Автоматизация проектирования систем управления

Автоматизация проектирования систем управления: Сб.
А22 статей/Под общ. ред. В. А. Трапезникова. — Вып. 4. — М.: Финансы и статистика, 1982. — 206 с., ил.

В пер.: 1 р. 10 к.

Сборник содержит работы по различным аспектам автоматизации проектирования систем управления. Большое внимание уделяется проблемам автоматизации проектирования программного обеспечения систем управления. Рассматриваются методы оптимизации программного обеспечения, факторы, влияющие на его эффективность, методы модификации управляющих программ, вопросы построения базы данных для САПР, а также алгоритмы и программы автоматизации конструкторского проектирования схем управления.

А $\frac{1502000000-028}{010(01)-82}$ 114—82

ББК 32.965
33.05

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Сборник статей

Выпуск 4
Зав. редакцией *И. Г. Дмитриева*
Редактор *Т. А. Петрова*
Мл. редакторы *О. А. Ермилина, Л. В. Речицкая*
Техн. редакторы *К. К. Букалова, Г. А. Полякова*
Корректоры *Т. М. Васильева* и *Н. П. Сперанская*
Худож. редактор *О. Н. Поленова*
Переплет художника *В. С. Сергеевой*

ИБ № 1210

Сдано в набор 14.10.81.
Подписано в печать 26.01.82.
А 07822. Формат $60\times90^1/_{16}$. Бум. тип. № 3.
Гарнитура «Литературная».
Печать высокая. П. л. 13,0. Усл. п. л. 13,0.
Уч.-изд. л. 13,93. Тираж 10000 экз.
Заказ 3102. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Финансы и статистика»,
Москва, ул. Чернышевского, 7
Великолукская городская типография
управления издательств, полиграфии
и книжной торговли
Псковского облисполкома, г. Великие Луки,
ул. Полиграфистов, 78/12

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

В. Л. Эпштейн. Автоматизация проектирования (вопросы методологии) 4

Р. П. Чапцов. Развитие работ по автоматизации проектирования на основе концепций логического производства и базовых средств организации САПР 13

А. Д. Закревский, С. В. Енин, Ю. В. Поттосин. Диалоговый пакет программ для автоматизации логического проектирования дискретных устройств 29

И. И. Бронштейн, А. Л. Меликян, Э. А. Трахтенгерц. Методы оптимизации программного обеспечения в процессе проектирования 41

В. В. Солодовников, В. И. Сивцов, Н. А. Чулин. Пакетная система для автоматизированного синтеза частотным методом 62

В. В. Липаев, М. А. Минаев, С. Г. Орлов. Функции и характеристики базы данных систем автоматизации проектирования комплексов программ 75

А. Г. Мамиконов, А. А. Ашимов, С. А. Косяченко. Модели синтеза информационного обеспечения модульных автоматизированных информационно-управляющих систем 85

Б. И. Ярушкин. Информационное программирование 100

В. В. Девятков, О. Н. Свиридов. Структура и управление данными при функционально-логическом проектировании дискретных устройств . . . 111

Г. Г. Рябов. Основные принципы систем автоматизированного проектирования высокопроизводительных ЭВМ начала 80-х годов 120

В. Н. Гридин. Структура и алгоритм работы системного программного обеспечения комплексной САПР МЭА 124

М. Ойт, Ю. Яаксоо. Диалоговая система машинного проектирования многомерных регуляторов 145

Б. А. Кузьмин. Применение волнового алгоритма для решения задач трассировки большой размерности 156

В. А. Лементуев, В. С. Нефедов, В. З. Попов, М. С. Сонин. Послойное проектирование топологии полупроводниковых БИС 169

В. В. Кульба, А. Б. Шелков. Формализованные методы и автоматизированная система выбора оптимальных стратегий резервирования программных модулей и информационных массивов 185

Аннотации статей сборника 204

Автоматизация проектирования систем управления

СБОРНИК СТАТЕЙ

Под общей редакцией
академика *В. А. Трапезникова*

Выпуск 4

МОСКВА «ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА» 1982

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

ББК 32.965
А22

Редакционная коллегия:

В. А. Трапезников (отв. ред.), В. Л. Эпштейн (зам. отв. ред.), Б. С. Иругов (отв. секретарь), Д. М. Беркович, И. Г. Дмитриева, Н. А. Кузнецов, В. В. Липаев, А. Г. Мамиконов, И. В. Прангишвили, В. В. Солодовников, Э. А. Трахтенгерц

$А\frac{1502000000-028}{010(01)-82}$ 114—82

© Издательство «Финансы и статистика», 1982

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблематика автоматизированного проектирования АСУ находится на стадии формулирования и решения важных теоретических и прикладных задач. В настоящее время разработчики систем автоматизированного проектирования АСУ большое внимание уделяют фундаментальным проблемам методологии автоматизированного проектирования, закладываются основы новой технологии автоматизированного проектирования отдельных компонентов АСУ. Открывают настоящий сборник две статьи, посвященные этому вопросу.

Проблемы автоматизированной разработки программных комплексов АСУ исследуются в двух следующих статьях.

Создание эффективных баз и банков данных для систем автоматизированного проектирования справедливо считается наиболее актуальной проблемой, и от ее успешного решения зависит возможность широкого тиражирования разрабатываемых систем. Ряд статей посвящен этой теме. Важнейшим компонентом любой АСУ является комплекс технических средств управления (ЭВМ, системы передачи и преобразования данных и т. д.). Последние пять статей сборника освещают эти проблемы.

Отрадно отметить, что в разработку проблем автоматизации проектирования вовлекаются новые научные коллективы из различных городов страны.

Можно надеяться, что читатели сборника найдут необходимые и полезные им в практической работе материалы.

В. Л. Эпштейн

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

(вопросы методологии)

В 1642 г., когда Паскаль изобрел и построил первую настоящую счетную машину, он обратился к публике со следующими словами: «Я предлагаю небольшую машину моего изобретения, при помощи которой Вы сумеете без всяких усилий выполнять все арифметические операции, которые так часто утомляют Ваш дух, когда Вы работаете пером и счетами».

Сегодня с такими же по смыслу словами могли бы обратиться разработчики систем автоматизированного проектирования (САПР) к инженерам-проектировщикам.

Обращаясь к администраторам, разработчики САПР могли бы, вероятно, добавить, что предлагаемые ими системы являются мощным инструментом ускорения темпов научно-технического прогресса, сокращения разрыва между теорией и практикой.

За последние 10—15 лет автоматизация проектирования превратилась в новое научно-техническое направление, стала самостоятельной, перспективной научной дисциплиной. Свидетельством тому служит много признаков:

быстро растет число успешно функционирующих САПР;

увеличивается число публикаций по проблемам САПР;

САПР выделяется в отдельную рубрику в научно-технических и реферативных изданиях;

автоматизацию проектирования в высших учебных заведениях начинают преподавать;

ежегодно проводятся совещания и семинары по этой теме;

крупнейшие международные научные федерации и объединения включают автоматизацию проектирования в сферу своей деятельности.

К числу наиболее известных относятся Американский институт инженеров по электро- и радиоэлектронной технике, который уже 15 лет проводит ежегодные конференции по автоматизации проектирования, и Международная федерация по обработке информации (ИФИП), создавшая специальную рабочую группу по автоматизации проектирования. В настоящее время большое внимание начали уделять развитию работ в области автоматизации проектирования Международная федерация по автоматическому управ-

лению (ИФАК) и Национальный комитет Советского Союза по автоматическому управлению.

За последние годы в нашей стране и за рубежом были проведены семинары, симпозиумы, были осуществлены и организационные мероприятия, значительно ускорившие работы по данной проблеме [1—6].

В связи с этим важное методологическое значение имеет и широко обсуждается вопрос о предмете и методе автоматизации проектирования как научной дисциплины.

Определения автоматизации проектирования

Говоря об автоматизированном проектировании, обычно подразумевают четыре его характерные черты:

наличие пакетов прикладных программ, предназначенных для решения задач проектирования;

возможность вызова необходимых программ и запуска их для обработки проектных данных, сообщаемых проектировщиком;

возможность вмешиваться в процесс обработки данных — взаимодействовать с программами, т. е. осуществлять интерактивное проектирование;

возможность графического отображения информации при помощи дисплеев и графопостроителей.

Доступные определения носят феноменологический характер, хотя в них и акцентируется внимание на различных аспектах проблемы. Так, на Симпозиуме по автоматизации проектирования систем управления (г. Цюрих, 1979 г.) проф. Д. Аттертон (Университет Нью-Брунсвик, Канада) отметил, что лучшее определение, которое он может предложить, аналогично определению автоматизированного обучения, т. е. использование вычислительных машин для помощи человеку при проектировании систем управления.

В докладе проф. И. Хатвани (Академия наук ВНР), представленном на Конгрессе ИФИП-77 [8], САПР определяется как проблемно-ориентированное объединение человека и машины, соединяющее характеристики каждого из них так, что вместе они работают лучше, чем каждый из них в отдельности.

Здесь выделяется синергический аспект проблемы: человек и машина, объединенные в САПР, достигают таких показателей эффективности и качества проектирования (сроки, научно-технический уровень, адаптивность и др.), которые недоступны им порознь.

В докладе В. В. Шкурбы и В. Ю. Мейтуса, представленном на VIII Всесоюзном совещании по проблемам управления [6], под системой автоматизации проектирования АСУ понимается многоуровневый комплекс технических, математических, программных и информационных средств, обеспечивающих поиск и корректировку необходимой информации, программирование — проектирование в системе (включая и режим компиляции), выдачу проектной документации и, наконец, модификацию системы в автоматизирован-

ном режиме. Чрезвычайно существенно в этом определении введенное авторами понятие модификации в качестве неотъемлемого признака системы автоматизированного проектирования.

Наконец, последнее определение, которое привлекает внимание, содержится в обзоре [7], составленном по результатам посещения большого числа организаций в разных странах и представленном Международному институту прикладного системного анализа в Вене. В этом обзоре САПР предлагается рассматривать в качестве средства оптимизации проектных решений и процессов. Для этого результаты изучения проектной деятельности обобщаются в виде некоторой синтетической теории проектирования, результаты которой затем воплощаются в конкретных программах. Это определение носит более академический характер и фиксирует внимание на необходимости изучения процессов проектирования, формализации и оптимизации проектирования, развития некоторой общей теории, ориентированной на программную реализацию ее результатов.

Автоматизация проектирования как научная дисциплина

Французский ученый А. Паункаре писал [10], что «важность какого-нибудь факта измеряется его продуктивностью, т. е. тем количеством мысли, которое он позволяет сберечь... Как-то кто-то узнал, что ... 6 раз 7 составляет 42; ему пришла идея отметить этот результат и вот благодаря этому мы не имеем больше надобности повторять вычисление сначала, ... его манипуляция отняла у него не более двух минут, а между тем потребовались бы целых два миллиарда минут, если бы миллиард людей должен был после него повторять ту же манипуляцию».

Автоматизация проектирования как научная дисциплина направлена на экономию мысли проектировщиков. Для этого она изучает процессы проектирования и создает системы для их автоматизации.

Проектирование как предмет изучения представляет собой совокупность различных видов специфической интеллектуальной деятельности, ведущих от формирования технических заданий к информации, необходимой для изготовления той или иной продукции.

Чтобы усовершенствовать методы автоматизации проектирования, необходимо тщательно изучить сам процесс проектирования. Большинство процессов проектирования состоит из повторяющихся последовательностей вычислений и принятий решений. До последнего времени основное внимание было сосредоточено на вычислениях, однако использование ЭВМ требует изучения всех стадий процесса проектирования. Цикл проектирования должен быть расчленен на отдельные небольшие элементы, и эти элементы должны быть по возможности формализованы. Для каждого элемента дол-

жна быть изучена возможность применения вычислительных машин.

Автоматизация проектирования как научно-техническая дисциплина отличается от простого использования ЭВМ в процессах проектирования тем, что в ней рассматриваются вопросы построения системы, а не коллекции случайных программ. Основная концептуальная установка состоит в том, что САПР — это системный инструмент для использования во многих областях, а знания, процедуры, технические средства и технологии, образующие САПР, — это *методы*. Возникающая при таком подходе дисциплина оказывается *методологической*; проявляясь в конкретных приложениях, она обобщает черты, являющиеся общими для них всех.

Автоматизация проектирования рассматривается в настоящее время в качестве дисциплины, которая овладела известными и разработала собственные инструкции, основанные на знаниях из области математики, теории автоматического управления, искусственного интеллекта и др.

Любая САПР является системой переработки информации. Наибольший опыт создания и использования систем переработки информации накоплен в области АСУ. Имеются веские основания предвидеть слияние АСУ и САПР в интегрированные системы проектирования и управления производством. Поэтому изучение опыта создания и эксплуатации АСУ и тенденций развития систем переработки информации имеет большое значение для формирования методологии и проблематики как АСУ, так и САПР.

Тенденции развития систем переработки информации

На рубеже 1980-х годов сложилось трудно разрешимое противоречие между сложностью, которой достигло информационно-программное обеспечение систем переработки информации, и массовостью их применения в народном хозяйстве. Системы стоят дорого, проектируются долго, а их эффективность оказывается ниже ожидаемой или потенциально возможной. На этом фоне происходит радикальное изменение представлений. Напомним общеизвестные факты.

В 1965 г. затраты делились примерно поровну между аппаратурой и информационно-программным обеспечением. Концепция баз данных только зарождалась. Преобладала пакетная обработка. Казалось, что разработка заканчивается в момент подписания акта о внедрении.

К концу 1970-х годов положение заметно изменилось. Стоимость информационно-программного обеспечения достигла 80% в общем объеме затрат на систему и продолжает возрастать. Выяснилось, что анализ и проектирование интегрированных баз данных — процесс более трудоемкий, чем прикладное программирование, и имеет несравненно большее значение с точки зрения потребительских качеств системы.

Узким местом стала не первоначальная разработка систем, а их

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

сопровождение, т. е. модификация и полная переделка в процессе эксплуатации.

Зарубежные данные свидетельствуют, что на сопровождение тратится до 70% программистских ресурсов, стоимость сопровождения оказывается в 3—5 раз выше стоимости первоначальной разработки, а средний срок жизни прикладной программы составляет 14 месяцев.

Как ускорить и удешевить создание систем? Как сделать системы более эффективными? Как повысить эффективность использования ЭВМ в системах управления? Как решить проблему кадров разработчиков систем — системных аналитиков и программистов? Что будут представлять собой системы переработки информации в наступающих десятилетиях и как они будут использоваться? Эти вопросы решаются во всем мире.

Говорят и пишут о кризисе математического обеспечения, о начавшейся «революции» в области систем переработки информации.

Сегодня пользователь взаимодействует с системой через посредников — прикладных программистов, которые в свою очередь поддерживаются группами системных программистов. Хотя некоторые покупные программные продукты можно использовать вместе с операционной системой поставщика аппаратуры, они покрывают очень малую долю реальных потребностей. Согласно данным США прикладные программные продукты соглашаются приобрести не более 10% покупателей, на которых они рассчитаны.

Завтра конечные пользователи должны получить прямой доступ к системе; НИИ и КБ должны превратиться в центры профессионального обслуживания, которые сосредоточат свою деятельность на научных исследованиях с целью создания программных продуктов широкого назначения, требующих специальных знаний в области математических моделей управления и проектирования. Эти программные продукты должны быть стандартизованы для легкого и простого включения в системы.

Предполагается, что на центры профессионального обслуживания будут возложены функции телесопровождения их клиентов.

Ожидается, что на этой основе

большое число приложений будет генерироваться, успевая за нововведениями в технологии и производстве;

информация станет доступной на рабочих местах пользователей;

лица, принимающие решения, получат быстрый и легкий доступ к нужной им информации;

администраторы и проектировщики получат возможность создавать персонально-ориентированные системы информационного обслуживания, извлекать информацию из баз данных и организовывать эту информацию в нужные им таблицы, не обращаясь к посредникам;

резко сократится разрыв между достижениями науки в об-

ласти управления и проектирования и их широким практическим использованием.

В связи с этим привлекает внимание следующий ряд научных проблем.

Научная проблематика

Проблематика автоматизации проектирования имеет двойственный характер: разработка удобных способов спецификации задач (информационная наука) и хороших численных алгоритмов (вычислительная математика).

Специфика объектов проектирования проявляется в алгоритмах решения функциональных задач системы. Их взаимная увязка, связь с базой данных и пользователями носят значительно более общий характер.

Проектирование — это процесс, при котором предъявляются очень жесткие требования к обработке информации. Информация должна быть структурирована и храниться так, чтобы ею мог легко пользоваться разработчик, чтобы была обеспечена связь между различными фазами проектирования, чтобы к ней могли иметь доступ как системы производства продукции, так и системы управления производством. При этом должны быть обеспечены легкое обновление информации и теледоступ. Автоматизация проектирования является в настоящее время, по-видимому, наиболее мощным стимулятором для развития СУБД общего назначения, обобщения методов структурирования, хранения и поиска информации.

Здесь возникает большое число новых, сложных, крайне мало исследованных проблем.

1. Наиболее актуальна проблема человеко-машинного языка, который определяет одновременно и эффективность мышления человека, и эффективность применения им автоматизированной системы переработки информации. Уже более пятидесяти лет известно определение языка в качестве средства коммуникации и орудия мысли. У нас нет другого средства коммуникации с машиной, кроме языка, и мы очень много теряем в эффективности, когда, для того чтобы передать свои мысли машине, должны переводить их из одной системы понятий в другую.

2. Проблема теории данных. Любая система переработки информации моделирует предметы и процессы реального мира на основе той или иной концепции структурирования проблемной области. Эффективность такого моделирования зависит от адекватности моделей данных. Исследования в этом направлении имеют фундаментальное значение для развития теории и практики информационных систем.

3. Проблема модульного проектирования. Если мы хотим иметь дешевые и эффективные системы, то мы должны обеспечить условия и создать средства, при которых модули могли бы широко тиражироваться и легко компоноваться в системы различного назначения.

4. Проблема творчества при проектировании. Этой проблеме редко уделяют внимание, которое она заслуживает. Это дает основание остановиться на ней более подробно.

Разработчики САПР, так же как и разработчики других систем, связанных с использованием ЭВМ, часто забывают о том воздействии, которое оказывает внедрение машин в сферу интеллектуального труда. Накопленный опыт свидетельствует, что это — те же и столь же острые проблемы, с которыми пришлось столкнуться при механизации физического труда, когда машины начали обесценивать опыт и знания ремесленников. Внедрение вычислительных машин в процессы проектирования может породить напряжение и вызвать уменьшение творческой активности человека.

В САПР происходит своего рода подчинение проектировщиков машине. Процесс проектирования расчленяется на элементы, и проектировщики «за деревьями не видят леса», а применение стандартных программ оптимизации может существенно ограничить творческую активность инженеров. «Объективные» решения начинают доминировать над субъективными оценками. Количественные компоненты проектирования начинают преобладать над качественными. Преувеличение значения математических моделей приводит к необоснованному абстрагированию от реальностей жизни.

Высокий уровень капитальных вложений в САПР приводит к стремлению максимально использовать оборудование, а это в свою очередь — к сменной работе со всеми ее отрицательными последствиями. Исследования показывают, что человек, работающий с машиной, нередко вынужден принимать решения со скоростью в 19 раз большей, чем при традиционной работе. Естественно, он не может долго выдерживать такую нагрузку. Поэтому, например, инженер, работающий за дисплеем, снижает свою производительность на 30—40% в первый час работы и на 70—80% — во второй час.

Следует также учитывать, что проектирование в чистом виде (его творческая компонента, от которой в конечном счете и происходит прогресс) осуществляется не в реальном масштабе времени. Важным условием творчества является одиночество или единственность автора. Трудно представить себе «Давида» Микельанджело или «Гернику» Пикассо в качестве результата бригадной работы. САПР же по определению предполагает бригадную, совместную или групповую работу.

Применение ЭВМ сокращает время и стоимость проектирования, иногда улучшает качество проектов. Разработчики САПР фиксируют свое внимание на алгоритмах, машинном графике, базах данных. Однако при этом теряется долгосрочная цель — усиление творческих способностей человека, от которых в конечном счете зависит научно-технический процесс. Это приводит к выводу о том, что если мы не хотим, чтобы системы автоматизации проектирования не превратились из прогрессивного в консервативный

фактор, должны в качестве конечного критерия оценивать любые решения в области САПР по их влиянию на творчество проектировщиков.

В заключение могут быть приведены следующие практические рекомендации.

Прежде чем приступить к созданию САПР, следует точно уяснить себе цели. Это могут быть:

повышение качества проектов. Применение САПР уменьшает количество ошибок, дает возможность использования оптимизационных методов;

решение задач, с которыми невозможно справиться без ЭВМ. Например, проектирование сложных поверхностей и интегральных схем;

снижение стоимости проектирования. Эта экономия становится тем больше, чем больше снижается стоимость ЭВМ и растет заработная плата проектировщиков;

увеличение производительности. Многие организации испытывают трудности, связанные с подбором персонала;

сокращение сроков проектирования.

Уяснив возможные цели САПР, можно приступить к выбору конкретного применения. При этом следует руководствоваться следующими соображениями:

применение должно обеспечивать достижение хотя бы одной из перечисленных выше целей;

при прочих равных условиях предпочтение следует отдавать применениям, для которых существуют готовые пакеты программ;

при разработке новых систем предпочтение следует отдавать малым системам. Опыт свидетельствует, что системы, разработка которых обходится менее чем в два человеко-года, имеют большую вероятность на успех, чем большие САПР;

инженерный анализ, предшествующий разработке САПР, должен выполняться специалистами, ответственными за традиционное проектирование. Особенно велика вероятность успеха, если существуют справочники и инструкции, регламентирующие традиционное проектирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Proceed. 14th Design Automation Conference, IEEE. N. Y., 1979.

2. CAD Systems. Working Conference on Computer-Aided design systems, Austria, Texas, Amsterdam, 1976.

3. Тезисы докладов Всесоюзного совещания по автоматизации проектирования систем управления (Суздаль, 16—19 апреля 1979 г.). М., Институт проблем управления, 1979.

4. Computer-aided design, IFAC Simposium, Zurich, Switzerland, August 29—31, 1979; Proceedings; ed. Cueno, Pergamon Press, 1979.

5. Тезисы докладов Международного семинара ИФАК по автоматизации проектирования систем управления (Баку, 2—6 апреля 1980 г.). М., Институт проблем управления, 1980.

6. *Hatvany J.* Trends and Developments in Computer-aided design. Information Processing 77, North-Holland Publishing Company, 1977, p. 267—281.

7. Тезисы докладов VIII Всесоюзного совещания по проблемам управления (Таллин, октябрь 1980 г.). Кн. 1—3. Москва — Таллин, 1980.

8. *Hatvany J., Newman W. M., Subin M. A.* World Survey on Computer-aided Design. — Computer-aided design, 1977, vol. 9, № 2, p. 79—98.

9. *Laxon W. R.* Selecting and evaluating CAD Systems. —Computer-aided design, 1977, vol. 9, № 4, p. 233—237.

10. *Пуанкаре А.* Наука и метод. — Химия и жизнь, 1980, № 6.

11. *Cooley M. J.* Impact of CAD on the designer and the design function. — Computer-aided Design, 1977, vol. 9, № 4, p. 238—242.

12. Silent software revolution. CAD, 1979, vol. 11, № 1.

Р. П. Чапцов

РАЗВИТИЕ РАБОТ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИЙ ЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА И БАЗОВЫХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ САПР

Работы по автоматизации проектирования различных технических объектов (в том числе и систем управления) выполняются в настоящее время на уровне государственных программ [1] и имеют, как сейчас принято говорить, «социальный заказ». Учитывая значимость автоматизации проектирования, полезно взглянуть на проблематику этой научно-технической области с общих позиций, изучая в единстве как процессы проектирования и конструирования задуманных человеком объектов, так и процессы их материального воплощения и производства.

Эти процессы можно рассматривать комплексно, если исходить из того, что проектирование, как и производство, нацелено на получение определенных объектов, но объектов специфического вида, представляющих собой описания, содержащие необходимую и достаточную информацию для создания задуманных объектов в условиях реального производства [2, 3, 4]. Следовательно, ориентируясь на развитие работ по автоматизации проектирования на хорошем научном базисе, полезно использовать системный подход, связанный с толкованием материального производства и обеспечивающего его проектирования как двух сторон — двух взаимосвязанных уровней, двух разновидностей так называемого обобщенного производства [5].

Подобный подход важен не только в качестве идеологической основы, но и как концепция, обеспечивающая конструктивные решения ряда важных проблем в области автоматизации проектирования. В этом смысле основную цель данной статьи можно охарактеризовать как попытку исследовать проблематику автоматизированного проектирования с общих позиций оценки сущности проектирования вообще и автоматизированного в частности, на основе интерпретации проектирования как производства логического уровня, требующего для его обеспечения соответствующих средств производства — систем автоматизированного проектирования (САПР), которые в свою очередь эффективно могут создаваться с помощью так называемых базовых средств организации этих систем.

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com