



В. В. Лисяк

# Разработка САПР электронной аппаратуры



Владимир Лисяк

**Разработка САПР  
электронной аппаратуры**

«Южный Федеральный Университет»

**Лисяк В. В.**

Разработка САПР электронной аппаратуры / В. В. Лисяк —  
«Южный Федеральный Университет»,

ISBN 978-5-92-752518-8

Рассматриваются вопросы, связанные с процессом создания САПР. Основное внимание уделено моделированию САПР с целью анализа её эффективности, рассмотрены также методики разработки САПР и инструментальные средства, ускоряющие процесс создания САПР. Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения, обучающихся по магистерской программе «Интеллектуальные САПР» направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», а также для студентов, обучающихся по направлению 09.04.02 «Информационные системы и технологии».

ISBN 978-5-92-752518-8

© Лисяк В. В.

© Южный Федеральный Университет

# Содержание

Предисловие	5
1. Общие вопросы разработки САПР	6
1.1. Системы автоматизации предприятия	6
1.2. Концепция гибких производственных систем	8
1.3. Принципы создания САПР	11
1.4. Виды обеспечений САПР	12
Конец ознакомительного фрагмента.	13

# **В.В. Лисяк**

## **Разработка САПР электронной аппаратуры учебное пособие**

### **Предисловие**

Системы автоматизированного проектирования (САПР) относятся к числу наиболее наукоемких систем в современной технике. Разработчик САПР является системным специалистом, который ищет пути формализации проектных процедур, их алгоритмизации, а также выбора и адаптации существующего или разработки нового программного обеспечения САПР.

Дисциплина «Разработка САПР» обобщает и систематизирует знания, полученные студентами при изучении ряда предшествующих дисциплин, и дает новые знания и навыки создания САПР, как целостной, сложной системы.

Пособие знакомит студентов с основными вопросами, связанными с процессом разработки САПР электронной аппаратуры. Рассматриваются методы и средства, предназначенные для решения задач разработки САПР в конкретных предметных областях, называемых метаСАПР. Дается материал по методике разработки САПР, в котором изучается последовательность проектных процедур, их взаимозависимость, требования к применяемым методам и средствам, а также вопросы определения состава технических средств и разработки программно-методических комплексов.

Особое внимание уделено вопросу оценки эффективности САПР, рассмотрение которого необходимо для повышения качества процесса разработки САПР, определения оптимальных вариантов построения и модернизации САПР. Такая оценка выполняется на основе рассмотрения различных методов моделирования САПР.

Наиболее проработанным по вопросам разработки САПР является учебник И. П. Норенкова [2], который к настоящему времени стал редкой книгой и материал которого частично использован при рассмотрении методик разработки САПР.

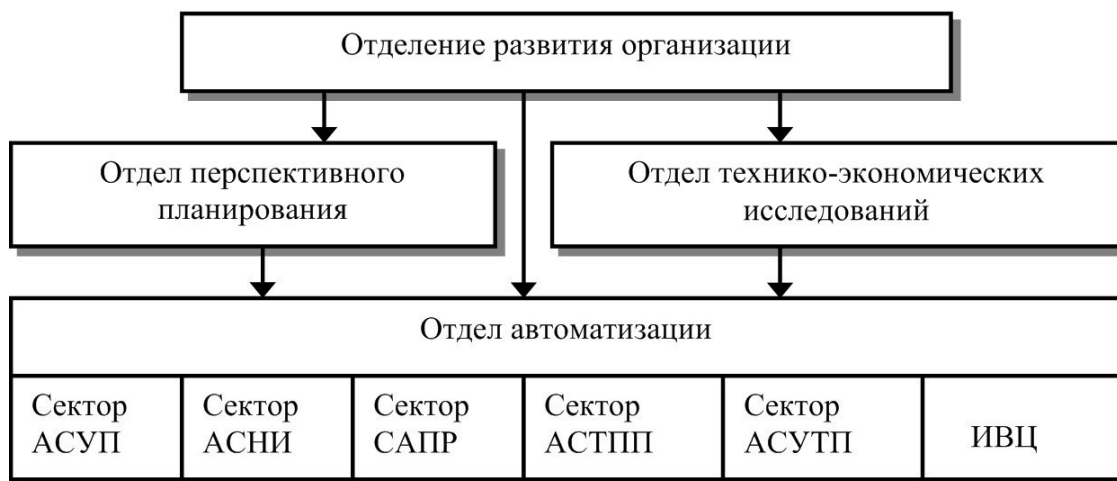
# 1. Общие вопросы разработки САПР

## 1.1. Системы автоматизации предприятия

САПР является частью системы автоматизации деятельности предприятия. Поэтому для правильного подхода к разработке САПР важно уяснить ее взаимосвязь с другими автоматизированными системами предприятия (АС), такими, как:

- АСНИ – АС научных исследований;
- АСУП – АС управления предприятием;
- АСПр – АС плановых расчетов;
- АСТПП – АС технологической подготовки производства;
- АСУТП – АС управления технологическими процессами.

На (рис. 1.1) приведён вариант фрагмента организационной структуры предприятия и служб автоматизации.



**Рис. 1.1.** Фрагмент организационной структуры предприятия и служб автоматизации

С помощью АСУП осуществляется планирование, контроль и учет выполняемых работ, а также затрачиваемых ресурсов (людских, временных, стоимостных, материальных). Для этого необходима информация в нужные моменты времени о состоянии ведущихся разработок (о принятых решениях, состоянии их проектирования и изготовления). Поэтому САПР, как и АСТПП и АСУТП, должны поставлять АСУП необходимую информацию (на основании чего ведется заказ материалов, комплектующих и т.п.).

Техническая документация, полученная в САПР и АСТПП разрабатывающего предприятия, передается и вводится в АСУ серийного завода как первичная информация для подготовки производства. Отсюда ясна необходимость её сопряжения.

На различных этапах проектирования САПР взаимодействует с АИПС и АИСС для поиска научной информации или готовых технических решений. В наиболее полной форме такая информация содержится в АСНИ. Основные виды работ, выполняемые АСНИ:

- сбор и анализ научной и измерительной информации;
- формулирование идей;
- постановка задач и определение концепций их решения;
- обработка и накопление экспериментальных данных;

- формирование баз знаний для экспертных систем.

В различных системах автоматизации и даже в разных подсистемах САПР на одном и том же предприятии можно наблюдать ввод в ЭВМ одних и тех же реквизитов (например, сведения о радиоэлементах в подсистеме проектирования печатных плат, подсистеме выпуска технической документации и подсистеме учета движения материальных ценностей). Система управления базами данных (СУБД) дала возможность стандартизации обработки данных на предприятии для различных целей. Некоторые системы автоматизации предъявляют к СУБД часто противоречивые требования. Например, САПР и АСТПП обрабатывают информацию в режиме проектирования, что требует большей оперативности, чем для АСУП. С другой стороны, в АСУП обрабатывается значительно больше информации, чем в САПР, что влияет на технологию обработки информации. Поэтому часто используется распределенная база данных и ряд сопряженных СУБД для обработки баз данных.

С учетом того, что на предприятии все перечисленные системы автоматизации реализуются в вычислительном центре, основой их организационно-технической интеграции является интегрированная система обработки данных (ИСОД).

## 1.2. Концепция гибких производственных систем

Наиболее полно учет связи САПР с автоматизированными системами предприятия прослеживается в концепции гибких производственных систем (ГПС).

ГПС являются компьютеризированными интегрированными производствами, обеспечивающими выпуск товарной продукции в условиях меняющегося рыночного спроса и функционирующими при ограниченном числе работников. В свою структуру ГПС включает автоматизированные участки, линии, цеха, завод. ГПС применяются в массовом, серийном, мелкосерийном и единичном перестраиваемых производствах изделий в различных отраслях экономики.

ГПС требуют дорогостоящего оборудования, что обусловлено запросами потребителей на разнообразие изделий, повышением требований к их качеству и увеличением выпуска наукоемкой продукции. Такой подход позволяет организовывать выпуск продукции с эффективной эксплуатацией оборудования, производственных площадей и минимизировать затраты средств и времени на обновление продукции, а также снижает участие человека в техпроцессах и, как следствие, исключает субъективизм в управлении производством.

Применение ГПС позволяет в несколько раз повысить отдачу станков с числовым программным управлением (ЧПУ), используя при этом безлюдные или малолюдные технологии.

ГПС должны обеспечивать автоматизированную переналадку оборудования на выпуск новых изделий, роль человека в ГПС состоит в выработке и принятии нестандартных решений и участия в автоматизированной перенастройке системы на выпуск нового класса продукции. Функционирование ГПС в общем случае обеспечивается решением следующих задач:

- диспетчеризация и контролирование хода производства;
- доставка полуфабрикатов и инструмента к оборудованию;
- автоматическая загрузка-разгрузка оборудования;
- приём из подсистем более высокого уровня программ управления оборудованием, их трансляция и редактирование;
- управление работой оборудования и её контроль;
- контроль качества изготавливаемого объекта и инструмента;
- доставка горюче-смазочных материалов и удаление отходов.

В связи с приведенными задачами можно выделить типовые функциональные подсистемы ГПС, объединенные в следующую функциональную структуру (рис. 1.2).

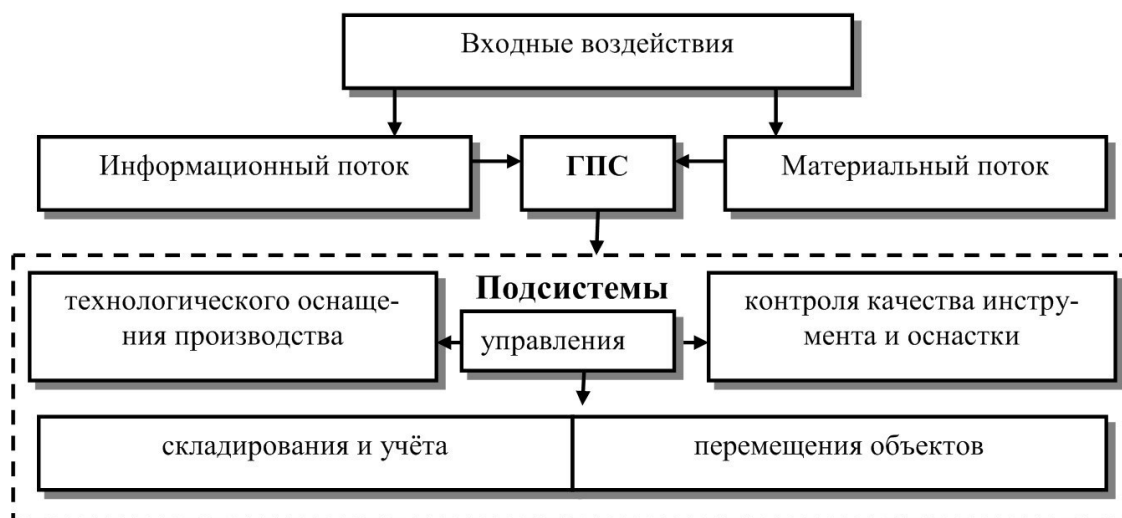


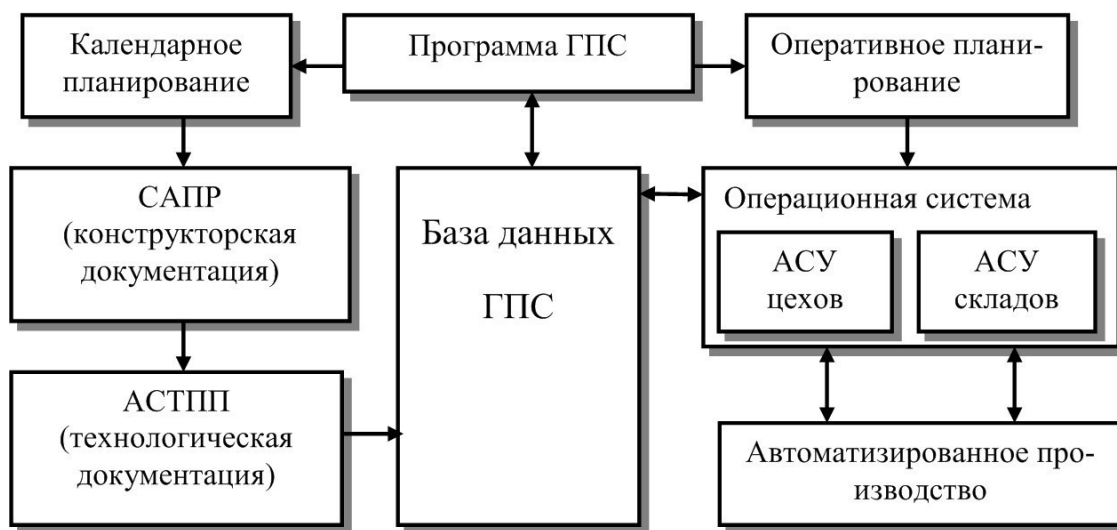
Рис. 1.2. Функциональная структура ГПС

В информационный поток входят перечень объектов, технические требования к их изготовлению и функционированию, конструкторская и технологическая документация. Материальный поток состоит из предметов труда (сырье, материалы, полуфабрикаты, комплектующие), топливно-энергетических и трудовых ресурсов.

Из функциональной структуры ГПС видно, что для программно-информационного обеспечения ГПС определяются две группы задач. Первая – управленческая – связана с организацией процессов транспортировки материальных потоков, загрузки оборудования, использования операций изготовления и контроля как основного изделия, так и оснастки. Вторая группа задач связана с созданием информационного базиса, в который входят конструкторская и технологическая документация по основным изделиям и оснастке.

Формирование технологической документации осуществляется АСТПП на основе конструкторской документации, выпускаемой САПР. Поэтому цепочка САПР-АСТПП представляет собой систему конструкторско-технологического проектирования. С выхода САПР на АСТПП поступает комплект конструкторской документации, включающий описание геометрии изделия и спецификацию с полным описанием конструктивных элементов. С выхода АСТПП снимается технологическая документация, содержащая маршрутные и операционные технологические процессы с полным набором управляющих программ для операций изготовления и контроля как самого изделия, так и оснастки техпроцесса.

Изложенная концепция программно-информационного обеспечения отображена в виде двухконтурной структуры (рис. 1.3).



**Рис. 1.3.** Структура программно-информационного обеспечения ГПС

Эта структура имеет две цепи: формирования информационной базы и оперативного управления ГПС. Совокупность технологических процессов по изделиям, подлежащим обработке в ГПС на планируемый отрезок времени, определяет первую часть информационной базы – базу технологической документации ГПС. Вторую часть информационной базы составляет библиотека, учитывающая все элементы материального потока. Абонентом первой части базы является АСУ производственных цехов, а абонентом второй части базы – АСУ складов и транспортных систем.

Входными данными для системы управления производством является плановое задание, которое определяет в неформальном виде работу производства на определенный отрезок времени. На основе этого задания АСУ производством формирует программу работы ГПС. При этом программа ГПС должна быть оформлена в виде упорядоченной последовательности

заданий. Загрузка ГПС пакетом заданий осуществляется периодически. По каждой позиции этого пакета операционная система выбирает из базы данных комплект технологической документации для изготовления изделия оснастки. Затем операционная система совместно с АСУ формирует управляющие программы для автоматизированных цехов складов и транспортных систем. Эти программы согласованы по номенклатуре изделий производства и ранжированы по времени исполнения основных и вспомогательных операций.

### **1.3. Принципы создания САПР**

САПР входит в структуру предприятия и является его организационно-технической системой, которая выполняет проектирование на базе комплекса средств автоматизированного проектирования (КСАП). Связь подразделений предприятия с КСАП определяется организационным обеспечением.

При создании новой САПР независимо от ее концепции рекомендуется опираться на ряд основополагающих принципов:

Принцип системного единства, который обеспечивает системную связь проектирования элементов объекта и всего объекта в целом, т.е. реализует иерархический подход в проектировании. Соблюдение этого принципа даёт максимальный эффект при использовании САПР за счет исключения ручного ввода информации при переходе от одного этапа проектирования к другому.

Принцип совместимости и развития ориентирует разработчиков САПР на создание открытой, развивающейся системы, в которой возможна модернизация подсистем и компонентов. Соблюдение этого принципа экономит трудовые ресурсы за счет преемственности и развития САПР, т.е. пополнения и обновления её составных частей.

Принцип стандартизации позволяет реализовать унификацию, типизацию и стандартизацию элементов САПР, которые инвариантны к объектам проектирования и отраслевой ориентации. При этом типизацию проходят элементы с перспективой многократного применения, которые периодически модифицируются. Разработка САПР с учетом типизации предполагает создание базового варианта КСАП с последующей его модификацией.

Принцип автономности подсистем означает ввод в действие каждой подсистемы независимо от других подсистем.

Соблюдение рассмотренных принципов в целом обеспечивает высокую эффективность создаваемой САПР.

## 1.4. Виды обеспечений САПР

САПР объединяет несколько видов обеспечений процесса проектирования, среди которых базовыми являются следующие:

1. Техническое обеспечение – технические средства, для выполнения автоматизированного проектирования, включающие как универсальные, так и специализированные средства вычислительной техники, необходимые для проектирования, конструирования, изготовления и контроля изделия.

2. Математическое обеспечение – математические методы, модели и алгоритмы проектирования. Математической моделью называют совокупность уравнений или иных средств, описывающих функционирование объекта и реализующих математические методы расчёта его характеристик.

3. Программное обеспечение содержит системную и проблемную (прикладную) части. Системная часть необходима для функционирования САПР и на этапах создания и модифицирования САПР. Кроме того, к системному обеспечению надо отнести и операционные системы ЭВМ. Реализацию проектных процедур обеспечивает прикладная часть программного обеспечения, которая предназначена для решения задач предметной области.

4. Информационное обеспечение – сведения, необходимые для проектирования объекта, в которые включают, например, нормативные и справочные документы, планы, перспективы технического развития, различные системы документации и т.д., которые объединяют в понятие банка данных.

5. Лингвистическое обеспечение – языки проектирования, методы сжатия и развёртывания текстов, необходимых для проектирования. Различают:

- входной язык – язык для записи задания на проектирование;
- базовый язык – язык описания дополнительных сведений об объекте, проектных решений и процедур информационного обмена;
- выходной язык – язык для представления результатов проектирования, удовлетворяющий, например, требованиям ЕСКД или требованиям к машинным носителям для автоматов с ЧПУ.

6. Методическое обеспечение – документы, регламентирующие состав, отбор и эксплуатацию средств, необходимых для ведения проектирования. Эти документы необходимы для проведения единой технической политики на различных уровнях использования САПР: в стране (межотраслевой уровень), в отрасли, на предприятии. К методическим материалам отраслевого плана относятся отраслевые руководящие материалы, ОСТы, методы и алгоритмы для проектирования определённых изделий.

Методическое обеспечение тесно увязано с организационным обеспечением и другими видами обеспечений и часто оформляется в составе общей документации по эксплуатации САПР.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.