

Лекции

Лекция 1. Введение	20
Лекция 2. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства РЭС	35
Лекция 3. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства РЭС (окончание)	49
Лекция 4. Системы автоматизированного проектирования (САПР) РЭС	64
Лекция 5. Технические средства САПР и их развитие	76
Лекция 6. Технические средства САПР и их развитие (продолжение)	87
Лекция 7. Технические средства САПР и их развитие (окончание)	100
Лекция 8. Методическое обеспечение САПР. Математический и лингвистический виды обеспечений	113
Лекция 9. Программное обеспечение САПР	124
Лекция 10. Информационное обеспечение САПР	134
Лекция 11. Информационное обеспечение САПР (окончание)	146
Лекция 12. Методы автоматизированного проектирования конструкции и технологического процесса различного уровня иерархии	157
Лекция 13. Математические модели (ММ) на различных иерархических уровнях	168
Лекция 14. Математические модели объектов проектирования РЭС	182
Лекция 15. Разработка математических моделей при проектировании технологии	199
Лекция 16. Математические модели РЭС на метауровне	211
Лекция 17. Анализ, верификация и оптимизация проектных решений средствами САПР	219

Лекция 18. Комплексные интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов РЭС	232
Лекция 19. Технологии искусственного интеллекта	245
Лекция 20. Философские аспекты проблемы систем ИИ	252
Лекция 21. Машинный интеллект. Интеллектуальная система автоматизированного проектирования	265
Лекция 22. Экспертные системы в технологии как класс интеллектуальных систем	279
Лекция 23. Экспертные системы в технологии как класс интеллектуальных систем (окончание)	290
Лекция 24. Автоматизированные системы технологической подготовки производства	303
Лекция 25. Проектирование технологических процессов	314
Лекция 26. Методы и средства построения принципиальной схемы технологического процесса изготовления РЭС	327
Лекция 27. Алгоритмы проектирования технологических маршрутов	341
Лекция 28. Автоматизированное проектирование технологических маршрутов	354
Лекция 29. Алгоритмы проектирования технологических операций	364
Лекция 30. Алгоритм построения технологического процесса сборки типовых узлов РЭС	374
Лекция 31. Информационные технологии радиоэлектронной САПР	385
Лекция 32. Краткий обзор современных технологий	394
Лекция 33. Оценка качества информационных систем (ИС)	407
Лекция 34. Экономическая эффективность информационных технологий	414

Содержание

Предисловие	16
Лекция 1. Введение	20
1.1. Информационные технологии — новая отрасль знаний	20
1.2. Основные определения	22
1.3. Возникновение информационных технологий	27
1.4. Информационные системы	29
1.5. Информационные технологии проектирования РЭС	32
Контрольные вопросы и упражнения	34
Лекция 2. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства РЭС	35
2.1. Сущность процесса проектирования	35
2.2. Методология системного подхода к проблеме проектирования сложных систем	40
Контрольные вопросы и упражнения	47
Лекция 3. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства РЭС (окончание)	49
3.1. Системный подход к задаче автоматизированного проектирования технологического процесса	49
3.2. Системный анализ сложных процессов	51
3.3. Этапы проектирования сложных систем	55
Контрольные вопросы и упражнения	63
Лекция 4. Системы автоматизированного проектирования (САПР) РЭС	64
4.1. Определение, назначение, цель	64
4.2. Принципы создания систем автоматизированного проектирования конструкции и технологии	68

4.3. Системы автоматизированного проектирования РЭС и их место среди других автоматизированных систем	70
Контрольные вопросы и упражнения	75
Лекция 5. Технические средства САПР и их развитие	76
5.1. Требования, предъявляемые к техническому обеспечению	76
5.2. Типы сетей	78
5.3. Эталонная модель взаимосвязи открытых систем	81
5.4. Состав технического обеспечения САПР	83
Контрольные вопросы и упражнения	86
Лекция 6. Технические средства САПР и их развитие (продолжение)	87
6.1. Высокопроизводительные технические средства САПР и их комплексирование	87
6.2. Режимы работы технических средств САПР	92
6.3. Вычислительные сети САПР	93
6.4. Разработка технического обеспечения САПР	96
Контрольные вопросы и задания	98
Лекция 7. Технические средства САПР и их развитие (окончание)	100
7.1. Периферийное оборудование САПР	100
7.2. Машинная графика в САПР РЭС	107
7.3. Компьютерные сети	109
Контрольные вопросы и упражнения	112
Лекция 8. Методическое обеспечение САПР. Математический и лингвистический виды обеспечений	113
8.1. Назначение и состав методического обеспечения САПР	113
8.2. Математическое обеспечение САПР	114
8.3. Лингвистическое обеспечение САПР	116
Контрольные вопросы и упражнения	122

Лекция 9. Программное обеспечение САПР	124
9.1. Общее и прикладное программное обеспечение. Системное программное обеспечение	124
9.2. Программы конструкторского проектирования РЭС	129
9.3. Функции и структуры операционных систем	131
Контрольные вопросы и упражнения	133
Лекция 10. Информационное обеспечение САПР	134
10.1. Назначение, сущность и составные части информационного обеспечения (ИО) САПР	134
10.2. Уровни представления данных	138
10.3. Проектирование базы данных	141
Контрольные вопросы и упражнения	144
Лекция 11. Информационное обеспечение САПР (окончание)	146
11.1. Реляционная модель баз данных	146
11.2. Сетевые модели баз данных	151
11.3. Иерархическая модель базы данных	154
Контрольные вопросы и упражнения	156
Лекция 12. Методы автоматизированного проектирования конструкции и технологического процесса различного уровня иерархии	157
12.1. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования	157
12.2. Требования к математическим моделям и их классификация	159
12.3. Функциональные и структурные модели	162
12.4. Методика получения математических моделей элементов	165
Контрольные вопросы и упражнения	167

Лекция 13. Математические модели (ММ) на различных иерархических уровнях	168
13.1. Иерархия математических моделей в САПР	168
13.2. Микро-, макро- и метауровни	170
13.3. Структурные модели	179
Контрольные вопросы и упражнения	181
Лекция 14. Математические модели объектов проектирования РЭС	182
14.1. Общие сведения о математических моделях РЭС	182
14.2. Общая характеристика задач автоматизации конструкторского проектирования РЭС	187
14.3. Математические модели монтажно- коммутационного пространства	193
Контрольные вопросы и упражнения	197
Лекция 15. Разработка математических моделей при проектировании технологии	199
15.1. Методы получения моделей элементов	199
15.2. Математические модели объектов проектирования на микроуровне	202
15.3. Математические модели объектов проектирования на макроуровне	206
Контрольные вопросы и задания	210
Лекция 16. Математические модели РЭС на метауровне	211
16.1. Математические модели аналоговой РЭА	211
16.2. Математические модели логических схем цифровой РЭА	212
16.3. Имитационные модели	213
Контрольные вопросы и упражнения	217
Лекция 17. Анализ, верификация и оптимизация проектных решений средствами САПР	219
17.1. Основные задачи многообъектного технологического проектирования	219

17.2. Структурный синтез при проектировании технологических процессов	227
Контрольные вопросы и упражнения	231
Лекция 18. Комплексные интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов РЭС	232
18.1. Повышение интеллектуальности подсистем проектирования	232
18.2. Об искусственном интеллекте	237
18.3. Направление исследований в области искусственного интеллекта	242
Контрольные вопросы и упражнения	244
Лекция 19. Технологии искусственного интеллекта	245
19.1. Структура интеллектуальной системы	245
19.2. Разновидности интеллектуальных систем	248
Контрольные вопросы и упражнения	251
Лекция 20. Философские аспекты проблемы систем ИИ	252
20.1. Перспективы развития искусственного интеллекта	252
20.2. История развития систем ИИ	255
20.3. Различные подходы к построению систем ИИ	260
Контрольные вопросы и упражнения	264
Лекция 21. Машинный интеллект. Интеллектуальная система автоматизированного проектирования	265
21.1. Основные понятия	265
21.2. Интеллектуальные системы автоматизированного проектирования	268
21.3. Разновидности интеллектуальных систем	270
Контрольные вопросы и упражнения	278
Лекция 22. Экспертные системы в технологии как класс интеллектуальных систем	279
22.1. Особенности экспертных систем	279

22.2. Структура и режимы использования ЭС	280
22.3. Организация знаний в ЭС	283
Контрольные вопросы и упражнения	289
Лекция 23. Экспертные системы в технологии как класс интеллектуальных систем (окончание)	290
23.1. Отличие ЭС от традиционных программ	290
23.2. Классификация экспертных систем	295
23.3. Трудности при разработке экспертных систем	298
23.4. Методология построения экспертных систем	299
23.5. Примеры экспертных систем	300
Контрольные вопросы и упражнения	302
Лекция 24. Автоматизированные системы технологической подготовки производства	303
24.1. Основные положения и принципы работ технологической подготовки производства	303
24.2. Содержание и иерархия работ ТПП	306
Контрольные вопросы и упражнения	313
Лекция 25. Проектирование технологических процессов	314
25.1. Общая постановка задачи	314
25.2. Функции и проблемы технологической подготовки производства. Обеспечение технологичности конструкции изделия	316
25.3. Классификация технологических процессов	320
25.4. Содержание работ проектирования технологических процессов	321
25.5. Виды технологических документов	322
25.6. Основные документы АСТПП	324
Контрольные вопросы и упражнения	326
Лекция 26. Методы и средства построения принципиальной схемы технологического процесса изготовления РЭС	327
26.1. Общая постановка задачи	327

26.2. Принцип многоуровневой декомпозиции	332
26.3. Итерационный алгоритм процесса проектирования	333
26.4. Укрупненная схема технологического процесса	336
26.5. Структура принципиальной схемы	337
Контрольные вопросы и упражнения	339
Лекция 27. Алгоритмы проектирования технологических маршрутов	341
27.1. Исходные данные для проектирования технологических маршрутов	341
27.2. Исследование множества переходов этапов технологического маршрута	342
27.3. Упорядочивание укрупненных операций	342
27.4. Дифференциация укрупненных операций	343
27.5. Установление очередности укрупненных операций одинакового ранга	346
27.6. Определение типа оборудования	348
Контрольные вопросы и упражнения	353
Лекция 28. Автоматизированное проектирование технологических маршрутов	354
28.1. Автоматизированное проектирование технологических маршрутов изготовления РЭС на основе методов типизации	354
28.2. Обобщенный маршрут обработки	355
28.3. Выбор индивидуального маршрута	358
Контрольные вопросы и упражнения	363
Лекция 29. Алгоритмы проектирования технологических операций	364
29.1. Исходные данные для проектирования технологических операций	364
29.2. Формирование оптимальной операции	368

29.3. Общий алгоритм проектирования операционной технологии	369
Контрольные вопросы и упражнения	373
Лекция 30. Алгоритм построения технологического процесса сборки типовых узлов РЭС	374
30.1. Состав работ построения технологического процесса сборки	374
30.2. Схема алгоритмического процесса проектирования технологии сборки	381
30.3. Проектирование и изготовление средств технологического оснащения (СТО)	383
Контрольные вопросы и упражнения	384
Лекция 31. Информационные технологии радиоэлектронной САПР	385
31.1. Направления и состав информационных технологий радиоэлектронной САПР	385
31.2. Языки описания топологии	388
31.3. Проектирование СБИС	388
Контрольные вопросы и упражнения	392
Лекция 32. Краткий обзор современных технологий	394
32.1. CALS-технологии в автоматизированном производстве	394
32.2. Технологии беспроводной связи	399
32.3. CAN-технологии	401
32.4. STEP-технология	402
Контрольные вопросы и упражнения	406
Лекция 33. Оценка качества информационных систем (ИС)	407
33.1. Общая постановка задачи	407
33.2. Стандарты управления качеством промышленной продукции	411
Контрольные вопросы и упражнения	413

Лекция 34. Экономическая эффективность информационных технологий	414
34.1. Экономическая эффективность информационных систем проектирования	414
34.2. Краткий обзор CALS-стандартов	417
Контрольные вопросы и упражнения	421
Заключение	423
Библиография	425

Предисловие

На грани конца XX — начала XXI вв. человечество вступило в новый этап своего развития. В этот период начался переход от индустриального общества к информационному. Процесс, обеспечивающий этот переход, получил название информатизации. Информатизация — это процесс создания, развития и всеобщего применения информационных средств и технологий, которые обеспечивают достижение и поддержание уровня информированности всех членов общества, необходимого и достаточного для кардинального улучшения качества труда и условий жизни в обществе.

Это потребует решения ряда сложных проблем, которые связаны с экологией, поиском новых источников энергии, материалов, технологий, соответствующих современному обществу. Определяющая роль в решении названных проблем отводится информационным технологиям.

Понятие «информационная технология» появилось в последнее десятилетие прошлого века, и ее место среди других дисциплин еще не определено. Одни авторы считают, что информационные технологии являются составной частью научного направления «Информатика»; другие полагают, что информационные технологии являются составными частями автоматизации проектирования; третьи утверждают, что информационная технология включает в себя автоматизацию проектирования.

Неоднозначность мнений не означает их противоречивость: скорее, это говорит о взаимосвязи и взаимозависимости этих научных направлений. Каждое из направлений немыслимо без составных компонентов САПР: методического, математического, лингвистического, программного и технического обеспечения САПР. А это основа таких дисциплин, как «Информационные технологии проектирования РЭС» и «Автоматизация проектирования РЭС».

Так, техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) основано на применении вычислительных сетей и телекоммуникационных технологий, в САПР используются персональные компьютеры и рабочие станции.

Математическое обеспечение САПР отличается богатством и разнообразием методов вычислительной математики, статистики, математического программирования, дискретной математики, искусственного интеллекта.

Программные комплексы САПР относятся к числу наиболее сложных современных программных систем, основанных на операционных системах Unix, Windows NT, языках программирования C, C++, Java и других современных CASE-технологиях, реляционных и объектно-ориентированных системах управления базами данных (СУБД), стандартах открытых систем и обмена данными в компьютерных средах.

Знание основ автоматизации проектирования и умение работать со средствами САПР требуются практически любому инженеру-разработчику. Компьютерами насыщены проектные подразделения, конструкторские бюро и офисы. Работа конструктора за обычным кульманом, расчеты с помощью логарифмической линейки или оформление отчета на пишущей машинке стали анахронизмом. Предприятия, ведущие разработки без САПР или лишь с малой степенью их использования, оказываются неконкурентоспособными вследствие как больших материальных и временных затрат на проектирование, так и невысокого качества проектов.

Все сказанное свидетельствует и о важности и новизне дисциплины «Информационные технологии проектирования РЭС», и о необходимости предлагаемого учебника, который разработан в соответствии со стандартом, принятым для специальности 210201 — «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» (200800 «Конструирование и производство РЭС»).

Данный учебник ориентирован на базовую подготовку студентов различных инженерных специальностей в области САПР и на специальную подготовку студентов.

В настоящее время проектирование и технология производства электронных средств уже не могут рассматриваться в отрыве друг от друга и прочих этапов жизненного цикла продукта. Острая конкурентная борьба за рынки сбыта между научно-производственными объединениями электронного профиля приводит к быстрому развитию информационных технологий. Современные автоматизированные технологии позволяют охватывать все виды работ по маркетингу, планированию, проектированию, производству, реализации, эксплуатации, а где требуется — и утилизации электронных средств.

Ежегодно появляется большое количество новых программных продуктов или очередных версий уже существующих. Созданных технологий так много и они настолько быстро развиваются, что специалисту в одной области информационных технологий (ИТ) невозможно отслеживать весь широкий спектр методов, программных и технических средств, которые применяются при создании и производстве электронной продукции.

Пока известно мало примеров успешного функционирования корпоративных информационных систем на отечественных предприятиях электронного профиля, удовлетворяющих CALS-стандартам. Одной из причин этого для отечественных предприятий является высокая стоимость систем класса MRP II и ERP. Поэтому на ряде предприятий создаются «самопальные» информационные системы, являющиеся дальней-

шим шагом эволюции «островковой» или «лоскутной» автоматизации отдельных процессов.

Целью настоящего учебника является краткое изложение общих положений информационных технологий применительно к проектированию и производству, а также к другим этапам жизненного цикла радиоэлектронных средств (РЭС). Осуществление данной цели связано со значительными трудностями.

Во-первых, отрасль ИТ стремительно развивается, в нее вкладываются громадные средства мировой экономики, ежегодно появляются новые сферы приложения, вводятся новые понятия, термины, стандарты и т.п.

Во-вторых, практически отсутствуют книги, в которых дается систематизированное изложение основных аспектов современных ИТ. Несмотря на то, что имеется обширная литература, в том числе в виде многотомных изданий, в которых детально освещаются многочисленные компоненты ИТ (языки, протоколы, интерфейсы, базы данных, аппаратные средства и т. п.), получение из сотен тысяч и миллионов страниц, а также из Интернет-сайтов, необходимых сведений по конкретным вопросам выбора и применения ИТ представляет собой сложную задачу.

Главная цель учебника — дать необходимые сведения об информационных технологиях, используемых не только для решения «САПровских» задач, но и задач, относящихся к другим этапам жизненного цикла электронных средств. Учитывая современное состояние электронной промышленности и непрерывное быстрое развитие информационных технологий, методологические аспекты ИТ рассматриваются с позиции CALS-систем. На современном предприятии электронного профиля сфера применения ИТ исключительно широка и не ограничивается решением только задач радиоэлектроники (схемотехника, конструирование, технология изготовления микросхем и печатных плат) — они используются и при решении вопросов маркетинга, планирования, логистики, элементов машиностроения, испытаний и т. п.

До настоящего времени сведения по ИТ давались в рамках дисциплин «Информатика», «Автоматизация конструкторского проектирования», «САПр», «Информационные технологии в экономике». Отдельные данные по конкретной дисциплине «Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств», имеющиеся в Интернете, не систематизированы в соответствии с существующим стандартом. Поэтому с некоторой определенностью можно сказать, что данный учебник является новым, соответствующим стандарту СД.03.

Каковы основные различия между понятиями «Автоматизация проектирования РЭС» и «Информационные технологии проектирования РЭС»?

Несмотря на то, что эти дисциплины имеют много общего, при рассмотрении ИТ затрагивается целый ряд дополнительных разделов. К ним относятся:

- охват всех этапов жизненного цикла продукта (от технического замысла до утилизации), использование концепции CALS-систем;
- рассмотрение более широкого круга вопросов, в том числе экономических, эксплуатационных, по принятию решений (и не только проектных);
- широкое привлечение различных пакетов прикладных программ;
- повышение интеллектуальности систем проектирования с использованием идей искусственного интеллекта;
- использование в проектировании экспертных систем как разновидности искусственного интеллекта.

Информационные технологии в проектировании РЭС — это новый этап развития САПР РЭС. Этот этап иногда представляют как «Интегрированные ИТ для РЭС». В других источниках говорится, что в последнее десятилетие произошло становление новой науки — науки об информационных технологиях, т. е. ИТ-науки, или итологии. Предмет итологии — информационные технологии, а также процессы, связанные с их созданием и применением.

Лекция 1. Введение

В лекции показано, что «Информационные технологии» — это новая отрасль знаний. Дисциплина «Информационные технологии проектирования РЭС» представлена как новый виток, более высокий уровень в проектировании РЭС. Даются основные понятия и определения, отвечающие современному уровню

Ключевые слова: Информация, информатизация, интеллектуализация, технология, информационная технология, автоматизированная информационная технология, информационная система, технологический процесс, базовый технологический процесс, информационные технологии проектирования РЭС, мультимедиа

Цель лекции: Основное назначение лекции — показать новизну, важность дисциплины «Информационные технологии проектирования РЭС» и ее место среди других дисциплин проектирования РЭС. Кроме того, необходимо привести основные термины и определения, которые введены на современном уровне знаний

1.1. Информационные технологии — новая отрасль знаний

Человечество вступило в эру информатизации, и это проявляется в следующем [79]:

- информация и информационные ресурсы на мировом рынке становятся важнейшим высокотехнологичным продуктом;
- фирмы, разрабатывающие автоматизированные информационные технологии, занимают ведущие позиции в мировой экономике, определяют дальнейшие направления развития конкурентоспособной продукции;
- без информатизации невозможно создание высоких технологий;
- информационные технологии (ИТ) открывают новые возможности в повышении эффективности производственных процессов, в сфере образования и быта, они выводят на новый уровень автоматизацию технологических процессов и управленческий труд, обеспечивают групповое ведение проектных работ, Интернет-технологии, CALS-технологии, дистанционное образование и т. д.;
- информатизация общества ведет к интернационализации производства [68, 109].

Показателем научно-технической мощи страны становится внешне-торговый баланс профессиональных знаний, который реализуется рынком лицензий производственных процессов, «ноу-хау» и консультациями по применению наукоемких изделий. Например, США около 80% нововведений передают дочерним предприятиям в других странах. Пока эти предприятия осваивают предложенную технологию, в США готовят новые, т. е. реализуется опережающий технологический цикл высокоразвитой страны. К числу важнейших компонентов информационной мощи США относится глобальное лидерство в разработке, производстве и использовании информационных технологий.

Таким образом, эволюция мирового рынка дает преимущества стране, создающей у себя и передающей для производства другим странам наукоемкие изделия. Последние должны включать новые технологии и современные профессиональные знания. Идет торговля невидимым продуктом: знаниями, культурой; происходит навязывание высокоразвитыми странами стереотипа поведения. Именно поэтому в информационном обществе стратегическим ресурсом становятся информация, знание, творчество. Посредством дистанционного обучения, компьютерных игр, компьютерных видеофильмов и других ИТ компьютерные технологии оказывают огромное влияние на формирование условий и среды, в которых развиваются и процветают таланты. Предполагается, что социальное влияние информационной революции будет заключаться в синтезе западной и восточной мысли.

ИТ играют серьезную стратегическую роль в развитии каждой страны. Их значение быстро увеличивается за счет того, что ИТ:

- активизируют и повышают эффективность использования информационных ресурсов, обеспечивают экономию сырья, энергии, полезных ископаемых, материалов и оборудования, людских ресурсов, социального времени;
- реализуют наиболее важные и интеллектуальные функции социальных процессов;
- занимают центральное место в процессе интеллектуализации общества, в развитии системы образования, культуры, новых (экранных) форм искусства, популяризации шедевров мировой культуры и истории развития человечества;
- обеспечивают информационное взаимодействие людей, способствуют распространению массовой информации;
- быстро ассимилируются культурой общества, снимают многие социальные, бытовые и производственные проблемы, расширяют внутренние и международные экономические и культурные связи, влияют на миграцию населения по планете;

- оптимизируют и автоматизируют информационные процессы в период становления информационного общества;
- играют ключевую роль в процессах получения, накопления, распространения новых знаний по трем направлениям.

Первое из них — информационное моделирование, позволяющее проводить «вычислительный эксперимент» даже в условиях, которые невозможны при натуральном эксперименте из-за опасности, сложности и дороговизны.

Второе направление основано на методах искусственного интеллекта, оно позволяет находить решения плохо формализуемых задач, задач с неполной информацией и нечеткими исходными данными по аналогии с созданием метапроцедур, используемых человеческим мозгом.

Третье направление базируется на методах когнитивной графики, т. е. совокупности приемов и методов образного представления условий задачи, которые позволяют сразу увидеть решение либо получить подсказку для его нахождения. Оно открывает возможности познания человеком самого себя, принципов функционирования своего сознания. Кроме того, в этом случае становится возможным реализовать методы информационного моделирования глобальных процессов, что обеспечивает возможность прогнозирования многих природных ситуаций в регионах повышенной социальной и политической напряженности, экологических катастроф, крупных техногенных аварий.

1.2. Основные определения

Ежегодно терминология в области ИТ пополняется новыми понятиями, аббревиатурами и т. п., поэтому в настоящем разделе приводятся лишь определения самого общего характера.

Сам термин **информация** происходит от латинского слова *information* — «разъяснение, осведомление, изложение». Понятие «информация» достаточно широко используется в обычной жизни современного человека, поэтому каждый имеет интуитивное представление о том, что это такое. Но когда наука начинает применять общеизвестные понятия, она уточняет их, ограничивает использование термина строгими рамками его применения в конкретной научной области. Так, понятие информации, становясь предметом изучения многих наук, в каждой из них конкретизируется и обогащается. Понятие информации является одним из основных в современной науке. Значение информации в жизни общества стремительно растет, меняются методы работы с информацией, расширяются сферы применения новых информационных технологий. Сложность явления информации, его многоплановость, широта сферы применения и быстрое развитие отражаются в постоянном появлении новых толкований понятий информации и инфор-

мационных технологий. Поэтому имеются разные определения понятия информации, от наиболее общего, философского — «Информация есть отражение реального мира», — до узкого, практического — «Информация есть все сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования». Приведем для сопоставления также некоторые другие определения и характеристики [21].

- Информация является одной из фундаментальных сущностей окружающего нас мира (акад. Г. Поспелов).
- Информация — сведения, передаваемые одними людьми другим людям устным, письменным или каким-нибудь другим способом (БСЭ).
- Информация является одним из основных универсальных свойств материи [21].

Под **информацией** необходимо понимать не сами предметы и процессы, а их отражение или отображение в виде чисел, формул, описаний, чертежей, символов, образов. Сама по себе информация может быть отнесена к области абстрактных категорий, подобных, например, математическим формулам, однако работа с ней всегда связана с использованием каких-нибудь материалов и затратами энергии. Информация хранится в наскальных рисунках древних людей в камне, в текстах книг на бумаге, в картинах на холсте, в музыкальных магнитофонных записях на магнитной ленте, в данных оперативной памяти компьютера, в наследственном коде ДНК в каждой живой клетке, в памяти человека в его мозгу и т. д. Для ее записи, хранения, обработки, распространения нужны материалы (камень, бумага, холст, магнитная лента, электронные носители данных). Кроме того, нужна энергия — например, для того, чтобы приводить в действие печатающие машины, создавать искусственный климат для хранения шедевров изобразительного искусства, питать электричеством электронные схемы калькулятора, поддерживать работу передатчиков на радио- и телевизионных станциях.

Термин **информатизация** может расшифровываться как эффективное использование обществом информации и средств вычислительной техники во всех сферах деятельности, как комплекс мер, направленных на обеспечение полного и своевременного использования достоверных знаний во всех общественно значимых видах человеческой деятельности. Основная цель информатизации — обеспечение решения актуальных проблем общества, удовлетворение спроса на информационные продукты и услуги [65, 66]. Важность информатизации подчеркивается ее местом в «концепции четырех И», т. е. информатизация, интеллектуализация, интеграция и индивидуализация [76].

Под **интеллектуализацией** понимается создание и использование систем, решающих интеллектуальные задачи (накопление знаний и вывод

новых, распознавание образов, общение с пользователем на естественном языке и т. д.). Интеграция предполагает комплексное решение научных, технических и социальных задач в целях развития общества.

Индивидуализация проявляется в развитии сегмента функциональных и личностных услуг во всех сферах человеческой деятельности.

Термин **технология** произошел от греческого *teche* + *logos*, т. е. «мастерство + учение». В производственном процессе под технологией понимают систему взаимосвязанных способов обработки материалов и приемов изготовления продукции. В общем случае технология — это правила действия с использованием каких-либо средств, которые являются общими для целой совокупности задач или задачных ситуаций. Если реализация технологии направлена на выработку управляющих воздействий, то это технология управления.

В узком смысле технология — это набор способов, средств выбора и осуществления управляющего процесса из множества возможных реализаций этого процесса. Под процессом (*processes* (лат.) — продвижение) здесь понимается функционально законченная, планируемая последовательность типовых операций со структурами данных, совершаемых за конечный промежуток времени в определенной среде, свойства которой диктуются требованиями и свойствами динамики процесса [6]. В свою очередь, процесс может быть применен и к информации с целью ее преобразования.

В последнее время широкое распространение получили термины *бесбумажная технология*, *интерактивная технология*, *технология программирования*, *технология проектирования баз данных*, *CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support)-технология*, *сетевая технология*, *Internet-технология*, *технология анализа и реинжиниринга бизнес-процессов* и др. Все они предполагают использование информации, т.е. любого вида сведений о предметах, фактах, понятиях предметной области [17].

Современная технология должна отвечать следующим требованиям [106]:

- высокая степень расчлененности процесса на стадии (фазы);
- системная полнота (целостность) процесса, который включает все элементы, обеспечивающие необходимую завершенность действий в достижении поставленной цели;
- регулярность процесса и однозначность его фаз, позволяющие применять средние величины при характеристике этих фаз, а следовательно, их стандартизацию и унификацию.

В понятии «технология» важно выделить два аспекта. Во-первых, технология неразрывно связана с процессом, т. е. совокупностью действий, осуществляемых во времени. Во-вторых, технологический процесс протекает в искусственных системах, созданных человеком для удовлетворения каких-либо потребностей.

В широком смысле под технологией понимают науку о законах производства материальных благ. В это понятие вкладывают три основные части:

- идеологию, т. е. принципы производства;
- орудия труда, т. е. станки, машины, агрегаты;
- кадры, владеющие профессиональными навыками.

Эти составляющие называют, соответственно, информационной, инструментальной и социальной. Другими словами, *информационный* аспект включает описание принципов и методов производства, *инструментальный* — орудия труда, с помощью которых реализуется производство, *социальный* — кадры и их организацию.

В более узком промышленном смысле технология рассматривается как последовательность действий над предметом труда в целях получения конечного продукта, например, технология получения интегральных схем или изготовления РЭС.

Для конкретного производства технологию понимают в узком смысле как совокупность приемов и методов, определяющих последовательность действий для реализации производственного процесса. Уровень технологий связан с научно-техническим прогрессом общества и влияет на его социальную структуру, культуру и идеологию. Для любой технологии могут быть выделены цель, предмет и средства.

Целью технологии в промышленном производстве является повышение качества продукции, сокращение сроков ее изготовления и снижение себестоимости.

Методология любой технологии включает в себя: декомпозицию производственного процесса на отдельные взаимосвязанные и подчиненные составляющие (стадии, этапы, фазы, операции); реализацию определенной последовательности выполнения операций, этапов и стадий производственного процесса в соответствии с целью технологии; технологическую документацию, формализующую выполнение всех составляющих.

Производство информации направлено на целесообразное использование информационных ресурсов и снабжение ими всех элементов организационной структуры и реализуется путем создания информационной системы. Информационные ресурсы являются исходным «сырьем» для системы управления любой организационной структурой. Конечным продуктом является принятое решение. Принятие решения в большинстве случаев осуществляется в условиях недостатка информации, поэтому степень использования информационных ресурсов во многом определяет эффективность работы организации.

В своем становлении любая отрасль, в том числе и информационная, проходила стадии от кустарного ремесленного производства к производству, основанному на высоких технологиях.

В развитии технологии выделяют два принципиально разных этапа. Один характеризуется непрерывным совершенствованием установившейся базисной технологии и достижением верхнего предельного уровня, когда дальнейшее улучшение является неоправданным из-за больших экономических вложений. Другой этап отличается отказом от существующей технологии и переходом к принципиально иной, развивающейся по законам первого этапа.

Под **информационными технологиями** понимается вся совокупность форм, методов и средств автоматизации информационной деятельности в различных сферах.

До настоящего времени не разработано общей теории информационных технологий (ИТ) как системы целостных взаимосвязанных приемов, методов и средств обработки информации, не определены основные понятия ИТ [21]. Но достаточно понимать сущность ИТ, а также объяснить ее научное и практическое значение. Тем более что в проектировании и создании конкретных ИТ переплетается много задач из различных научных дисциплин.

Как наука ИТ включает методологические и методические положения, организационные установки, методы использования инструментально-технических средств и т. д., — все то, что регламентирует и поддерживает информационное производство и деятельность людей, вовлеченных в это производство. Трансформация новых научных знаний в конкретную информационную технологию — основная задача ИТ как науки.

Ввиду дискуссионности предмета обсуждения в [21] приводится несколько понятий ИТ:

- ИТ — это совокупность научных методов и технических приемов производства информационных продуктов и услуг с применением всего многообразия средств вычислительной техники и связи;
- ИТ — это пограничная область, которая охватывает как вычислительную технологию, так и конкретную социальную информационную практику, рационализирующую ее за счет широкого применения вычислительной техники;
- ИТ — это совокупность принципиально новых средств и методов, обеспечивающих создание, обработку, передачу, отображение и хранение информации.

Огромный толчок развитию информационных технологий принесла разработка мультимедийных средств.

Мультимедиа — это объединение нескольких средств представления информации в одной системе. Обычно под мультимедиа подразумевается объединение в компьютерной системе таких средств представления информации, как текст, звук, графика, мультипликация, видеоизображения и пространственное моделирование. Термин «мультимедиа» стал попу-

лярным сравнительно недавно, в связи с появлением мощных недорогих компьютеров.

В настоящее время имеются настольные компьютеры, способные работать со звуковой и видеоинформацией, манипулировать ею для получения специальных эффектов, синтезировать и воспроизводить звуки и видеоинформацию, создавать все виды графической информации, включая анимационные изображения, и объединять все это в едином представлении мультимедиа. Представления с использованием средств мультимедиа являются захватывающими, так как они многомодальны, т. е. одновременно воздействуют на несколько органов чувств и поэтому вызывают повышенный интерес и повышенное внимание у аудитории. Такое объединение сред обеспечивает качественно новый уровень восприятия информации: человек не просто пассивно созерцает, а активно участвует в происходящем. Именно этот феномен участия, а также технологические успехи производителей определили мультимедийный бум последних лет.

Информационные технологии обеспечивают переход от рутинных методов к промышленным методам и средствам работы с информацией в различных сферах человеческой деятельности, давая возможность рационально и эффективно ее использовать.

1.3. Возникновение информационных технологий

Понятие **информационная технология** возникло в последние десятилетия XX века в процессе становления информатики. Особенностью информационной технологии является то, что в ней и предметом, и продуктом труда является информация, а орудиями труда — средства вычислительной техники и связи. Информационная технология как наука о производстве информации возникла именно потому, что информация стала рассматриваться как вполне реальный производственный ресурс наряду с другими материальными ресурсами. При этом производство информации и ее верхнего уровня — знаний — оказывает решающее влияние на модификацию и создание новых промышленных технологий [81].

Информационная технология — совокупность методов и способов получения, обработки, представления информации, направленных на изменение ее состояния, свойств, формы, содержания и осуществляемых в интересах пользователей.

Выделяют три уровня рассмотрения информационных технологий [85]:

- первый уровень — теоретический. Основная задача — создание комплекса взаимосвязанных моделей информационных процессов, совместимых параметрически и критерияльно;

- второй уровень — исследовательский. Основная задача — разработка методов, позволяющих автоматизированно конструировать оптимальные конкретные информационные технологии;
- третий уровень — прикладной, который подразделяют на две страты: инструментальную и предметную.

Инструментальная *страта* (аналог — оборудование, станки, инструмент) определяет пути и средства реализации информационных технологий, которые можно разделить на:

- методические;
- информационные;
- математические;
- алгоритмические;
- технические;
- программные.

Предметная страта связана со спецификой конкретной предметной области и находит отражение в специализированных информационных технологиях, например, организационное управление, управление технологическими процессами, автоматизированное проектирование, обучение и другие.

Потребность в передаче и обмене информацией человечество испытывало уже на ранних стадиях своего развития. Если сначала для ускорения передачи информации использовались костры, курьеры, потом почта, semaфорный телеграф, то с изобретением электрического телеграфа и телефона принципиально изменились возможности передачи информации. Было изобретено радио и телевидение, а затем компьютер, цифровые системы связи и вычислительные сети; создание в 1978 году первого персонального компьютера явилось причиной быстрого его распространения и развития в качестве инструментального средства накопления, преобразования и передачи информации и позволило новым, **автоматизированным информационным технологиям** внедриться практически во все области человеческой деятельности. Интеграция достижений человечества в области средств связи, обработки, накопления и отображения информации способствовала формированию автоматизированных информационных технологий (АИТ).

Основу **автоматизированных информационных технологий** составляют следующие технические достижения:

- создание средств накопления больших объемов информации на машинных носителях, таких как магнитные и оптические диски;
- создание различных средств связи, таких как радио- и телевизионная связь, телекс, телефакс, цифровые системы связи, компьютерные сети, космическая связь, позволяющих воспринимать, использовать и передавать информацию практически в любой точке земного шара;

- создание компьютера, особенно персонального, позволяющего по определенным алгоритмам обрабатывать и отображать информацию, накапливать и генерировать знания.

Автоматизированные информационные технологии ориентированы на увеличение степени автоматизации всех информационных операций и, следовательно, на ускорение научно-технического прогресса общества.

1.4. Информационные системы

Одновременно с широким использованием новых информационных технологий появилось понятие «информационная система» (ИС). **Информационная система** осуществляет сбор, передачу и переработку информации об объекте, снабжает работников различного уровня информацией для реализации функции управления [85].

Успешное внедрение информационных технологий связано с возможностью их типизации. Конкретная информационная технология обладает комплексным составом компонентов, поэтому целесообразно определить ее структуру и состав.

Конкретная информационная технология определяется в результате компиляции и синтеза базовых технологических операций, специализированных технологий и средств реализации.

Технологический процесс — часть информационного процесса, содержащая действия (физические, механические и т. д.) по изменению состояния информации.

Информационная технология базируется на реализации информационных процессов, разнообразие которых требует выделения базовых, характерных для любой информационной технологии.

Базовый технологический процесс основан на применении стандартных моделей и инструментальных средств. Он может быть использован в качестве составной части информационной технологии. К их числу можно отнести: операции извлечения, транспортировки, хранения, обработки и представления информации.

Среди базовых технологических процессов выделяют [85]:

- извлечение информации;
- транспортирование информации;
- обработку информации;
- хранение информации;
- представление и использование информации.

Процесс извлечения информации связан с переходом от реального представления предметной области к его описанию в формальном виде и в виде данных, которые отражают это представление.

В процессе транспортирования осуществляют передачу информации на расстояние для ускоренного обмена и организации быстрого доступа к ней, используя при этом различные способы преобразования.

Процесс обработки информации состоит в получении одних «информационных объектов» из других «информационных объектов» путем выполнения некоторых алгоритмов; он является одной из основных операций, выполняемых над информацией, и, главным образом, путем увеличения ее объема и разнообразия.

Процесс хранения связан с необходимостью накопления и долговременного хранения данных, обеспечением их актуальности, ценности, безопасности, доступности.

Процесс представления и использования информации направлен на решение задачи доступа к информации в удобной для пользователя форме.

Базовые информационные технологии строятся на основе базовых технологических операций, но кроме этого включают в себя ряд специфических моделей и инструментальных средств. Этот вид технологий ориентирован на решение определенного класса задач и используется в конкретных технологиях в виде отдельной компоненты. Среди них выделяют [7]:

- мультимедиа-технологии;
- геоинформационные технологии;
- технологии защиты информации;
- CASE-технологии;
- телекоммуникационные технологии;
- COLS-технологии;
- технологии искусственного интеллекта.

Специфика конкретной предметной области находит отражение в специализированных информационных технологиях, например, организационное управление, управление технологическими процессами, автоматизированное проектирование, обучение и другие. Среди них наиболее прогрессивными являются следующие информационные технологии:

- организационного управления (корпоративные информационные технологии);
- в промышленности и экономике;
- в образовании;
- автоматизированного проектирования.

Аналогом инструментальной базы (оборудование, станки, инструмент) являются средства реализации информационных технологий. Последние можно разделить на методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные.

CASE-технология (Computer Aided Software Engineering — Компьютерное Автоматизированное Проектирование Программного обеспече-

ния) является своеобразной «технологической оснасткой», позволяющей осуществить автоматизированное проектирование информационных технологий.

Методические средства определяют требования при разработке, внедрении и эксплуатации информационных технологий, обеспечивая информационную, программную и техническую совместимость. Наиболее важными из них являются требования по стандартизации.

Информационные средства обеспечивают эффективное представление предметной области; к их числу относятся информационные модели, системы классификации и кодирования информации (общероссийские, отраслевые) и т. д.

Математические средства включают в себя модели решения функциональных задач и модели организации информационных процессов, обеспечивающие эффективное принятие решения. Математические средства автоматически переходят в алгоритмические, обеспечивающие их реализацию.

Технические и программные средства задают уровень реализации информационных технологий как при их создании, так и при реализации.

CALS-технология предназначена для унификации и стандартизации спецификаций промышленной продукции на всех этапах ее жизненного цикла [58].

Таким образом, конкретная информационная технология определяется в результате компиляции и синтеза базовых технологических операций, «отраслевых технологий» и средств реализации.

Внедрение информационных систем повышает эффективность производственно-хозяйственной деятельности предприятия за счет не только обработки и хранения информации, автоматизации рутинных работ, но и принципиально новых методов управления. Последние основаны на моделировании действий специалистов при принятии решений (методы искусственного интеллекта, экспертные системы и т. п.), использовании современных средств телекоммуникации (электронная почта, телеконференции), глобальных и локальных вычислительных сетей и т. д. [29].

По сфере применения информационные системы классифицируются следующим образом:

- ИС для научных исследований;
- ИС автоматизированного проектирования;
- ИС организационного управления.

Научные ИС используются для автоматизации научной деятельности, анализа статистической информации, управления экспериментом.

ИС автоматизированного проектирования применяют для:

- разработки новых изделий и технологий их производства;
- различных инженерных расчетов;

- создания графической документации (чертежей, схем, графиков и т. д.);
- моделирования проектируемых объектов.

ИС организационного управления предназначены для автоматизации функций административного аппарата. К ним относятся ИС управления как промышленными предприятиями, так и непромышленными объектами (банками, биржами, страховыми компаниями, гостиницами и т. д.) и отдельными офисами (офисные системы).

ИС управления технологическими процессами создают для автоматизации различных технологических процессов.

1.5. Информационные технологии проектирования РЭС

Исключительно важную роль ИТ оказывают на развитие радиоэлектронных средств (РЭС), которые обеспечивают все виды связи, вычислительные средства, продукцию оборонных промышленных комплексов и других отраслей промышленности. В настоящее время *практически нет* продукции либо услуги, которая бы не содержала или не использовала электроники. ИТ и электроника вместе с вычислительной техникой являются основой создания высокотехнологичных технологий.

Необходимость внедрения ИТ для развития РЭС объясняется требованиями к сокращению сроков проектирования и подготовки производства для выпуска новых и модернизируемых изделий, затрат на проектирование и производство, стоимости долговременного послепродажного обслуживания [7]. Кроме того, ИТ необходимы для перестройки (реинжиниринга) предприятий в соответствии с современными требованиями повышения качества и конкурентоспособности изделий, восстановления старых рынков сбыта и выхода на новые рынки.

Обновление или реинжиниринг (Reengineering) бизнес-процессов с позиций менеджмента определяется как «фундаментальное переосмысление и радикальная перестройка бизнес-процессов компаний с целью достижения коренных улучшений актуальных показателей их деятельности: стоимости, качества, услуг и темпов» [85].

На этапах жизненного цикла электронных средств широко применяются следующие ИТ [37]:

- «электронные» САПР, обеспечивающие моделирование аналоговых (в том числе СВЧ) и цифровых устройств, разработку программируемых логических интегральных схем, автотрассировку печатных плат, комплексное описание компонентов проектируемых устройств, моделирование электромагнитных полей трехмерных структур и т. д. Здесь выделяют «легкие» (с меньшим чис-

лом функций и более дешевые), «средние» и «тяжелые» САПР (с расширенными возможностями и более дорогие).

- специализированные информационные технологии и системы, например, CASE (Computer-Aided Software / System Engineering)-технологии, SCADA (Supervisor Control And Data Acquisition) системы, системы моделирования и анализа электронных схем и т.д.
- технологии класса MRPII (Manufacturing Resource Planning) и ERP (Enterprise Resource Planning), обеспечивающие решение широкого спектра задач планирования ресурсов и управления деятельностью предприятий. В последние годы, характеризующиеся ожесточением конкуренции, интенсивно развиваются CRM (Customer Relationship Management) системы как набор приложений или в виде надстройки над ERP. В CRM-системах акцент делается на взаимоотношения «компания—клиент» и, прежде всего, удержание старых клиентов за счет учета их индивидуальных потребностей и особенностей. Основными разработчиками ERP-систем являются фирмы Oracle, Microsoft, SAP, BAAN, People Soft и многие другие. К ведущим отечественным компаниям на рынке ERP-систем относятся «Парус», «Галактика», «АйТи», «Цефей» [66].

Расширяется применение технологии XML (eXtensible Markup Language), которая охватывает важнейшие задачи бизнес-приложений: обмен данными между системами разных производителей, обмен документами между предприятиями (B2B — Business-to-Business), сбор отчетности государственными организациями, поставка данных Интернет-клиентами и другие.

Без использования ИТ невозможно функционирование многих современных систем, например САПР, АСУ, CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support), логистики и т. д. [95, 89].

Грамотное использование ИТ и ИС позволяет извлекать максимум пользы из всей имеющейся на предприятии информации и благодаря этому делать более точные прогнозы, избегать возможных ошибок при принятии управленческих и проектных решений в условиях неопределенности и риска. Жесткая конкурентная борьба делает предприятия крайне чувствительными к малейшим просчетам в управлении, преимущества имеют предприятия, использующие современные информационные технологии.

Наряду с очевидными благами неквалифицированный подход к использованию ИТ таит в себе определенные опасности. К ним можно отнести следующие:

- меньше времени уделяется изучению непосредственно применяемых математических методов, физическому смыслу моделируемых явлений и другим теоретическим аспектам;

- повышается опасность разглашения конфиденциальной информации, появляются новые виды преступлений;
- облегчается реклама некачественной продукции;
- возможны значительные материальные издержки при неудачном ИТ-проекте и др.

Например, в 2001 году ошибки в программном обеспечении принесли убыток мировой экономике на сумму 175 млрд. долларов. Риски внедрения крупных программных систем в настоящее время достигают 70% [68].

Контрольные вопросы и упражнения

1. Что характеризует эру информатизации?
2. Дайте определение понятия «информация». В чем состоит ее особенности?
3. Раскройте понятие «технология» и ее аспекты.
4. Что явилось причиной возникновения понятия «информационные технологии»?
5. Какие достижения человечества обусловили появление автоматизированных информационных технологий?
6. Что такое информационная система?
7. Каковы цель, методы и средства автоматизированной информационной технологии?
8. Что дает внедрение ИТ для предприятий электронного профиля?

[. . .]