

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для подготовки к промежуточной аттестации
аспирантов направления подготовки
08.06.01 «Техника и технологии строительства»
всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 658.5:681.5
ББК 30.2:32.965

Составители:
В.Н. Мелькумов

Компьютерные технологии систем теплогазоснабжения и вентиляции: методические указания для подготовки к промежуточной аттестации аспирантов направления подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: В. Н. Мелькумов – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 19 с.

В методических указаниях изложены краткие теоретические сведения, являющиеся фундаментом для подготовки к промежуточной аттестации. Представлен набор заданий, предназначенных для самостоятельного решения.

Предназначены для аспирантов направления подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства» всех форм обучения при изучении дисциплины «Компьютерные технологии систем теплогазоснабжения и вентиляции».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_КТСТиВ.pdf.

Ил. 1. Библиогр.: 8 назв.

УДК 658.5:681.5
ББК 30.2:32.965

*Рецензент – А. В. Кретинин, д-р техн. наук, профессор
кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки ВГТУ*

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Основы автоматизированного проектирования инженерных сетей	4
1.1 Стадии проектирования	6
1.2 Состав и структура САПР	7
2. Компоненты и обеспечение САПР	8
3. Классификация САПР по целевому назначению и их функции	10
4. Тестовые задания для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	18

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемая для внутривузовского издания учебно-методическая разработка представляет собой совокупность фрагментов текста и заданий, заимствованных из известных учебников и учебно-методических пособий, а также материала, подготовленного составителями.

Предложенный комплект заданий, а также теоретический материал соответствуют рабочей программе дисциплины «Компьютерные технологии систем теплогазоснабжения и вентиляции» может быть полезным для самостоятельного решения тестовых заданий.

1. Основы автоматизированного проектирования инженерных сетей

Процесс *проектирования* рассматривается как начальный этап создания новой разработки и заключается в получении и преобразовании исходного описания объекта в окончательное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера [1].

Проектирование, при котором проектные решения получают путем взаимодействия человека, ЭВМ и комплекса программных и других средств автоматизации его деятельности, называют **автоматизированным** (также бывает: ручное – реализуется без участия ЭВМ; автоматическое – без участия человека). Система, реализующая автоматизированное проектирование, представляет собой систему автоматизированного проектирования (САПР).

Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим подходом является *системный подход*, идеями которого пронизаны различные методики проектирования сложных систем.

Основной общий принцип *системного подхода* заключается в рассмотрении частей явления или сложной системы с учетом их взаимодействия. *Системный подход* включает в себя выявление структуры системы, типизацию связей, определение атрибутов, анализ влияния внешней среды, учитывает социально-экономические и экологические последствия их функционирования [1].

В технике дисциплину, в которой исследуются сложные технические системы, их проектирование, и аналогичную теории систем, чаще называют *системотехникой*. Предметом *системотехники* являются, во-первых, организация процесса создания, использования и развития технических систем, во-вторых, методы и принципы их проектирования и исследования. В *системотехнике* важно уметь сформулировать цели системы и организовать ее рассмотрение с позиций поставленных целей. Тогда можно отбросить лишние и малозначимые части при проектировании и моделировании, перейти к постановке оптимизационных задач.

Системы автоматизированного проектирования относятся к числу наиболее сложных современных искусственных систем. Их проектирование и сопровождение невозможны без *системного подхода*. Поэтому идеи и положения *системотехники* входят составной частью в дисциплины, посвященные изучению современных автоматизированных систем и технологий их применения. Например, системный подход к моделированию подразумевает возможность повторного использования информации и наработок в ходе проектирования сложных машиностроительных конструкций.

Другие компоненты *системотехники*, такие как: структурный, блочно-иерархический, объектно-ориентированный подходы включают в себя основные положения *системного подхода*.

При *структурном подходе*, как разновидности системного, требуется синтезировать варианты системы из компонентов (блоков) и оценивать варианты при их частичном переборе с предварительным прогнозированием характеристик компонентов [2].

Блочно-иерархический подход к проектированию использует идеи декомпозиции сложных описаний объектов и соответственно средств их создания на иерархические уровни и аспекты, вводит понятие стиля проектирования (восходящее и нисходящее), устанавливает связь между параметрами соседних иерархических уровней.

Объектно-ориентированный подход к проектированию (ООП) используется в основном при разработке информационных систем и прежде всего их программного обеспечения (ПО). Данный подход имеет следующие преимущества в решении проблем управления сложностью и интеграции ПО:

- вносит в модели приложений большую структурную определенность, распределяя представленные в приложении данные и процедуры между классами объектов;

- сокращает объем спецификаций, благодаря введению в описания иерархии объектов и отношений исследования между свойствами объектов разных уровней иерархии;

- уменьшает вероятность искажения данных вследствие ошибочных действий за счет ограничения доступа к определенным категориям данных в объектах. Описание в каждом классе объектов допустимых обращений к ним и принятых форматов сообщений облегчает согласование и интеграцию ПО [2].

Для всех подходов к проектированию сложных систем характерны также следующие особенности.

1. *Структуризация* процесса проектирования, выражаемая декомпозицией проектных задач и документации, выделением стадий, этапов, проектных процедур. Эта структуризация является сущностью блочно-иерархического подхода к проектированию.

2. *Итерационный* характер проектирования.

3. *Типизация и унификация* проектных решений и средств проектирования.

1.1. Стадии проектирования

Стадии проектирования — наиболее крупные части проектирования, как процесса, развивающегося во времени. В общем случае выделяют стадии научно-исследовательских работ (НИР), эскизного проекта или опытно-конструкторских работ (ОКР), технического, рабочего проектов, испытаний опытных образцов или опытных партий. Стадию НИР иногда называют предпроектными исследованиями или стадией технического предложения. Очевидно, что по мере перехода от стадии к стадии степень подробности и тщательность проработки проекта возрастают, и рабочий проект уже должен быть вполне достаточным для изготовления опытных или серийных образцов. Близким к определению стадии, но менее четко оговоренным понятием, является понятие этапа проектирования [3].

Техническое задание (ТЗ) является первичным, основополагающим документом. ТЗ отражает технические, технико-экономические характеристики будущего изделия, определяет основные характеристики конструкции и принципы работы. Требования ТЗ основываются на современных достижениях науки и техники, на выполнении научно-исследовательских и экспериментальных работах.

Техническое предложение – начальный этап проектирования. Основная задача этого этапа – проверка совместимости требований ТЗ с возможностями реализации технических решений. Техническое предложение содержит анализ возможных вариантов технических решений и обоснование предлагаемого варианта решения.

Эскизный проект – конструкторская проработка оптимального варианта изделия до уровня принципиальных конструкторских решений, дающих общее представление об устройстве и принципах работы изделия. В эскизном проекте закладываются основы применения типовых, стандартизованных и унифицированных составных частей разработки, формируются требования к специальным комплектующим.

Технический проект выполняют на основе согласованного и утвержденного эскизного проекта, а в тех случаях, когда последний не разрабатывается, - на основе согласованного и утвержденного технического задания (утвержденного технического предложения). Технический проект должен полностью определять проектируемую конструкцию и содержать окончательный технико-экономический расчет. Технический проект содержит технические решения и данные, достаточные для полного представления об устройстве и принципах работы устройства. В техническом проекте должны быть решены все вопросы, обеспечивающие высокий технический уровень нового изделия как в процессе изготовления, сборки, испытания, так и в процессе эксплуатации. Все расчеты технического проекта выполняются в окончательном виде, не требующем проверки или уточнения на этапе разработки рабочей документации.

Разработка рабочей документации составляет заключительный этап проектирования, задачей которого является полная детализация проектных решений, обеспечивающая возможность осуществления всех производственных операций, связанных с реализацией этих решений и созданием изделия.

На всех этапах проектирования и конструирования инженер разработчик даже при создании новых, ранее не существовавших установок использует накопленный опыт предшествующих разработок аналогичных объектов. Такой опыт представляется ему в виде технической документации, созданной при разработке объектов, в виде результатов их эксплуатации, опубликованных в различных литературных источниках, в виде патентно-информационных материалов.

Стадии (этапы) проектирования подразделяют на составные части, называемые проектными процедурами. Примерами проектных процедур могут служить подготовка трех мерных моделей и детализовочных чертежей, анализ кинематики, моделирование переходного процесса, оптимизация параметров и другие проектные задачи. В свою очередь, проектные процедуры можно расчленить на более мелкие компоненты, называемые например, при анализе прочности детали сеточными методами. Операциями могут быть построение сетки, выбор или расчет внешних воздействий, собственно моделирование полей напряжений и деформаций, представление результатов моделирования в графической и текстовой формах. Проектирование сводится к выполнению некоторых последовательностей проектных процедур [4-6].

1.2. Состав и структура САПР

Составными структурными частями САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные системы. Каждая подсистема — это выделенная по некоторым признакам часть САПР, обеспечивающая выполнение некоторых функционально-законченных последовательностей проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов. Различают подсистемы проектирующие и обслуживающие:

- **Проектирующие** подсистемы — объектно-ориентированные подсистемы, реализующие определенный этап проектирования или группу связанных проектных задач, в зависимости от отношения к объекту проектирования делятся на объектные и инвариантные. Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, изготовления конструкторской документации.

- *Объектные* — выполняющие проектные процедуры и операции, непосредственно связанные с конкретным типом объектов проектирования.

- *Инвариантные* — выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования.

- **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. Типичными обслуживающими подсистемами являются подсистемы управления проектными данными (PDM), управления процессом проектирования (DesPM — Design Process Management), пользовательского интерфейса для связи разработчиков с ЭВМ, CASE (Computer Aided Software Engineering) для разработки и сопровождения программного обеспечения САПР, обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР.

2. Компоненты и обеспечение САПР

Каждая *подсистема*, в свою очередь 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 детали, графический дисплей, инструкция и т. п.). Совокупность однотипных компонентов образует **средство обеспечения САПР**. Выделяют следующие виды обеспечения САПР:

1. **Техническое обеспечение (ТО)** — совокупность связанных и взаимодействующих технических средств, обеспечивающих работу САПР, включающая различные аппаратные средства (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, линии связи, измерительные средства).

2. **Математическое обеспечение (МО)**, объединяющее математические методы, модели и алгоритмы используемые для решения задач автоматизированного проектирования. МО по назначению и способам реализации делят на две части:

- математические методы и построенные на их основе математические модели объектов проектирования или их части;

- формализованное описание технологии автоматизированного проектирования. Подсистемы машинной графики и геометрического моделирования (МГиГМ) занимают центральное место в машиностроительных САПР. Конструирование изделий в них, как правило, проводится в интерактивном режиме при оперировании геометрическими моделями, т.е. математическими объектами, отображающими форму деталей, состав сборочных узлов и возможно некоторые дополнительные параметры (масса, момент инерции, цвета поверхности и т.п.).

В подсистемах МГиГМ типичный маршрут обработки данных включает в себя получение проектного решения в прикладной программе, его представление в виде геометрической модели (геометрическое моделирование), подготовку проектного решения к визуализации, собственно визуализацию в аппаратуре рабочей станции и при необходимости корректировку решения в интерактивном режиме. Две последние операции реализуются на базе аппаратных средств машинной графики. Когда говорят о математическом обеспечении МГиГМ, имеют в виду прежде всего модели, методы и алгоритмы для геометрического моделирования и подготовки к визуализации. При этом часто именно математическое обеспечение подготовки к визуализации называют математическим обеспечением машинной графики.

Различают математическое обеспечение двумерного (2D) и трехмерного (3D) моделирования. Основные применения 2D графики — подготовка чертежной документации в машиностроительных САПР.

В 3D моделировании различают модели *каркасные* (проволочные), *поверхностные*, *объемные* (твердотельные).

- *Каркасная* модель представляет форму детали в виде конечного множества линий, лежащих на поверхностях детали. Для каждой линии известны координаты концевых точек и указана их инцидентность ребрам или поверхностям. Оперировать каркасной моделью на дальнейших операциях маршрутов проектирования неудобно, и поэтому каркасные модели в настоящее время используют редко.

- *Поверхностная* модель отображает форму детали с помощью задания ограничивающих ее поверхностей, например, в виде совокупности данных о гранях, ребрах и вершинах. Особое место занимают модели деталей с поверхностями сложной формы, так называемыми скульптурными поверхностями. К таким деталям относятся корпуса многих транспортных средств (например, судов, автомобилей), детали, обтекаемые потоками жидкостей и газов (лопатки турбин, крылья самолетов), и др.

- *Объемные* модели отличаются тем, что в них в явной форме содержатся сведения о принадлежности элементов внутреннему или внешнему по отношению к детали пространству.

3. Программное обеспечение (ПО), представляемое компьютерными программами необходимыми для осуществления процесса проектирования. ПО САПР подразделяется на **общесистемное** и **прикладное**:

- общесистемное ПО предназначено для управления компонентами технического обеспечения и обеспечения функционирования прикладных программ. Примером компонента общесистемного ПО является операционная система.

- прикладное ПО реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур включает программы пакеты прикладных программ, предназначенные для обслуживания определенных этапов проектирования или групп однотипных задач внутри

различных этапов (модуль проектирования трубопроводов, пакет схемотехнического моделирования, геометрический решатель САПР).

4. **Информационное обеспечение (ИО)** — совокупность сведений, необходимых для выполнения проектирования, состоит из описания стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, комплектующих изделий и их моделей, правил и норм проектирования. Основная часть ИО САПР — базы данных и системы управления базами данных.

5. **Лингвистическое обеспечение (ЛО)** — совокупность языков, используемых в САПР для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования, а также для осуществления диалога проектировщик-ЭВМ и обмена данными между техническими средствами САПР, включает термины, определения, правила формализации естественного языка, методы сжатия и развертывания. В ЛО выделяют класс различного типа языков проектирования и моделирования (VHDL, VERILOG, UML, GPSS).

6. **Методическое обеспечение (МетО)** — описание технологии функционирования САПР, методов выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов, включающее в себя теорию процессов, происходящих в проектируемых объектах, методы анализа, синтеза систем и их составных частей, различные методики проектирования, иногда к МетО относят также МО и ЛО.

7. **Организационное обеспечение (ОО)** — совокупность документов, определяющих состав проектной организации, связь между подразделениями, организационную структуру объекта и системы автоматизации, деятельность в условиях функционирования системы, форму представления результатов проектирования. В ОО входят штатные расписания, должностные инструкции, правила эксплуатации, приказы, положения и т. п.

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.

3. Классификация САПР по целевому назначению и их функции

Стандарт устанавливает следующие признаки классификации САПР: тип объекта проектирования, разновидность объекта проектирования, сложность

объекта проектирования, уровень автоматизации проектирования, комплексность автоматизации проектирования, характер выпускаемых документов, количество выпускаемых документов, количество уровней в структуре технического обеспечения.

По целевому назначению различают подсистемы САПР, которые обеспечивают различные аспекты проектирования.

- **CAD** — средства автоматизированного проектирования, в контексте указанной классификации термин обозначает средства САПР предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, САПР общего назначения. Для обозначения данного класса средств САПР используется также термин CADD (англ. computer-aided design and drafting) — автоматизированное проектирование и создание чертежей.

Функции CAD-систем в машиностроении подразделяют на функции двумерного (2D) и трехмерного (3D) проектирования. К функциям 2D относятся черчение, оформление конструкторской документации; к функциям 3D — получение трехмерных моделей, параметрические расчеты, реалистичная визуализация, взаимное преобразование 2D и 3D моделей.

Для современных CAD-систем характерен модульный принцип построения. Базовые модули конструкторского проектирования предназначены для твердотельного и поверхностного моделирования, синтеза конструкций из базовых элементов формы, поддерживают параметризацию и ассоциативность, проекционное черчение, выполняют разработку чертежей с простановкой размеров и допусков. Пользователь может пополнять библиотеку оригинальными моделями. Синтез трехмерных моделей сложной формы возможен вытягиванием плоского контура по нормали к его плоскости, его протягиванием вдоль произвольной пространственной кривой, вращением контура вокруг заданной оси, натягиванием между несколькими заданными сечениями. Синтез сборок выполняется вызовом или ссылкой на библиотечные элементы, их модификацией, разработкой новых деталей. Детали сборки можно нужным образом ориентировать в пространстве. Далее следует ввести ассоциативные (сопрягающие) связи.

Основными MCAD системами являются CATIA (Dassault Systemes), UNIGRAPHICS NX (Siemens PLM Software), Pro/ENGINEER (PTC), AutoCAD Inventor Professional.

Дополнительные модули конструкторского проектирования имеют более конкретную, но узкую специализацию. Примерами таких модулей могут служить модули конструирования панелей из композитных материалов, разработки штампов и литейных пресс-форм, трубопроводных систем, сварных конструкций, разводки электрических кабелей и жгутов.

CAE — средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий. Системы инженерного

анализа предназначены для изучения поведения продукта с использованием его геометрической модели - как правило, такая модель создается в системе САД. Благодаря развитым CAE-системам, первые же собранные в реальном цехе изделия демонстрируют все заложенные его проектировщиками характеристики и могут тут же поставляться заказчику.

Наиболее распространены CAE-системы, использующие решение систем дифференциальных уравнений в частных производных методом конечных элементов (МКЭ). Они делятся на универсальные системы анализа с использованием МКЭ и специализированные.

Функции систем инженерного анализа (CAE) довольно разнообразны, так как связаны с проектными процедурами анализа, моделирования, оптимизации проектных решений. В состав машиностроительных CAE-систем прежде всего включают программы для следующих процедур:

- анализ кинематики и динамики изделия с определением траекторий движущихся частей и действующих сил в процессе работы;
- моделирование упруго-напряженного, деформированного, теплового состояния, колебаний конструкции, определения критических нагрузок. Чаще всего выполняется в соответствии с методом конечных элементов (МКЭ);
- стационарного и нестационарного газодинамического и теплового моделирования с учетом вязкости, турбулентных явлений, пограничного слоя и т.п.;
- расчет состояний и переходных процессов на макроуровне;
- имитационного моделирования сложных производственных систем на основе моделей массового обслуживания и сетей Петри.

Примеры CAE систем моделирования полей физических величин в соответствии с МКЭ: Ansys, MSC Nastran, NX Nastran, Cosmos/M, Nisa, Moldflow, ABAQUS, LS-DYNA, MSC.ADAMS, MSC, T-FLEX Анализ.

Специализированные системы МКЭ ориентированы на конкретные виды анализа. Примерами таких систем могут служить пакеты Flotran, Fluid, предназначенные для моделирования гидрогазодинамических процессов, OPTRIS - для моделирования деформаций и др.

- **CAM** — средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) или ГАПС (Гибких Автоматизированных Производственных Систем). Русским аналогом термина является АСТПП — автоматизированная система технологической подготовки производства. Сюда входит и задача САПР ТП - разработка технологической документации (маршрутной, операционной), доводимой до рабочих мест и регламентирующей процесс изготовления детали.

Основные **функции** систем технологической подготовки производства (**CAM**): разработка технологических процессов, синтез управляющих программ для технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), моделирование процессов обработки, в том числе построение

траекторий относительного движения инструмента и заготовки в процессе обработки, генерация постпроцессоров для конкретных типов оборудования с ЧПУ (NC — Numerical Control), расчет норм времени обработки.

Примеры САМ. ***NX CAM*** — система автоматизированной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ от компании Siemens PLM Software. ***SprutCAM*** — единственная российская САМ-система, и одна из немногих среди зарубежных, поддерживающая разработку УП для многокоординатного, электроэрозионного и токарно-фрезерного оборудования с учетом полной кинематической 3D-модели всех узлов в том числе. ***ADEM*** (англ. Automated Design Engineering Manufacturing) — российская интегрированная CAD/CAM/CAPP система, предназначенная для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). Пакет ***EdgeCAM*** от компании Pathtrace. ***PowerMill*** — продукт компании Delcam. Функционал САМ-системы Delcam, начиная с 2011-й версии, интегрируется в среду проектирования CAD-системы SolidWorks, разрабатываемого корпорацией Dassault Systèmes SolidWorks Corp. ***Mastercam*** — программное обеспечение для фрезерной, токарной, электроэрозионной и деревообработки на станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Разработчик — известная американская компания CNC Software Inc., уже более 25 лет создает и совершенствует систему и является одним из мировых лидеров в САМ индустрии. Mastercam интегрирован в программные продукты фирмы АСКОН [7,8].

- **CAPP** (англ. computer-aided process planning - автоматизированная система технологической подготовки производства) — средства автоматизации планирования технологических процессов применяемые на стыке систем CAD и САМ.

Это программные продукты, помогающие автоматизировать процесс подготовки производства, а именно планирование (написание) технологических процессов. В основном такие программы работают с базой данных технологических планов предприятия. Задача CAPP следующая: по заданной модели изделия, выполненной в CAD-системе, составить план его производства — маршрут изготовления. В этот маршрут входят сведения о последовательности технологических операций изготовления детали, а также сборочных операциях (если таковые имеются); оборудование, используемое на каждой операции, и инструмент, при помощи которого на операциях производится обработка. Обычно технологическая подготовка производства осуществляется в написании технологических процессов на новые изделия, или разработка техпроцессов по уже имеющейся базе типовых технологических процессов. Если говорить о автоматизации написания технологических процессов, то существует два подхода: модифицированный и генеративный.

Примеры CAPP. ***Tecnomatix*** — пакет решений для трехмерного моделирования, анализа и автоматизированной подготовки производства от компании Siemens PLM Software. ***Vertical*** - система автоматизации

технологической подготовки производства от компании Ascon. Техно Про и TechnologiCS – отечественных разработок.

- **Системы управления данными об изделии (PDM системы)** используются на всех этапах проектирования, позволяя осуществлять режим коллективного проектирования, автоматизируя функции управления, связанные с этим режимом: назначение и обеспечение качества ответственности, прав доступа, ведение базы данных проекта и т.д. В первую очередь системы PDM упрощают передачу данных между отделами предприятия и доступ к информации, необходимой для работы в разных программных системах. Использование этих систем на предприятии улучшает взаимодействие подразделений, уменьшает бумажный документооборот, повышает эффективность управления.

PDM-система управляет всеми связанными с изделием информационными процессами (в первую очередь, проектированием изделия и технологией его производства), а также всей информацией об изделии - его составом и структурой, геометрическими данными, чертежами, планами проектирования и производства, нормативными документами, программами для станков с ЧПУ, результатами анализа, корреспонденцией, данными о партиях и отдельных экземплярах изделия и многим другим.

PDM-система выступает в качестве средства интеграции множества используемых на предприятии прикладных автоматизированных систем (CAD/CAM/CAE/CAPP/ERP/MRP) за счет сбора поступающей из них информации в логически единую модель на основе стандартных интерфейсов взаимодействия.

Пользователями PDM-системы могут быть все сотрудники всех предприятий-участников жизненного цикла изделия: конструкторы, технологи, работники технического архива, а также сотрудники, работающие в других предметных областях (сбыт, маркетинг, снабжение, финансы, сервис, эксплуатация и т. п.) [7,8].



Рис. 3.1. Графическое представление жизненного цикла изделия

Наиболее **типичные задачи**, решаемые при помощи PDM-систем:

- электронный архив документации (конструкторской, технологической, организационно-распорядительной, проектной, нормативно-технической);
- электронный документооборот (согласование данных и документов, контроль исполнения);
- управление разработкой данных и документации (совместная работа в рабочей группе, управление составами и конфигурацией изделий);
- компьютерная система менеджмента качества;
- электронные справочники (материалы, ПКИ, стандартные изделия и т.д.).

Примеры PDM. В настоящее время наиболее известными PDM-системами являются ENOVIA и SmarTeam (Dessault Systemes), Teamcenter (Siemens PLM Software), Windchill (PTC), mySAP PLM (SAP), BaanPDM (BAAN) и российские системы Лоцман: PLM (Аскон), PDM StepSuite (НПО "Прикладная логистика"), Party Plus (Лощия Софт). Основные разработчики САПР в машиностроении считают целесообразным предлагать комплексные системы PLM, в состав которых входят как модули CAD/CAM/CAE, так и PDM.

С помощью CAD-средств создаётся геометрическая модель изделия, которая используется в качестве входных данных в системах CAM, и на основе которой, в системах CAE, формируется требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.

Многие системы автоматизированного проектирования совмещают в себе решение задач относящихся к различным аспектам проектирования CAD/CAM, CAD/CAE, CAD/CAE/CAM. Такие системы называют комплексными или интегрированными.

4. Тестовые задания для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации

Лингвистическое обеспечение это

- a. совокупность технических средств, используемых в автоматизированного проектировании
- b. проблемно-ориентированные языки, предназначенные для описания процедур автоматизированного проектирования**
- c. комплекс регламентирующих документов касаются организационной структуры подразделений, эксплуатирующих САПР
- d. набор документов, регламентирующих эксплуатацию САПР

Снижение себестоимости проектирования обеспечивается за счет

- a. специализированные рабочие места**
- b. параллельного проектирования, создания виртуальных конструкторских бюро
- c. автоматизации принятия решений, информационной поддержки принятия

решения, автоматизации оформления документов

d. вариантное проектирование и оптимизация, унификация проектных решений

На какой стадии проектирования рассматриваются аналогичные САПР

a. предпроектного обследования

b. технического задания

c. технического предложения

d. эскизного проекта

Представление характеризуется

a. целеустремленностью, целостность и членимостью, иерархичностью, многоаспектностью и развитием

b. разделением системы на части и последующим их отдельным исследованием

c. описанием системы, выполненное в каком-то аспекте

d. совокупностью устойчивых связей между элементами системы

Группа признаков качества САПР как объекта эксплуатации

a. учитывают качество выполнения отдельной функциональной задачи

b. характеризует ее приспособленность к изменениям

c. характеризует способности системы к одновременному выполнению всего множества функциональных задач

d. отражает свойства САПР с позиций различных составляющих общего процесса эксплуатации

Группа признаков качества САПР как объекта эксплуатации

a. характеризует ее приспособленность к изменениям

b. отражает свойства САПР с позиций различных составляющих общего процесса эксплуатации

c. характеризует способности системы к одновременному выполнению всего множества функциональных задач

d. учитывают качество выполнения отдельной функциональной задачи

Какими параметрами оперирует проектировщик в процессе проектирования

a. выходные

b. внешние

c. внутренние

d. технологические

CAD системы решают задачи

a. конструкторского проектирования

b. технологического проектирования

- c. управления инженерными данными
- d. инженерных расчетов

Автоматизированное проектирование это

- a. процесс постепенного приближения к выбору окончательного проектного решения
- b. процесс проектирования, происходит при взаимодействии человека с компьютером**
- c. процесс проектирования осуществляется компьютером без участия человеком
- d. процесс проектирования, происходит без применения вычислительной техники

На стадии рабочего проекта проводится

- a. изготовление, наладка и испытание несерийных компонентов САПР**
- b. создается подробная рабочая документация по САПР в целом и по ее подсистем и компонентов
- c. разрабатываются окончательные решения по созданию САПР, которые согласовываются и утверждаются
- d. осуществляется сдача САПР в промышленную эксплуатацию

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов, П. С. САПР технологических процессов : Учебное пособие / П. С. Белов, О. Г. Драгина. – Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 154 с. – ISBN 978-5-4497-0371-2. – EDN RETTRR.
2. Луганцев, Л. Д. Оптимизация технических объектов в САПР : Учебно-методическое пособие / Л. Д. Луганцев. – Москва : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский политехнический университет", 2021. – 94 с. – ISBN 978-5-276-02647-3. – EDN SCYFXY.
3. Малюга, В. С. Автоматизированное проектирование в САПР ТП / В. С. Малюга. – Москва : Московский Политех, 2019. – 120 с. – ISBN 978-5-276-02552-0. – EDN BLPVSK.
4. Белов, П. С. САПР технологических процессов : курс лекций / П. С. Белов, О. Г. Драгина. – Москва-Берлин : Директ-Медиа, 2019. – 151 с. – ISBN 978-5-4499-0074-6. – EDN UAWQNX.
5. Юдин, К. А. Математическое моделирование и САПР : курс лекций / К. А. Юдин. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – 117 с. – EDN IFTKIR.
6. Геометрическое моделирование в САПР : Лабораторный практикум / М. В. Терехов, Л. Б. Филиппова, А. А. Мартыненко [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "ФЛИНТА", 2018. – 117 с. – ISBN 978-5-9765-4018-7. – EDN NVAAYZ.
7. Горбунов, А. А. Основы 2D- и 3D-проектирования в САПР AutoCAD : Лабораторный практикум / А. А. Горбунов. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2018. – 138 с. – ISBN 978-5-7103-3593-2. – EDN IEZXXF.
8. Петрухин, А. В. Разработка подсистем геометрического моделирования в САПР : Учеб. пособие / А. В. Петрухин, И. И. Вайнгольц. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2018. – 80 с. – ISBN 978-5-9948-2975-2. – EDN OUILFO.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для подготовки к промежуточной аттестации
аспирантов направления подготовки
08.06.01 «Техника и технологии строительства»
всех форм обучения

Составители:
Мелькумов Виктор Нарбенович

В авторской редакции

Подписано к изданию 14.06.2021.
Уч.-изд. л. 1,2.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84