

УДК 658.512.2

СОСТАВ И СТРУКТУРА САПР. ПОДСИСТЕМЫ САПР.

Мамышев Р.Э.

Научный руководитель: Астапов В.Н.

«Самарский государственный технический университет», Самара, Россия.

Аннотация

Автоматизация проектирования занимает особое место среди информационных технологий. Знание основ автоматизации проектирования и умение работать со средствами САПР требуется практически любому инженеру разработчику. САПР, являясь разновидностью информационных систем, классифицируемых по сфере применения, относятся к сложным многоуровневым структурам, образуемым совокупностью средств вычислительной техники, различными видами обеспечения и обслуживающим их персоналом.

Системы автоматизированного проектирования дают возможность на основе новейших достижений фундаментальных наук отрабатывать и совершенствовать методологию проектирования, стимулировать развитие математической теории проектирования сложных систем и объектов.

В настоящее время накоплен большой опыт создания САПР и систем автоматизации инженерного труда. Разрабатываются интегрированные САПР, которые включают в свой состав подсистемы: поддержки принятия решений, самоорганизации, адаптации, моделирования, обучения, экспертные системы. Пользователь современной САПР имеет в своем распоряжении богатый выбор стандартных элементов, избавляющий от необходимости многократно проделывать одну и ту же работу и унифицирующий стандартные проектные процедуры. В данной работе рассматривается структурирование систем автоматизированного проектирования и функциональное назначение каждой из подсистем, а также совокупность однотипных компонентов, т.е. средств обеспечения САПР, обеспечивающих функционирование подсистемы.

Ключевые слова: подсистемы, системы автоматизированного проектирования, виды обеспечения САПР, структура САПР, средство обеспечения.

COMPOSITION AND STRUCTURE OF CAD. CAD SUBSYSTEMS.

Mamyshev R.E.

Scientific adviser: Astapov V.N.

Design automation occupies a special place among information technologies.

Knowledge of the basics of design automation and the ability to work with CAD tools is required for almost any development engineer.

CAD, being a kind of information systems classified by application, are complex multi-level structures formed by a set of computer equipment, various types of software and their staff.

Computer-aided design systems make it possible on the basis of the latest achievements of fundamental Sciences to work out and improve the design methodology, to stimulate the development of the mathematical theory of designing complex systems and objects.

Currently, we have accumulated a lot of experience in creating CAD and automation systems for engineering work. Integrated CAD systems are being developed, which include subsystems: decision support, self-organization, adaptation, modeling, training, expert systems. The user of modern CAD has at his disposal a wide

choice of standard elements, eliminating the need to repeatedly do the same work and unifying standard design procedures. In this paper, we consider the structuring of computer-aided design systems and the functional purpose of each of the subsystems, as well as a set of similar components, i.e. CAD tools that ensure the functioning of the subsystem.

Key words: subsystems, computer-aided design systems, types of CAD support, CAD structure, security tool.

Введение

Автоматизация проектирования – неотъемлемая составляющая современного научно-технического прогресса. Проектирование технических объектов без систем автоматизированного проектирования требует достаточно больших временных и людских ресурсов вследствие чего на предприятиях идёт активное развитие конкурентоспособных систем автоматизированного проектирования. Также в сфере САПР постоянно вводятся новые технологии для увеличения возможностей настоящих и разработки новых систем и подсистем автоматизированного проектирования, что даёт существенный толчок к разработке качественно новых методов разработки САПР, анализируя уже существующие.

1. Подсистемы САПР

Система автоматизированного проектирования (САПР) — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР.

Иными словами, Система автоматизированного проектирования (САПР) - это совокупность средств и методов для осуществления автоматизированного проектирования.

Составными структурными частями САПР являются подсистемы, в которых при помощи различных комплексов средств выполняется решение функционально законченных задач в определенной последовательности. Подсистема САПР—это составная структурная часть САПР, обладающая всеми свойствами системы и являющаяся самостоятельной системой. Различают подсистемы *проектирующие* и *обслуживающие*.

1.1. Проектирующие подсистемы

Проектирующие подсистемы непосредственно выполняют проектные процедуры. Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического

трехмерного моделирования механических объектов, изготовления конструкторской документации, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах. В зависимости от отношения к объекту проектирования различают два вида функциональных подсистем: объектно-ориентированные (объектные); объектно-независимые (инвариантные).^[1]

К объектным подсистемам относят подсистемы, выполняющие одну или несколько проектных процедур или операций, непосредственно зависящих от конкретного объекта проектирования. Например, подсистема проектирования технологических систем; подсистема моделирования динамики, проектируемой конструкции и др.

К инвариантным подсистемам относят подсистемы, выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции. Например, подсистема расчетов деталей машин; подсистема расчетов режимов резания; подсистема расчета технико-экономических показателей и др.^[2]

К проектирующим подсистемам относят:

- Подсистему функционально-логического проектирования. На выходе этой системы мы получаем функциональную схему, затем логическую схему и на выходе принципиальную электрическую схему.
- Подсистему конструкторского (технического) проектирования. На выходе этой системы получаем конструкцию устройства и конструкторскую документацию, включая схему расположения элементов на поверхности модуля и топологию печатных соединений между элементами.
- Подсистемы технической подготовки производства. На выходе этой системы получаем маршрутную карту производственного (технологического) процесса и программы для управления станками с числовым программным управлением.

Другие примеры проектирующих подсистем:

- подсистема компоновки машины;
- подсистема проектирования сборочных единиц;
- подсистема проектирования деталей;
- подсистема проектирования схемы управления;
- подсистема технологического проектирования.

1.2. Обслуживающие подсистемы

Обслуживающие подсистемы – объектно-независимые подсистемы, реализующие функции общие для подсистем или САПР в целом, обеспечивают функционирование

проектирующих подсистем, оформление, передачу и вывод данных, сопровождение программного обеспечения и т.п., их совокупность называют системной средой (или оболочкой) САПР. [3]

Типичными обслуживающими подсистемами являются:

- подсистемы управления проектными данными (PDM — Product Data Management);
- обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР;
- подсистемы графического ввода-вывода;
- система управления базами данных (СУБД);
- подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения CASE (Computer Aided Software Engineering);
- подсистемы управления процессом проектирования (DesPM — Design Process Management)
- подсистема информационного поиска.

В состав как проектирующих, так и обслуживающих систем современных САПР могут входить:

Экспертные системы - это системы, в основе которых лежит база знаний, представленная либо в виде системы продукции, либо в виде фреймов (*FRAME*). Экспертная система позволяет формализовать знания эксперта в определенной предметной области с целью принятия рациональных проектных решений.

Системы принятия решений - это системы, позволяющие производить выбор эффективных проектных решений в условиях определенности и неопределенности исходной информации на основе формальных методов и процедур. Для оценки проектных решений могут также применяться нейросетевые технологии.

Системы поддержки принятия решений. Наряду с вышеперечисленными методами могут применяться различные методы информационной поддержки и аналитической обработки представленной информации для принятия более правильного решения пользователем.

Процесс проектирования реализуется в подсистемах в виде определенной последовательности проектных процедур и операций. Проектная процедура соответствует части проектной подсистемы, в результате выполнения которой принимается некоторое проектное решение. Она состоит из элементарных проектных операций, имеет твердо установленный порядок их выполнения и направлена на достижение локальной цели в

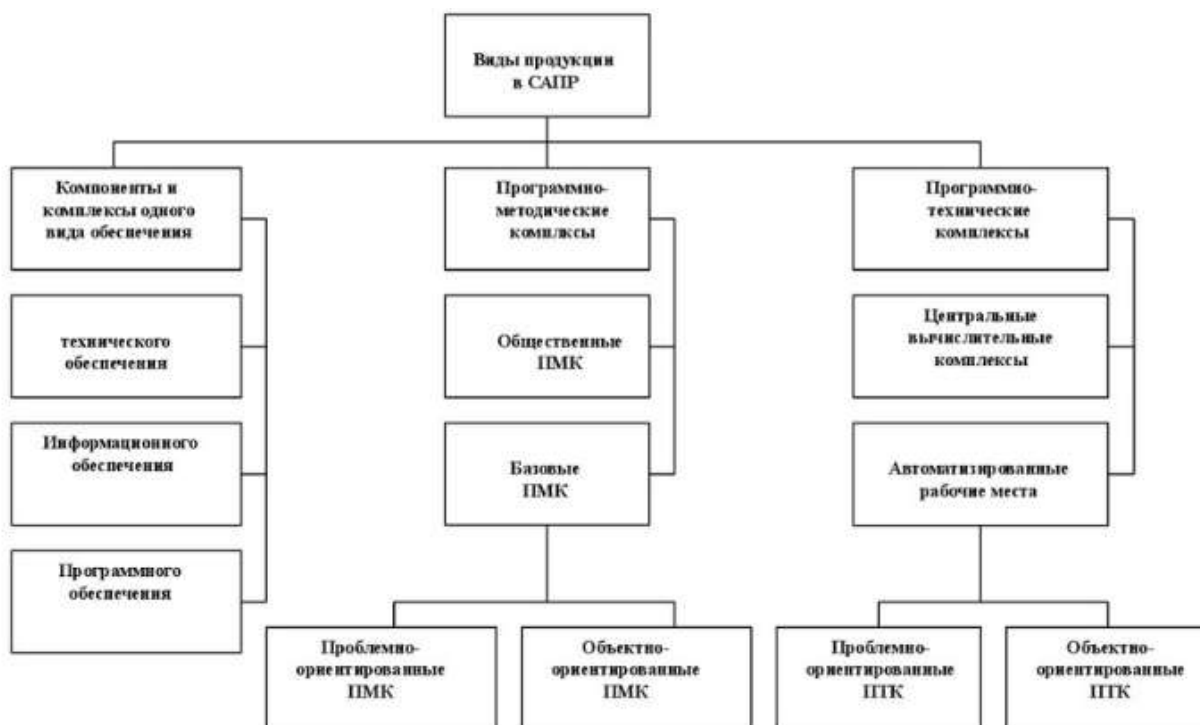
процессе проектирования. Под проектной операцией понимают условно выделенную часть проектной процедуры или элементарное действие, совершаемое конструктором в процессе проектирования. Примерами проектных процедур могут служить процедуры разработки кинематической или компоновочной схемы станка, технологии обработки изделий и т. п., а примерами проектных операций — расчет припусков, решение какого-либо уравнения и т. п.

2. Состав и структура САПР

Системное единство САПР обеспечивается наличием комплекса взаимосвязанных моделей, определяющих объект проектирования в целом, а также комплексом системных интерфейсов, осуществляющих заданную взаимосвязь.

Формирование и использование моделей объекта проектирования в прикладных задачах осуществляется комплексом средств автоматизированного проектирования (КСАП). Структурными частями КСАП являются различные комплексы средств, а также компоненты организационного обеспечения.

Виды комплексов средств и компонентов САПР представлены на следующем рисунке



Виды комплексов и компонентов САПР

Комплексы средств подразделяются на комплексы средств одного вида обеспечения – технического, информационного, программного и комбинированные.

Программно-методический комплекс (ПМК) представляет собой взаимосвязанную совокупность компонентов программного, информационного и методического обеспечения,

необходимую для получения законченного проектного решения по объекту проектирования или выполнения унифицированных процедур. В зависимости от назначения ПМК подразделяются на общесистемные, базовые, проблемно-ориентированные.

Программно-технический комплекс (ПТК) представляет собой взаимосвязанную совокупность ПМК с комплексами и компонентами технического обеспечения. В зависимости от назначения ПТК различают: автоматизированные рабочие места (АРМ); центральные вычислительные комплексы (ЦВК).

Комплексы средств могут объединять свои вычислительные и информационные ресурсы, образуя локальные вычислительные сети подсистем или системы в целом.

Эффективное функционирование КСАП достигается за счет взаимосогласованной разработки компонентов, входящих в состав комплексов средств.

Общесистемные ПМК, включающие в себя программное, информационное, методическое и другие виды обеспечения, предназначены для выполнения унифицированных процедур по управлению, контролю, планированию вычислительного процесса. Они подразделяются на мониторные системы управления функционированием технических средств, информационно-поисковые системы, системы управления базами данных, программно-методические комплексы машинной графики. Базовые проблемно-методические комплексы подразделяются на проблемно-ориентированные, предназначенных для автоматизированного упорядочения исходных данных, требований и ограничений к объекту проектирования в целом или к сборочным единицам, выбора физического принципа действия объекта проектирования, выбора технических решений и выбора структуры объекта проектирования, и объектно-ориентированные, отражающие особенности объектов проектирования, как совокупной предметной области.^[4]

3. Компоненты и обеспечение САПР

Каждая подсистема состоит из компонентов, обеспечивающих функционирование подсистемы. Компонент выполняет определенную функцию в подсистеме и представляет собой наименьший (неделимый) самостоятельно разрабатываемый или покупной элемент САПР (программа, файл модели транзистора, графический дисплей, инструкция и т. п.). Совокупность однотипных компонентов образует средство обеспечения САПР. Принято выделять семь видов обеспечения САПР:

- *техническое* (ТО), включающее различные аппаратные средства (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое коммутационное оборудование, линии связи, измерительные средства);^[5]

- *математическое* (МО), объединяющее математические методы, модели и алгоритмы для выполнения проектирования;

- *программное*, представляемое компьютерными программами САПР;

- *информационное*, состоящее из базы данных, СУБД, а также включающее другие данные, используемые при проектировании; отметим, что вся совокупность используемых при проектировании данных называется информационным фондом САПР, а база данных вместе с СУБД носит название банка данных;

- *лингвистическое*, выражаемое языками общения между проектировщиками и ЭВМ, языками программирования и языками обмена данными между техническими средствами САПР;

- *методическое*, включающее различные методики проектирования, иногда к нему относят также математическое обеспечение;

- *организационное*, представляемое штатными расписаниями, должностными инструкциями и другими документами, регламентирующими работу проектного предприятия.

В САПР как проектируемой системе, выделяют также эргономическое и правовое обеспечения.

Эргономическое обеспечение объединяет взаимосвязанные требования, направленные на согласование психологических, психофизиологических, антропометрических характеристик и возможностей человека с техническими характеристиками средств автоматизации и параметрами рабочей среды на рабочем месте. Правовое обеспечение состоит из правовых норм, регламентирующих правоотношения при функционировании САПР, и юридический статус результатов ее функционирования.

Теперь кратко разберёмся с назначением каждого компонента средств САПР

Математическое обеспечение САПР.

Основа - это алгоритмы, по которым разрабатывается программное обеспечение САПР. Среди разнообразных элементов математического обеспечения имеются инвариантные элементы-принципы построения функциональных моделей, методы численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений, постановки экстремальных задач, поиски

экстремума. Разработка математического обеспечения является самым сложным этапом создания САПР, от которого в наибольшей степени зависят производительность и эффективность функционирования САПР в целом.^[6]

Программное обеспечение САПР.

Программное обеспечение состоит из программ ЭВМ. Программное обеспечение (ПО) делится на общесистемное, базовое и прикладное (специальное). Общесистемное ПО предназначено для функционирования технических средств. Базовое ПО включает программы, обеспечивающие правильное функционирование прикладных программ. Прикладное ПО реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Прикладное ПО имеет форму пакетов прикладных программ, каждый из которых обслуживает определенный этап процесса проектирования

Информационное обеспечение САПР.

Основу составляют данные, которыми пользуются проектировщики в процессе проектирования непосредственно для выработки проектных решений. Эти данные могут быть представлены в виде тех или иных документов на различных носителях, содержащих сведения справочного характера о материалах, параметрах элементов, сведения о состоянии текущих разработок в виде промежуточных и окончательных проектных решений.

Техническое обеспечение САПР.

Техническое обеспечение САПР представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, предназначенных для выполнения автоматизированного проектирования. Техническое обеспечение делится на группы средств программного обеспечения, подготовки и ввода данных, отображения и документирования, архива проектных решений, передачи данных от ЭВМ к терминалам (конечным пунктам вывода информации – плоттерам). Основным показателем технического обеспечения – высокая надежность оборудования и удобство пользования (чтобы гарантировать проектировщику получение достоверных результатов с наименьшими затратами труда).^[7]

Лингвистическое обеспечение САПР.

Лингвистическое обеспечение САПР представлено совокупностью языков, применяемых для описания процедур автоматизированного проектирования и проектных решений. Среди алгоритмических языков наибольшее распространение получили Фортран, Паскаль, по которым составляют программное обеспечение существующих САПР.

Методическое обеспечение САПР.

Методическое обеспечение определяет объект проектирования, процесс проектирования и взаимосвязь между машиной и человеком (т.е. что проектировать и как управлять процессом проектирования).

Разработка методического обеспечения требует знаний предметной области проектирования и технических средств, с тем, чтобы определить, какие задачи и этапы проектирования выполнять в автоматическом режиме, какие оставить за проектировщиком, а какие необходимо осуществлять в интерактивном режиме пользователя и системы. Методическое обеспечение включает также пакет документов, в которых отражены состав, правила отбора и эксплуатации средств автоматизации проектирования. Кроме того, в методических документах каждой системы излагается технология проектирования, дается описание циклов проектирования, типовых сочетаний программ, рационального распределения функций между человеком и ЭВМ. [8]

Организационное обеспечение САПР.

Этот пункт предписывает комплектование подразделений САПР профессионально грамотными специалистами, имеющими навыки и знания для работы с перечисленными выше компонентами САПР. От их работы будет зависеть эффективность и качество работы всего комплекса САПР (может даже всего производства)

Заключение

В заключение следует отметить, что благодаря системам автоматического проектирования существенно сокращаются сроки выполнения и подготовки конструкторской и технической документации. Такая экономия во времени достигается за счет автоматизации большинства действий, связанных с этим процессом.

Также, в результате использования машинного проектирования значительно улучшается качество, как технической документации, так и непосредственно самих конструкторских разработок. Конструктору, инженеру, проектировщику больше не приходится значительную часть своих усилий тратить на рутинные операции. Он может целиком сконцентрироваться на самом творческом процессе разработки.

Системы автоматизированного проектирования совершили революцию в промышленности, сократив объемы ручного труда, повысив точность работы проектировщиков, уменьшив большинство ошибок, допускаемых людьми, увеличив производительность проектировщиков и улучшив качество проектов.

Список литературы

1. Структура САПР. Система автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]. URL: https://studwood.ru/1724165/informatika/struktura_sapr (дата обращения- 23.10.2019).
2. Состав и структура САПР. Классификации САПР. Цели создания и назначение [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sites.google.com/site/vstusapr52/6-kurs/gosy/vse-otvety-na-voprosy/2-sostav-i-struktura-sapr-klassifikacii-sapr-celi-sozdania-i-naznachenie> (дата обращения- 23.10.2019).
3. Лазарева Т.Я., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г. Л17 Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав: Учеб. пособие. М.: "Издательство Машиностроение-1", 2006, С. 160-163.
4. Комплекс средств автоматизации проектирования [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ngpedia.ru/id98319p1.html> (дата обращения- 23.10.2019).
5. Норенков И. П. Автоматизированное проектирование. Серия учебных пособий. Москва — 2000. С. 22.
6. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — С. 25.
7. Виды обеспечения САПР [Электронный ресурс]. URL: http://koi.tspu.ru/koi_books/skachkova/raz2%203.htm (дата обращения- 22.10.2019).
8. А.П. Петров Основы САПР в машиностроении: Учебное пособие. – Курган: Издательство Курганского гос.университета, 2001, С. 21-25.