

Глоба Л.С., Остафьев В. А., Жданов Б. И.

**Проектирование
интеллектуальных
компьютерных технологий
для технологической
подготовки
машиностроительного
производства**

Киев, 1996

Глоба Л.С., Остафьев В. А., Жданов Б. И.

**Проектирование
интеллектуальных
компьютерных технологий
для технологической
подготовки
машиностроительного
производства.**

Киев, 1996

ВВК 30.2

УДК 658.512.012.011.56: 621

Авторы: Глоба Л.С., Остафьев В.А., Жданов В.И.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. Информационно-производственные и информационно-управленческие технологии как объект проектирования.	9
1.1. Проектирование, базовые определения.....	13
1.2. Объект и среда проектирования.	15
1.3. Классы и объекты.	17
1.4. Концепция типизации.....	18
1.5. Модели объектов.....	19
1.6. Классификация моделей объектов.....	19
1.7. Моделирование технологических объектов.....	25
1.8. Задача проектирования.....	28
1.9. Моделирование процесса проектирования технологии изготовления деталей.....	32
1.10. Процесс проектирования с точки зрения компьютерной технологии.	38
1.11. Понятие компьютерной технологии.	45
1.12. Элементы методологии проектирования интегрированных компьютерных технологий.....	47
1.12.1. Системная интеграция компьютерных технологий. 47	
1.12.2. Структура задач по категориям интеграции.....	50
1.13. Выводы.....	58

2. Информационная концепция построения интегрированной компьютерной технологии проектирования технологических процессов.	60
2.1. Технологический процесс как объект системного исследования.	60
2.2. Двойственная трактовка технологического процесса.	62
2.3. Математическая модель технологического процесса.	64
2.4. Математическое моделирование детали как объекта обработки.	91
2.5. Математическое моделирование технологической среды существования объекта "технологический процесс".	104
2.6. Выводы.	111
3. Проектирование технологических процессов с точки зрения современных методов обработки информации, основанных на принципах искусственного интеллекта.	115
3.1. Семантика описания техпроцесса как предмета методологии представления знаний в системах с искусственным интеллектом.	116
3.2. Анализ методов представления знаний в искусственном интеллекте.	119
3.2.1. Иерархическое представление знаний.	120
3.2.2. Сетевое представление знаний.	121
3.2.3. Представление знаний фреймами.	122
3.2.4. Объектно-ориентированное представление знаний.	126
3.2.5. Реляционное представление знаний.	127
3.2.6. Продукционное представление знаний.	128
3.2.7. Логика предикатов для представления знаний.	131
3.2.8. Представление нечетких знаний.	133

3.3. Реализация методов представления знаний.	134
3.4. Разработка инструментальных средств ведения баз технологических данных и знаний.	135
3.4.1. Описание структуры экспертных правил.	137
3.4.2. Физическая организация базы технологических данных.	142
3.5. Выводы.	144
4. Теория разработки техпроцесса на основе методологии искусственного интеллекта.	146
4.1. Аксиоматический подход к разработке технологических процессов.	146
4.2. Математические основы представления знаний.	147
4.2.1. Сопоставление множеств.	150
4.2.1.1. Соответствие.	150
4.2.1.2. Отображение.	151
4.2.1.3. Функция.	151
4.2.1.4. Отношение.	152
4.3. Виртуальная технология.	154
4.3.1. Логика проектирования техпроцесса.	154
4.3.2. Теоретические основы.	157
4.3.3. Виртуальный техпроцесс.	158
4.3.4. Виртуальная операция.	159
4.3.5. Виртуальный переход.	160
4.3.6. Опыт-статистическая природа виртуальной технологии.	164
4.3.7. Аксиоматизация виртуального техпроцесса.	167
4.3.8. Эквивалентные преобразования виртуального техпроцесса.	170
4.3.9. Область интерпретации.	174
4.3.10. Метаправила техпроцесса.	179
4.3.11. Переход от виртуального техпроцесса к реальному.	185
4.3.12. Проблемы реализации виртуального техпроцесса.	187
4.4. Выводы.	188

ВВЕДЕНИЕ

Развитие техники в XX веке столкнулось с рядом противоречий.

Первое из них заключается в преобладании темпа роста сложности технических систем над развитием методов их проектирования. Сложность систем в свою очередь влечет за собой разделение труда, усложняется согласование действий. Второе противоречие проявляется во взаимодействии таких факторов, как продолжительность разработки и срок морального старения технических систем.

Ко всему ощущается в настоящее время нехватка специалистов, особенно квалифицированных.

Особенно эти противоречия заметны при проектировании технологии обработки изделий. Например, только для получения качественно обработанной одной поверхности, заданной конструктором в чертеже детали, привлекается несколько специалистов по разным технологическим специальностям: металлург, штамповщик, термист, гальваник, механообработчик и др. В свою очередь в виду сложности современного оборудования для обработки металлов резанием происходит дальнейшая специализация специалистов, так, например, технологи по мехобработке на современных производствах специализируются по токарным автоматам, ЧПУ, зубообработке, финишным операциям, сборке и т.д. Здесь как нигде в подготовке производства проявляются сложности при автоматизации проектных работ.

Эти противоречия ученые и практики пытаются преодолеть разработкой и применением новых методологий проектирования, автоматизации хорошо формализованных проектных процедур с помощью ЭВМ, интенсивно разрабатываются методы искусственного интеллекта для использования плохо формализуемых знаний экспертов предметной области.

Материал этой книги собран в ходе разработки методов проектирования с использованием принципов, основанных на средствах искусственного интеллекта для автома-

является критичной, поэтому для реализации автоматизированной системы "Славутич" был использован метод В-дерева. В этой связи виртуальный метод использовался при анализе и структуризации данных при заполнении баз данных. Как отмечалось выше, переход от виртуализации к реальному техпроцессу может осуществляться на трех уровнях - на переходе, операции или техпроцессе. В метафоре бланка техпроцесса при реализации была заложена возможность использовать "переворачивание" техпроцесса на всех трех уровнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В., Справочник конструктора-машиностроителя, в 3-х томах, М., "Машиностроение", 1979, 2130с.
2. Андрианов А., Бычков П., Программирование на языке СИМУЛА-67", М., "Наука", 1985, 287с.
3. Альтшуллер Г., Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач, Новосибирск, "Наука", 1986, 207с.
4. Автоматизация процессов подготовки авиационного производства на базе ЭВМ и оборудования с ЧПУ. / Вайсбург В.А., Медведев Б.А., Бакумский А.Н. и др./ -М.: Машиностроение, 1985, 216 с.
5. Автоматизация технологической подготовки заготовительного производства. / Гырдымов Г.П., Зильбербург Л.И., Савченко И.Д., Шалыгин В.Н. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1990., 350 с.
6. Балл Г.А., Система понятий для описания объектов приложения интеллекта// Кибернетика, 1979, N2, с. 109-113.
7. Быков В. Методическое обеспечение САПР, Л., "Машиностроение", 1989, 255с.
8. Беклешов В., Морозова Г., САПР в машиностроении: организационно-экономические проблемы, Л, "Машиностроение", 1989, 141с.
9. Буч Г., Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ.-М.: Конкорд, 1992., 519с.
10. Братко И., Программирование на языке Пролог для искусственного интеллекта, М., "Мир", 1990, 560с.
11. Бондаренко А., Современная технология: теория и практика., К., Вища школа, 1995, 171с.
12. Бергхаузер Т., Шлив., Система автоматизированного проектирования AutoCAD, М., "Радио и связь", 1989, 256с.
13. Блэк Ю., Сети ЭВМ: Протоколы, стандарты, интерфейсы, М., "Мир", 1990, 506с.

14. Вирт Н., Алгоритмы и структуры данных, М., "Мир", 1989, 356с.
15. Вилкас Э.И., Майминас Е.З., Решения: теория, информация, моделирование. - М.: Радио и связь, 1981, 328 с.
16. Гаврилов М.А., Автоматизация проектирования электронных и микроэлектронных устройств// Системы автоматизированного проектирования.-М.:, 1985, с. 225-252.
17. Губанов В., Захаров В., Введение в системный анализ, Л, Из-во Ленинградского университета, 1988, 224с.
18. Глушков В., Цейтлин Г., Ющенко, Алгебра. Языки. Программирование, К., "Наукова думка", 1989, 376с.
19. Гельмерих Р., Швиндт П., Введение в автоматизированное проектирование, /Пер. с нем. Г.М.Родова, Я.Е.Львовича; Под ред. В.Н. Фролова./, М., Машиностроение, 1990., 176 с.
20. Гроп Д. Методы идентификации систем/ Пер. с англ.; Под ред. Е.И. Крицкого, М.:, Мир, 1979, 302 с.
21. Глоба Л.С. "Элементы искусственного интеллекта в системах автоматизированного проектирования технологических процессов. Тезисы докладов научно-технического семинара "Разработка и внедрение автоматизированных систем конструкторско-технологической подготовки производства", Хмельницкий, 1990.
22. Дейт К., введение в системы баз данных, М., "Наука", 1980, 462с.
23. Дрибас П., Реляционные модели баз данных, Минск, Из-во БГУ, 1982, 192с.
24. Джонс К., Методы проектирования, М., "Мир", 1986, 326с.
25. Дворянkin А.М., Половинкин А.И., Соболев А.Н., Методы синтеза технических решений., М.:, Наука, 1977, 103 с.
26. Джонс Дж. К., Инженерное и художественное конструирование./ Пер. с англ., М.:, Мир, 1976, 374 с.
27. Диксон Д., Проектирование систем: изобретательство, анализ, принятие решений/ Пер. с англ., М.:, Мир, 1969, 440 с.
28. Евгеньев Г.Б., Основы программирования обработки на станках с ЧПУ., М.:, Машиностроение, 1983, - 304 с.
29. Жевержев В., Специальный курс высшей математики для втузов, М., "Высшая школа", 1970, 403с.
30. Жук К.Д., Тимченко А.А., Родионов А.А., Построение современных систем автоматизированного проектирования.- К.:, Наукова думка, 1983., - 247 с.
31. Жук К.Д., Тимченко А.А., Автоматизированное проектирование логико-динамических систем.,- К.:, Наукова думка, 1981., - 210 с.
32. Жук К.Д., Тимченко А.А., Доленко Т.И., Исследование структур и моделирование логико-динамических систем.,- К.:, Наукова думка, 1975., - 197 с.
33. Жайченко Ю., Исследование операций, К., Выща школа, 1988, 552с.
34. Каган М.С., Система и структура// Системные исследования: Методологические проблемы., Ежегодник, 1983, М.:, Наука, 1983, с. 86-106.
35. Курейчик В. Математическое обеспечение конструкторско-технологического проектирования с применением САПР, М., "Радио и связь", 1990, 350с.
36. Коршунов Ю., Математические основы кибернетики, М., "Энергоатомиздат", 1989г., 494с.
37. Куратовский К., Мостовский А., Теория множеств, М., "Мир", 1970, 408с.
38. Косилова Г., Мещеряков Р., Справочник технолога-машиностроителя, в 2-х томах, М., "машиностроение", 1972, 1300с.
39. Кован В., Справочник технолога машиностроителя, в 2-х томах. М., "Машгиз", 1963, 190с.
40. Корсаков В., Основы технологии машиностроения., М., "Машиностроение", 1977, 412с.
41. Кузнецов Е., Представление в ЭВМ неформальных процедур, М., "Наука", 1989, 158с.
42. Киндлер Е., Языки моделирования, М., "Энергоатомиздат", 1986, 288с.
43. Клир Д., Системология. Автоматизация решения системных задач. М., "Радио и связь", 190, 544с.
44. Кук Д., Бейз Г., Компьютерная математика, М., "Наука", 1990г., 384с.
45. Курош А., Курс высшей алгебры, М., "Наука", 1971, 430с.
46. Ким Д., Мьюллер Ч., Клекка Р., Факторный, дискриминантный и кластерный анализ, М., "Финансы и статистика", 1989, 216с.
47. Котус Р., Влейнмник И., Интерфейс "человек-компьютер", М., "Мир", 1990, 501с.
48. Крик Э., Введение в инженерное дело./ Пер. с англ. . М.:, Энергия, 1970, 176 с.
49. Корсаков В.С., Капустин Н.М., Темпельгоф К.-У., Лихтенберг Х., Автоматизация проектирования технологиче-

ских процессов в машиностроении. /Под общей ред. Капустина Н.М./, М.: Машиностроение, 1985, 304 с.

50. Лисков Б., Гатэг Д., Использование абстракций и спецификаций при разработке программ, М., "Мир", 1989, 424с.

51. Максимей И., Имитационное моделирование на ЭВМ, М., "Радио и связь", 1988, 230с.

52. Моделирование как метод научного исследования/Б.А. Глинский, Б.С.Грязнов, Б.С.Дынин, Е.П.Никитин., М.: МГУ, 1965, 248 с.

53. Мельников Г. П., Системология и языковые аспекты кибернетики, М., Сов.радио, 1978, 368 с.

54. Мюллер И., Эвристические методы в инженерных разработках. / Пер. с нем., Под ред. А.И.Половинкина, М.: Радио и связь, 1984, 144 с.

55. Митрофанов С.П., Гульнов Ю.А., Куликов Д.Д. и др., Применение ЭВМ в технологической подготовке серийного производства.- М.: Машиностроение, 1981., 287с.

56. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства., В 2-х т., т. 1, Организация группового производства., - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1983., 407 с.

57. Налимов В., Теория эксперимента, М., "Наука", 1971, 203с.

58. Наумов А., Системы управления базами данных., "Финансы и статистика", 1991, 342с.

59. Новиков П., Элементы математической логики, М., "Наука, 1973, 399с.

60. Новик Ф., Арсов Я., Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования эксперимента, М., "Машиностроение", 1980, 304с.

61. Озкарахан Э., Машины баз данных и управление базами данных, М., "МИР", 1989, 638с.

62. Осуга С. Обработка знаний, М., "Мир", 1989, 292с.

63. Орлов П., Основы конструирования, в 2-х томах, М., "Машиностроение", 1989, 123с.

64. Организация взаимодействия человека с техническими средствами АСУ. В 7 кн., Практическое пособие/ Под ред. Четверикова В.Н./, -М.: Высшая школа, 1990.

65. Перегудов Ф., Тарасенко Ф. Введение в системный анализ, М., "Высшая школа", 1989, 344с.

66. Попов А., Программирование в среде СУБД FoxPro 2.0, М., "Радио и связь", 1994г, 352с.

67. Потапов В.И., Организационно-технологическое проектирование САПР, К., "Техника", 1990, 248 с.

68. Потапов В.И., О методологическом подходе к конструированию интегрированной САПР// Проектирование и инженерные изыскания, 1987., N 3, с. 6-9.

69. Поспелов Г.С., Ириков В.А., Программно-целевое планирование и управление.- М.: Сов. радио, 1976., 440 с.

70. Роберт Р., Множества. Логика. Аксиоматические теории, М., "Просвещение", 1968, 205с.

71. Разработка САПР./Под ред. Петрова А.В./, в 10-ти кн., -М.: Высшая школа, 1990 г.

72. САПР изделий и технологических процессов в машиностроении./ Аллик Р.А., Бородянский В.И., Бурин А.Г. и др./ Под общ. ред. Аллика Р.А. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1986., 319 с.

73. Старостин В.Г., Лелюхин В.Е., Формализация проектирования процессов обработки резанием.- М.: Машиностроение, 1986., 136 с.

74. Самарский А., Гулин А., Численные методы, М., "Наука", 1989, 432с.

75. Ступаченко А.А., САПР технологических операций, Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1988, 234 с.

76. Слипченко В., Гавриш Г., Автоматизация труда технолога-машиностроителя. Справочное пособие, К., "Техника", 1991, 112с.

77. Слупецкий Е., Элементы математической логики и теория множеств, М., "Прогресс", 1965г, 365с.

78. Смирнов Н, Дунин-Барковский И., Курс теории вероятности и математической статистики, М., "Наука", 1969, 511с.

79. Стерлинг Л., Шапиро Э., Искусство программирования на языке ПРОЛОГ, М., "Мир", 1990, 332с.

80. Скурихин В.И., Малышев Н.Г., Суворов А.В., Основные концепции технологии автоматизированного проектирования/ УСИМ, N1, 1986., с. 7-14.

81. Смирнов О.Л., Падалко С.Н., Пиявский С.А., САПР: формирование и функционирование проектных модулей. , М.: Машиностроение, 1987, 272с.

82. Тиори Т., Проектирование структур баз данных, М., "Мир", 1985, 274с.

83. Уотермен У. Руководство по экспертным системам. М., "Мир", 1989, с.384.

84. Уэно Х. Кояма Т., Представление и использование знаний, М., "Мир", 1989, с.218

85. Ушаков И.Ф. Информационная концепция построения комплексной САПР ТП, в сб. Технология, оборудование, организация и экономика машиностроительного производ-

ства, Серия 2, Автоматизированные системы проектирования и управления, Обзор инф., вып.4, Москва, ВНИИТЭМР, 1988, 46 с.

86. Федорук В., САПР. Информационное и прикладное программное обеспечение, в 9-и книгах, книга 3-я, Минск, "Высшая школа", 1988, 152 с.

87. Хорафас Д., Легг С., Конструкторские базы данных, / Пер. с англ. Миронова Д.Ф./, - М., "Машиностроение", 1990, 224с.

88. Хювёнен Э., Сеппянен Й., Мир Лиспа. Введение в язык Лисп и функциональное программирование. в 2-х томах, М., "Мир", 1990, 900с.

89. Хилл П., Наука и искусство проектирования./Пер. с англ., М., Мир, 1973, 273 с.

90. Холл А.Д., Опыт методологии для системотехники, - М.: Советское радио, 1975., 273 с.

91. Цветков В.Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. - Минск.: Наука и техника, 1979, 258 с.

92. Чери С., Готлоб Г., Логическое программирование и базы данных, М., "Мир", 1992, 352с.

93. Челищев Б.Е., Боброва И.В., Автоматизированные системы технологической подготовки производства, -М.: Энергия, 1975, - 136 с.

94. Шлеер С., Меллор С., Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях, К., "Диалектика", 1993, 229с.

95. Штофф В.А. Моделирование и философия., М.: Наука, 1966, 301 с.

96. Шлеер С., Меллор С., Объектно-ориентированный анализ: моделирование мира в состояниях.; Пер. с англ.- Киев: Диалектика, 1993, - 240 с.

97. Шпур Г., Краузе Ф.-Л., Автоматизированное проектирование в машиностроении/ Пер. с нем. Волковой Г.Д. и др., Под ред. Соломенцева Ю.М., Диденко В.П./ - М.: Машиностроение, 1988, 648 с.

98. Энгельке У.Д., Как интегрировать САПР и АСТПП: Управление и технология/ Пер. с англ. Мартынюка В.В., Веденеева Д.Е.; Под ред. Корягина Д.А., - М.: Машиностроение, 1990, 320 с.

99. Якушев А., Воронцов Л., Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения, М., "Машиностроение", 1987, 350с.

100. Яглом И.Н., Математические структуры и математическое моделирование., - М.: Сов. радио, 1980, 143 с.

101. Ямпольский Л.С., Калин О.М., Ткач М.М., Автоматизированные системы технологической подготовки работотехнического производства., К., Вища школа, 1987., 271 с.

102. Якобс Г.Ю., Якоб Э., Кохан Д., Оптимизация резания. Параметризация способов обработки резанием с использованием технологической оптимизации., - М.: Машиностроение, 1981., 279 с.

103. Ostafiev V.A., Globa L.S., Globa A.V. Optimization Aspects in CAD/CAM. Preprints conf. "PROLAMAT-88", v.II, Dresden, GDR, 1988 .

104. Ostafiev V.A., Globa L.S. Some Approach Integration Expert System with Artificial Intelligence(AI). 14-th IFIP Conference on "System modeling and Optimization", Leipzig, GDR, July 3-7, 1989.

105. Ostafiev V.A., Globa L.S., Some Approach to Artificial Intelligence Computer- Aided Expert System for Production Processes Planning. The International Conference on Manufacturing Systems and Environment "Looking Toward the 21-st Century", JSME, Tokyo, Japan, 1990.

106. Ostafiev V.A., Globa L.S., Artificial Intelligence Expert System for Complex Surfaces Tool Path Design and Optimization. The Fifth International Manufacturing Conference in CHINA 91 - IMCC 91, HONG KONG, 1991.

107. Ostafiev V.A., Globa L.S., Ostafieva R.S. Artificial Intelligent Expert CAD/CAM System, "MicroCAD-system", International Computer Science Meeting, Kharkov, 1993.

108. Ostafiev V.A., Globa L.S., Tymchik G.S., Ostafiev D.V. , Intelligent expert manufacturing system for NC-Machine, Proc. of the 1-st ISICIMS'94 Conference, Seoul National University, 1994, p.p. 248-252.

109. Zilles, S., 1984. Types, Algebras, and Modelling, On Conceptual Modeling: Perspectives from Artificial Intelligence, Databases, and Programming Languages., New York, NY:Springer-Verlag, p.442.

110. Seidewitz, E., and Stark, M., 1986, Towards a General Object-Oriented Software Development Methodology. Proceedings of the First International Conference on Ada Programming Language Applications for the NASA Space Station NASA Lyndon B. Johnson Space Center, TX: NASA, p. D.4.6.4.

Научное издание.

Глоба Л. С., Остафьев В. А., Жданов Б. И.

*Проектирование интеллектуальных
компьютерных технологий для технологической
подготовки машиностроительного производства.*

Отпечатано в типографии НАУКМА. Зак. 6-42.