;
- Моделиране динамиката на стъпков двигател;
- Моделиране на динамиката на тахоенератор;

12. Моделиране на динамиката на процеси в хидравлична система водна помпа-напорен тръбопровод водна турбина синхронен генератор

- 12.1 Начини за използване на водната енергия товарови диаграми. начини на акумулиране на водната енергия и видове мощности.
- 12.2 Типове водни турбини.
- 12.3 Механизми за регулиране на дебита.
- 12.4 Регулатори на налягане и скорост.
- 12.5. Модели на агрегатите в системата:
 - Уравнение на хидроцилиндъра;
 - Уравнение на дебита през водната турбина;
 - Уравнение на обекта на регулиране (водна турбина);
 - Уравнение на обратната връзка;
 - Уравнение на водната помпа;
 - Уравнение на тръбопровода и загубите;
 - Уравнение на сумиращо устройство;
 - Уравнение на електронен регулатор;
 - Уравнение на сервоклапана и електромеханичен преобразувател;
 - Уравнения на автоматичния регулатор;
- 12.6. Преходни процеси при турбулентен режим на течението.
 - Записване на уравненията описващи системата;
 - Уравнения на статиката;
 - Уравнения на динамиката;
- 12.7. Съставяне на математичен модел на системата.
- 12.8. Динамично изследване на системата – области на устойчивост и преходни процеси.
 - Математичен модел, описващ работата на отворената система в динамичен режим;
 - Математичен модел, описващ работата на затворената система в динамичен режим;
- 12.9 Линеаризиран модел на системата.
 - Линеаризиран модел на системата в операторен вид;
 - Предавателна функция на отворената система;
 - Предавателна функция на затворена система;
 - Област на устойчивост;

13. Моделиране на биотехнологични процеси

1. Основни видове биотехнологични процеси - периодични, полупериодични и непрекъснати.
2. Основни балансни модели на периодични биотехнологични процеси като обекти за автоматично управление в биореактори с идеално смесване. Извеждане и устойчивост.
3. Основни балансни модели на полупериодични и непрекъснати биотехнологични процеси като обекти за автоматично управление в биореактори с идеално смесване. Извеждане и устойчивост. Линеаризация на моделите.
4. Оценяване на коефициентите в нелинейни модели на биотехнологични процеси.
5. Моделиране на биореактори с разпределени параметри.
6. Примери.

14 Моделиране на технологични процеси при биологично пречистване на отпадни води

1. Основи на биологичното пречистване на отпадни води като най-естествен и перспективен метод на екологическата биотехнология.
2. Основни модели на аеробни ТП за биологично пречистване на отпадни води в биореактори и биобасейни . Извеждане на основата на масовия баланс. Оценяване на коефициентите на нелинейните модели. Линеаризация на моделите.
3. Основни модели на анаеробни ТП за биологично пречистване на отпадни води в биореактори. Извеждане на основата на масовия баланс. Оценяване на коефициентите на нелинейните модели. Линеаризация на моделите.
4. Примери.

15. Моделиране на системи с апарата на изкуствените невронни мрежи (ИНМ).

- Въведение
- Паралел с биологията
- Базов изкуствен модел
- Използване на невронните мрежи
- Подбор на данни за невронната мрежа
- Видове невронни мрежи
- Многослоен перцептрон (mlp)
- Обучение на многослойният перцептрон
- Алгоритъм за обратно разпространение
- Временни асоциативни паметни
- Теория на адаптивния резонанс (art)
- Самоорганизиращи се карти
- Изграждане на невронни мрежи
- Обучение и подготовка на невронните мрежи

ЛИТЕРАТУРА

1. Ст. Джиев, Моделиране и оптимизация на процеси, София 2004
2. Цонков С., Д.Филев, И.Симеонов, Л.Ваклев, Управление на биотехнологични процеси, София, Техника 1992г.
3. Симеонов И, Н.Нойкова, Моделиране на екосистеми, ТУ-София, 1998 г.
4. Радев Р., Теория на управлението – Част 1, Габрово, 1999 г.
5. Радев Р., Въведение в теория на системите, Габрово, 2002 г.
6. Кафаров В. и др. Моделирование и системный анализ биохимических производств, Москва, Лесная промышленность, 1985
7. Станишкис Ю., Оптимальное управление биотехнологическими процессами, Вильнюс, Мокслас, 1984 г.
8. Заславский Б., Управление экологическими системами, Москва, Наука, 1988 г.
9. Гочев Г., Компютърно зрение и невронни мрежи, ТУ-София, 1998 г.
10. МОП-СБИС. Моделирование элементов и технологических процессов/ Под ред. П. Антонетти, Д. Антониадиса, Р. Даттона, У. Оулдхема: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988.
11. Дьяконов В.П. Справочник по MathCAD PLUS 7.0 PRO. –М.: СК Пресс, 1998.
12. Броудай И., Меррей Дж. Физические основы микротехнологии: Пер. с англ. - М.: Мир, 1985.

13. Технология тонких пленок. Справочник: Пер. с англ. /Под ред. М. И. Елинсона, Г. Г. Смолко. -М., Сов. Радио, 1977. Т. 1.
14. Курносоев А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем: Учеб. пособие. -2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1979.
15. Бубенников А.Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем: Учеб. пособие. -М.: Высш. шк., 1989.
16. Г.В. Глебович. Переходные процессы и основы синтеза линейных радиотехнических цепей Горький - 1968
17. Abu-Mostafa, Y. A., & Psaltis, D. (1987). Optical neural computers. *Scientific American*, 7, 88-95. [Cited on p. 116.]
18. Ackley, D. H., Hinton, G. E., & Sejnowski, T. J. (1985). A learning algorithm for Boltzmann machines. *Cognitive Science*, 9(1), 147-169. [Cited on p. 54.]
19. Ahalt, S. C., Krishnamurthy, A. K., Chen, P., & Melton, D. (1990). Competitive learning algorithms for vector quantization. *Neural Networks*, 3, 277-290. [Cited on p. 60.]
20. Almasi, G. S., & Gottlieb, A. (1989). *Highly Parallel Computing*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. [Cited on p. 111.]
21. Almeida, L. B. (1987). A learning rule for asynchronous perceptrons with feedback in a combinatorial environment. In *Proceedings of the First International Conference on Neural Networks* (Vol. 2, pp. 609-618). IEEE. [Cited on p. 50.]
22. Amit, D. J., Gutfreund, H., & Sompolinsky, H. (1986). Spin-glass models of neural networks. *Physical Review A*, 32(2), 1007-1018. [Cited on p. 50.]
23. Anderson, J. A. (1977). Neural models with cognitive implications. In D. LaBerge & S. J. Samuels (Eds.), *Basic Processes in Reading Perception and Comprehension Models* (p.27-90). Hillsdale, NJ: Erlbaum. [Cited on pp. 18, 50.]
24. Anderson, J. A., & Rosenfeld, E. (1988). *Neurocomputing: Foundations of Research*. Cambridge, MA: The MIT Press. [Cited on p. 9.]
25. Симеонов И., Синтез на системи за автоматизация с еталонен модел , Дисертация , ТУ-София, 1981г.
26. Thibault, J., Feedforward neural networks for identification of dynamic processes, *J.Chem. Eng. Comm* 105, 109-128, 1991.
27. Cichocki, A. and R. Unbehauen. *Neural networks for optimization and signal processing*, John Wiley and Sons, New York, 424-478, 1993.
28. Scarselli, F., A. Tsoi, *Universal Approximation Using Feedforward Neural Networks: A Survey of Some Existing Methods, and Some New Results*, *Neural Networks*, Vol. 11, No. 1, pp. 15-37, 1998.
29. С.А.Билингс, Х.Б.Ямалудин, С.Чен (1992): “Свойства на невронни мрежи с приложение на модели на нелинейни динамични системи”
30. Дж. Ларсън, Л.К. Ханзен (1994):“Обобщение на работна та характеристика за регулиране моделите на невронна мрежа”
31. Драганов Б. – Хидро и пневмоавтоматика, София, “Техника”, 1979г.
32. Драганов Б. – Автоматично регулиране и управление, София, “Техника”, 1980г.
33. Иванов П. – Динамика на автоматизирани хидро и пневмосистеми, ВМЕИ Габрово, 1984г.
34. Русева Сл., Папазян К., Атанасов Ас., Петкова Ст. – ЕСКД справочник по конструкторска документация, София, “Техника”, 1988г.

36. Максимов Й., Христов В., Петров М. – Справочник по съпромат, ТУ Габрово, 1997г.
37. Кисьов И. – Съпротивление на материалите, София, “Техника”, 1978г.
38. Джонов Ц., Йорданов Й. – Съпротивление на материалите, ТУ Габрово, 1992г.
39. Моль Р. – Гидропневмоавтоматика, Москва, “Машиностроение”, 1975г.
40. Наплатанов Н. И др. – Наръчник по автоматично регулиране и управление, София, “Техника”, 1983г.
41. Гарипов, Е. Решени задачи по проектиране на системи за управление в MATLAB и SIMULINK. С., ТУ-София, 1997.
42. Дьяконов, В. П. Справочник по применению системы РС MATLAB. М., Физико-математическая литература, 1993, 112 с..
43. Потемкин, В. Г., И. Рудаков. Система MATLAB 5 для студентов. М., ДИАЛОГ МИФИ, 1999, 448 с.
44. Потемкин, В. Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x. Том 1 и 2. М., ДИАЛОГ МИФИ, 1999, 366 с.
45. Getting Started with MATLAB. The Math Works, Inc, 1998.
46. MATLAB Reference Guide. The Math Works, Inc, 1998.
47. Using MATLAB. The Math Works, Inc, 1998.
48. Using MATLAB Graphics. The Math Works, Inc, 1998.
49. Using SIMULINK. The Math Works, Inc, 1998.
50. Вавилин В.А., В.Б. Васильев, Математическое моделирование процессов биологической очистки сточных вод активным илом, Наука, Москва, 1979.
51. Вавилин В.А., Нелинейные модели биологической очистки и процессов самоочищения в реках, Наука, Москва, 1983.
52. Цонков С. М. Д. П. Филев, И. С. Симеонов, Л. В. Ваклев, Управление на биотехнологичните процеси, Техника, С., 1992 (230 с.)
53. Стоянов С., Ц. Георгиев, Основи на автоматичното управление на биотехнологични процеси, Ръководство за лабораторни упражнения, Технически университет, С., 1990.
54. Цачев Ц., Пречистване на отпадъчни води, Мартилен, София, 1991.
55. Форстер К.Ф., Д.А.Дж. Вейз, Экологическая биотехнология, Ленинград, Химия, 1990 (382с.).
56. Виестур У. Е., Биотехнология: Биологические агентъй, технология, аппаратура, Зинатне, Рига, 1987 (260 с.)
57. Гришкин И.И. Понятие информации. «Наука», М., 1973.
58. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь. М., изд. АВС, 1996 (или другое издание).
59. Моррис У.Т. Наука об управлении. Байесовский подход. «Мир», М., 1971.
60. Солнышков Ю.С. Как обосновать решение. изд. 2 «Экономика», М., 1986.
61. Черри К. Человек и информация. "Связь", М., 1972.
62. Цыгичко В.П. Руководителю о принятии решений. 2-е изд., М.: ИНФРА-М, 1996
- Штофф В.А. Моделирование и философия. М.-Л., 1966.
63. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности. М.: Химия, 1987.-386с.
64. Кроу К., Гамилец А., Хоффман Т. Математическое моделирование химических производств. М.: Мир, 1973.- 392 с.
65. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии.- М.:Химия, 1969.-564с.
66. Стандарт предприятия. Проекты дипломные и курсовые. Правила оформления. СТП ТИХМ 03-93.

67. Кулаков Ю.В., Шамкин В.Н. Математическое моделирование технологических объектов и систем управления. Тамбов, 1997.-40с.
68. А.С.Урмаев, Основы моделирования на аналоговых вычислительных машинах. - М.:Наука,1978.-272 с.
69. Белашапка В. К. Информационное моделирование в примерах и задачах. -Омск: Из-во ОГПИ, 1992.
70. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. - М.: Высшая школа, 1993.
71. Араманович И. Г., Левин В. И. Уравнения математической физики. - М.: Наука 1969.
72. Кондаков В.М. Математическое программирование. Элементы линейной алгебры и линейного программирования. - Пермь: Из-во ЛГУ, 1992.
73. Дж. Эндрюса, Р. Мак-Лоуна. Математическое моделирование: Пер. с англ. М.: Мир, 1979.
74. Годунов С.К. Уравнения математической физики. Наука, Москва, 1971.
75. Зак М. А. Неклассические проблемы механики сплошных сред. Изд-во ЛГУ, Ленинград, 1974.
76. Калитин Н. Н. Численные методы. Наука, Москва, 1978.
77. Вавилин В.А., В.Б. Васильев, Математическое моделирование процессов биологической очистки сточных вод активным илом, Наука, Москва, 1979.
78. Вавилин В.А., Нелинейные модели биологической очистки и процессов самоочищения в реках, Наука, Москва, 1983.
79. Цонков С. М. Д. П. Филев, И. С. Симеонов, Л. В. Ваклев, Управление на биотехнологичните процеси, Техника, С., 1992 (230 с.)
80. Стоянов С., Ц. Георгиев, Основи на автоматичното управление на биотехнологични процеси, Ръководство за лабораторни упражнения, Технически университет, С., 1990.
81. Цачев Ц., Пречистване на отпадъчни води, Мартилен, София, 1991.
82. Форстер К.Ф., Д.А.Дж. Вейз, Экологическая биотехнология, Ленинград, Химия, 1990 (382с.).
83. Виестур У. Е., Биотехнология: Биологические агенты, технология, аппаратура, Зинатне, Рига, 1987 (260 с.)
84. Ovcharov S., S. Vichev, V. Velikov, P. Jakimom, Protection Relays Static and Dynamic Testing, Proceedings of The Seventh Int. Conference ELECTRONICS'98, Book 3, pp. 108-113, 1998.
85. Litovski, V. and Lazovic, S., Basic Electronics, Cuperac Plavi, Nis, 1996 (in Serbian).
86. Witte R. A., Sample Rate and Display Rate in Digitizing Oscilloscopes, Hewlett – Packard J., February 1992, Vol. 43, No 1, pp 18-20.
87. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ. - М.: Высшая школа, 1989, 367 с.
88. Николаев В. И., Брук В. М. Системотехника: методы и приложения.-Л.: Машиностроение, 1985, 199 с.
89. Бусленко Н. П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. М: Сов. радио, 1973, 440 с.
90. Бусленко Н. П.. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978, 400 с.
91. Острейковский В.А. Теория систем.-М.:Высш. шк., 1997.-240 с.
92. Общая теория систем: Сб. докл. М.: Мир, 1966. 188 с.
93. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1968. 356 с.
94. Калман Р., Фадб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. М.: Мир, 1971. 400 с.

95. Директор С., Рорер Р. Введение в теории систем. М.: Мир, 1974. 469 с.
96. Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. М.: Сов. ра-
дио, 1976. 344 с.
97. дио, 1976. 344 с.
98. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем. Математические основы. М.: Мир, 1978. 311 с.
99. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления: Учеб. пособие для вузов. Л.: Энергоиздат, 1982. 288 с.
100. Селиванова З.М., Чернышов В.Н. Адаптивная микропроцессорная система для определения теплофизических свойств материалов в среде с переменной температурой // V науч. конф. ТГТУ: Тез. докл./ ТГТУ. Тамбов, 2000. С. 258.
101. Попов Е. П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления: Учебное пособие для втузов. М.: Наука, 1989. 389 с.
102. Теория автоматического управления. Ч. 1 / Под ред. А. В. Не-тушила. М.: Высшая школа, 1978.
103. Теория автоматического управления. Ч. 2 / Под ред. А. В. Нетушила. М.: Высшая школа, 1972.
104. Попов Е. П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. М.: Наука, 1998. 256 с.
105. Лазарева Т. Я., Мартемьянов Ю. Ф. Линейные системы автоматического регулирования. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2001. 264 с.
106. Самарский А. А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001. 320 с.
107. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. М.: Наука, 1976. 500 с.
108. Цирлин А.М., Миронова В.А., Крылов Ю.М. Сегрегированные процессы в химической промышленности. М.: Химия, 1986. 232 с.
109. Фролов В.Ф. Моделирование сушене дисперсии материалов. Л.: Химия 1987. 208 с.
110. Дудников Е.Г., Балакирев В.С. и др. Построение математически модели химико-технологических объекти . М.: Химия, 1970. 312 с.
111. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Финансы и статистика, 1986. 366 с.
112. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. Учеб. пособие за вузов. М.: Высш. шк., 1978. 319 с.
113. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство или наука. М.: Мир, 1978. 318 с.
114. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. Учеб. пособие за вузов. М.: Наука, 1989. 432 с.
115. Бахвалов Н.С. Численные методы. Учеб. пособие за вузов. М.: Наука, 1975. 632 с.
116. Джонс Дж. К. Методы проектирането / Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 326 с.
117. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математически физики. М.: Наука, 1972. 736 с.
118. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основни процессов химических производств: Учеб. пособие за вузов. М.: Высш. шк., 1991. 400 с.
119. Гинзбург А.С., Савина И.М. Масовлаообменные характеристики пищи продуктови. М.: Легкая и пищевая пром-сть. 1982. 280 с.
120. Гинзбург А.С. Технология сушене пищи продуктови. М.: Пищевая пром-сть.

1976. 248 с.
121. Дворецкий С.И., Пестрецов С.И., Дмитриев В.М. Апарата урно оформление процес конвективной сушене дисперсни материали с высоким дифузионным сопротивлением // Труды 1-го Меж-дунар. науч.-практ. семинара "Современные энергосберегающие технология (сушка и термовлажност-на обработка материалов)". М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2002. Т. 3. С. 83 - 87.
 122. Рудобаща С.П. Масоперенос в системах с твърдата фазой. М.: Химия. 1979. 282 с.
 123. Мальтри В. Сушилные установки сельскохозяйственного назначения. М.: Машиностроение. 1979. 526 с.
 124. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппарата ов химической технологии. Л.: Химия, 1987. 576 с.
 125. Дворецкий С.И., Кормильцин Г.С., Пестрецов С.И. Исследване хидродинамики движущегося плотного поперечно-продуваемого кольцевого слоя зернови культур // Вестник ТГТУ, 2002. Т. 7, № 2. С. 215-224.
 126. Дворецкий С.И., Майстренко А.В., Дворецкий Д.С., Утробин Н.П. Разработка непрерывной энерго- и ресурсосберегающей технология получения азокрасителей // Вестник ТГТУ. 1997. Т. 2, № 1. С. 76 - 82.
 127. Разработка непрерывного технологичния процес получения пигмента алого / Кудрявцев А.М., Дворецкий С.И., Баранов Б.А., Брюске Е.Я. Стаханова В.В. // ЖПХ, 1988. № 11. С. 2525 - 2531.
 128. Макрокинетика процес разтваряне 3-нитро-4-аминотолуола / Баранов Б.А., Бодров В.И., Дворецкий С.И., Калинин В.Ф., Кудрявцев А.М. // Кинетика и катализ. 1984. Т. 25, № 6. С. 1457 - 1461.
 129. Бодров В.И., Дворецкий С.И., Кудрявцев А.М. Математическое моделирование процес полу чения азокрасителей // Изв. вузов. Химия и хим. технология, 1985. Т. 28, № 1. С. 81 - 86.
 130. Гордеев Л.С., Дворецкий С.И., Кудрявцев А.М. Математическое моделирование и исследование непрерывной технология синтеза азокрасителей // Хим. пром-сть, 1990. № 10. С. 44 - 48.
 131. Турбулентное смешение в малотонажни трубчати аппарата ах химической технология / Тахавутдинов Р.Г., Дьяконов Г.С., Дебердеев Р.Я., Минскер КС // Хим. пром-сть, 2000. № 5. С. 41 - 49.
 132. Трубчатые турбулентные реакторы - основа энерго- и ресурсосберегающи технология / Берлин А.А., Дюмаев К.М. Минскер КС и др. // Хим. пром-сть, 1995. № 9. С. 550 - 559.
 133. Увеличение коэффициента турбулентной дифузия в зоне реакции както способ улучшения тех нико-економически показателей в производстве полимеров / Минскер К.С., Захаров В.П., Тахавутдинов Р.Г. и др. // ЖПХ, 2001. Т. 74. Вып. 1. С. 87 - 91.
 134. Берлин А.А., Минскер К.С., Дюмаев К.М. Новые унифицированные энерго- и ресурсосбере гающие высокопроизводительные технология повышенной экологической чистоты на основе турбу лентни реакторов // М.: НИИТЕХИМ, 1996. 188 с.
 135. Дворецкий С.И., Карнишев В.В., Дворецкий Д.С. Разработка энерго- и ресурсосберегающих технологични установок непрерывного действия // Химическое и нефтегазовое оборудование, 1998. №4. С. 4-7.
 136. Разработка прогресивни технология и оборудования перенастраиваеми автоматизированных анилинокрасочни производств / Бодров В.И., Дворецкий С.И. и др. // Хим. пром-сть, 1997. № 1. С. 64 — 73.

137. Дворецкий С.И., Майстренко А.В. Новые подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих производств // Тез. докл. V Междунар. конф. "Научные химические технологии". Ярославль, 1998. С. 59 -61.
138. Дворецкий С.И., Калинин В.Ф., Майстренко А.В. Дворецкий Д.С. Разработка и исследование прогресивной технологии и ресурсосберегающей техники в производстве азокрасителей // Тез. докл. VI Междунар. конф. "Научные химические технологии". М., 1999. С. 47 - 49.
139. Фарлоу С. Уравнения с частными производными. М.: Мир, 1985. 384 с.
140. Холл Д., Уатт Д. Современные численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Мир, 1970. 312 с.
141. Хайрер Е., Нерсетт С, Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Мир, 1987. 572 с.
142. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2000. 360 с.
143. Дворецкий С.И., Кормильцин Г.С., Королькова Е.М. Основы проектирования химических производств: Учеб. пособие для студентов вузов. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1999. 184 с.
144. Кафаров В.В., Ветехин В.Н. Основы автоматизированного проектирования химических производств. М., 1987. 623 с.
145. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. М.: Энергия, 1980. 312 с.
146. Halemane K.P., Grossmann I.E. Optimal process design under uncertainty // A.I.Ch.E. Journal. 1983. V. 29, No. 3. P. 425-433.
147. Biegler L.T., Grossmann I.E., Westerberg A.W. Systematic methods of chemical process design. New Jersey: Carnegie Mellon University, 1997. 796 p.
148. Бельков В.П., Савицкая Т.В., Егоров А.Ф. Гибкость химических производств: Учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000. 40 с.
149. Grossmann I.E., Floudas C.A. Active constraint strategy for flexibility analysis in chemical engineering // Comp&Chem. Eng. 1987. V. 11, № 6. P. 675 - 693.
150. Swaney R.E., Grossmann I.E. An index for operational flexibility in chemical process design. Part 1: formulation and theory // A.I.Ch.E. Journal. 1985. V. 31, No. 4. P. 621 - 641.
151. Базара М., Шетти К. Нелинейное программирование. М.: Мир, 1982. 583 с.
152. Floudas C.A. Nonlinear and mixed-integer optimization. New York-Oxford: Oxford University Press, 1995. 462 p.
153. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рогсдел К. Оптимизация в технике: В 2 кн. М.: Мир, 1986. 667 с.
154. Гилл Ф., Моррей У., Райт М. Практическая оптимизация. М.: Мир, 1985. 509 с.
155. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1983. 384 с.
156. Химельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. Мир, 1975. 534 с.
157. Schittkowski K. Nonlinear programming codes: information, tests, performance, lecture notes in economics and mathematical systems, V. 183, Springer-Verlag, New York, 1980.
158. Красовский А.А. Теория управления движением. М., 1968. 75 с.
159. Понрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М., 1969. 92 с.
160. Шендрик В.С. Синтез оптимального управления методом прогнозирующей модели // ДАН СССР. 1975. Т. 224, № 3. С. 561 - 562.
161. Красовский А.А., Буков В.Н., Шендрик В.С. Универсальные алгоритмы оптимального управления непрерывными процессами // М., 1977. 272 с.

162. Красовский А.А., Шендрик В.С. Универсальный алгоритм оптимального управления непрерывными процессами // А и Т. 1977. Т. 38, № 2. С. 5 - 13.
163. Буков В.Н. Адаптивные прогнозирующие системы управления полетом. М., 1987.
164. Бодров В.И., Дворецкий С.И., Дворецкий Д.С. Оптимальное проектирование энерго- и ресурсосберегающих процессов и аппаратов химической технологии // ТОХТ. 1997. Т. 31, № 5. С. 542 - 548.
165. Бодров В.И., Дворецкий С.И., Стратегия синтеза гибких автоматизированных химико-технологических систем // ТОХТ, 1991. Т. 25, № 5. С. 716 - 730.
166. Островский Г.М., Волин Ю.М. и др. Оптимизация химико-технологических процессов в условиях неопределенности // ТОХТ. 1993. Т. 27, № 2. С. 183 - 191.
167. Волин Ю.М., Островский Г.М. Оптимизация технологических процессов в условиях частичной неопределенности исходной информации // А и Т. 1995. № 2. С. 85 - 98.
168. Островский Г.М., Волин Ю.М., Головашкин Д.В. Новые подходы к исследованию гибкости и оптимизации химико-технологических процессов в условиях неопределенности // ТОХТ. 1997. Т. 31, № 2. С. 202 - 207.
169. Островский Г.М., Волин Ю.М. О новых проблемах в теории гибкости и оптимизации химико-технологических процессов при наличии неопределенности // ТОХТ. 1999. Т. 33, № 5. С. 578 - 590.
170. Островский Г.М., Волин Ю.М., Сенявин М.М., Бережинский Т.А. О гибкости химико-технологических процессов // ТОХТ. 1994. Т. 28, № 1. С. 54 - 61.
171. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложности. М.: Мир, 1985.
172. Дворецкий Д.С., Дворецкий С.И. Постановка задачи и проблемы интегрированного проектирования гибких автоматизированных химико-технологических процессов при наличии неопределенности // Вестник ТГТУ, 2003. Т. 9. № 3. Ч. 1. С. 360 - 381.
173. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. М., 1987. 712 с.
174. Батищев Д.И. Методы оптимального проектирования. М.: Радио и связь, 1984. 248 с.
175. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. М.: Наука, 1981. С. 110-118.
176. Соболев И.М., Статников Р.Б. Постановка некоторых задач оптимального проектирования при наличии ЕИМ. М.: Препринт ИПМ АН СССР, 1977. № 24.
177. Евтушенко Ю.Г., Потапов М.А. Методы численного решения многокритериальных задач // ДАН СССР, 1986. Т. 291, № 1. С. 25-29.
178. Соболев И.М. Многомерные квадратные формулы и функции Хаара. М.: Наука, 1969.
179. Сухарев А.Г. Об оптимальных методах решения многокритериальных задач // Изв. АН СССР Техн. кибернетика, 1982. № 3. С. 67.
180. [Диссер] Жданов А.А. Принцип автономного адаптивного управления. Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. ВЦ РАН. Москва, 1993. 318 с.
181. [Жданов1] Жданов А.А. О подходе к моделированию управляемых объектов. Препринт ВЦ АН СССР. Сообщения по прикладной математике. Москва, 1991. 44 с.

182. Zhdanov A.A. A principle of Pattern Formation and Recognition// Pattern Recognition and Image Analysis. Vol.2. N3. 1992. - P. 249-264. (ISSN: 1054-6618).
183. Zhdanov A.A. Application of Pattern Recognition Procedure to the Acquisition and Use of Data in Control// Pattern Recognition and Image Analysis. Vol.2. N2. 1992. - P. 180-194. (ISSN: 1054-6618).
184. Жданов А.А. Накопление и использование информации при управлении в условиях неопределенности// Сб.науч.тр. Информационная технология и численные методы анализа распределенных систем. - М.: ИФТП. 1992. С. 112-133.
185. Жданов А.А. Об одном подходе к адаптивному управлению// Сб. науч. тр. Анализ и оптимизация кибернетических систем, - М.: ГосИФТП, 1996. С. 42-64.
186. Жданов А.А. Об одном имитационном подходе к адаптивному управлению// Сб. Вопросы кибернетики. - М.: 1996. С. 171 - 206.
187. Жданов А.А. Формальная модель нейрона и нейросети в методологии автономного адаптивного управления// Сб. Вопросы кибернетики. Вып. 3. М.: 1997. С. 258-274.
188. Жданов А.А., Б.Б.Беляев, В.В.Мамаев. Использование принципа автономного адаптивного управления в системе угловой стабилизации космического аппарата "Спектр РГ"// Сб.науч.тр. Информационная бионика и моделирование, - М.: ГосИФТП, 1995. С. 87-114.
189. В.Брауэр. Введение в теорию конечных автоматов. М, "Радио и связь": 1987. 392 с.
190. В.А.Евстигнеев и др. Теория графов. Алгоритмы обработки деревьев. ВО "Наука",Новосибирск:1994. 360 с.
191. Жданов А.А. Формальная модель нейрона и нейросети в методологии автономного адаптивного управления. Сборник «Вопросы кибернетики» №3. Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» РАН. сс.258-273.
192. Michael I. Jordan, Cristopher M. Bishop. Neural Networks. Massachusets Institute of Technology. AI Memo No. 1562. Anonymous ftp://publications.ai.mit.edu.
193. Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides. Design Patterns. Elements of reusable object-oriented software. Addison Wesley. 1994. 395 с.
194. Valentin F. Turchin. The phenomenon of the science, a cybernatic approach to human evolution. Addison Wesley.
195. McCulloch W.W., Pitts W. 1943. A logical calculus of the ideas imminent in nervous activiti. Bulletinn of Mathematical biophysics 5: 115-33. (Русский перевод: Маккалок У.С., Питтс У. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной деятельности. Автоматы. – М: ИЛ. – 1956.)
196. Уоссермен Ф.. Нейрокомпьютерная техника. - М.: Мир, 1992.
197. Розенблат Ф. Принципы нейродинамики. - М.: Мир, 1965.
198. Чечкин А.В. Математическая информатика. - М.: Наука. 1991.
199. Герман О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний. - Минск, ДизайнПРО. 1995.
200. Thibault, J., Feedforward neural networks for identification of dynamic processes, J.Chem. Eng. Comm 105, 109-128, 1991.
201. hocki, A. and R. Unbehauen. Neural networks for optimization and signal processing, John Wiley and Sons, New York, 424-478, 1993.

202. Scarselli, F., A. Tsoi, Universal Approximation Using Feedforward Neural Networks: A Survey of Some Existing Methods, and Some New Results, Neural Networks, Vol. 11, No. 1, pp. 15-37, 1998.
203. С.А.Билингс, Х.Б.Ямалудин, С.Чен (1992): “Свойства на невронни мрежи с приложение на модели на нелинейни динамични системи”
204. Дж. Ларсън, Л.К. Ханзен (1994):“Обобщение на работна та характеристика за регулиране моделите на невронна мрежа”
205. В.Ф.,Фешин Б.Н.- Караганда, Комплекс программных средств для математического моделирования динамических систем и машин.Метод.пособие/Бырька, КарПТИ,Ч.1, 1990. - 140с.
206. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования, 1972. - 768с.
207. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П. Введение в системный анализ. - М.: Высшая школа, 1989, 367 с.
208. Николаев В. И., Брук В. М. Системотехника: методы и приложения.-Л.: Машиностроение, 1985, 199 с.
209. Бусленко Н. П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. М: Сов. радио, 1973, 440 с.
210. Бусленко Н. П.. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978, 400 с.
211. Острейковский В.А. Теория систем.-М.:Высш. шк., 1997.-240 с.