

ОСНОВЫ САПР. Лекция 1.

Содержание.

1. Требования, предъявляемые к проектам технических систем.
2. Многовариантность проектных решений.
3. Основные этапы создания технических систем.
4. Системный подход в проектировании.
5. Этапность проектно-конструкторского процесса.

В данной лекции основное внимание уделено проектированию сложных технических систем и их элементов, к которым будем относить автоматические линии для изготовления деталей и узлов машин, гибкие автоматизированные производственные системы, металлорежущие станки и инструменты, транспортные устройства, роботы–манипуляторы и т. п.

Задача современного инженера состоит в создании технических систем (Т–систем), наиболее полно отвечающих потребностям народного хозяйства, дающих наибольший экономический эффект и обладающих высокими технико-экономическими показателями.

Требования, предъявляемые к проектам технических систем. В настоящее время используют следующие показатели качества Т-систем:

- показатели ф у н к ц и о н и р о в а н и я, характеризующие полезный эффект от использования Т-систем по назначению и область их применения;
- показатели н а д е ж н о с т и, определяющие свойство Т-систем сохранять свою работоспособность во времени;
- показатели т е х н о л о г и ч н о с т и, характеризующие эффективность конструкторско-технических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте Т-систем;
- э р г о н о м и ч е с к и е, характеризующие систему «человек–изделие–среда» и учитывающие комплекс гигиенических, антропологических, физиологических, психофизиологических и психических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых условиях;
- э с т е т и ч е с к и е, характеризующие внешние свойства Т-системы: выразительность, оригинальность, гармоничность, целостность, соответствующие среде и стилю и т. д.;
- с т а н д а р т и з а ц и и и у н и ф и к а ц и и, характеризующие степень использования в Т-системе стандартизованных изделий и уровень унификации их составных частей;
- п а т е н т н о – п р а в о в ы е, отражающие степень патентной за-

щнты конструкторских решений в Т-системе в СССР и за рубежом, а также ее патентную чистоту;

– э к о н о м и ч е с к и е, характеризующие затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию Т-системы, а также экономическую эффективность эксплуатации.

Показатели качества служат комплексом критериев, используемых для оценки принимаемых решений на различных этапах создания Т-систем. Из-за специфики условий эксплуатации и производства критерии могут быть различными, что приводит к многовариантности проектных решений.

Многовариантность проектных решений. Требования эксплуатации, как и требования производства, в большинстве случаев могут быть представлены несколькими вариантами. Аналогично каждому варианту требований может соответствовать некоторое множество вариантов конструкции Т-системы, из которых выбирают оптимальный вариант. Между отдельными видами требований эксплуатации и требованиями производства имеются взаимосвязи. Все изложенное можно представить в виде модели проектирования оптимальной конструкции Т-системы.

Основные этапы создания технических систем. Процесс создания новых Т-систем состоит из пяти этапов: поискового проектирования, конструирования, технологической подготовки производства, изготовления опытных образцов, освоения серийного производства.

П о и с к о в о е п р о е к т и р о в а н и е состоит из двух стадий: обоснования необходимости создания новой Т-системы и научно-технических исследований. Недостаточное внимание к этим вопросам может привести к тому, что к моменту создания новой техники потребность в ней отпадет. Поэтому обоснование и анализ необходимости создания Т-системы проводятся на основании методов научного прогнозирования.

Затем выполняются научно-технические исследования положений, которые будут использоваться в новой конструкции. Перечень вопросов, подлежащих изучению на данном этапе, зависит от вида, назначения, условий работы, специфических особенностей эксплуатации, степени изученности Т-системы и т. д. При этом проводятся широкие патентные исследования, анализ литературных источников, экспериментальные работы. Данный этап выполняют проектировщики новых производств, экономисты и научные работники при участии изобретателей. Цель – разработка технического задания (ТЗ) на новую Т-систему, отражающую принцип ее работы.

К о н с т р у и р о в а н и е – процесс создания новой машины, который

должен ответить на вопрос: какой она должна быть? Данный этап работ выполняют конструкторы в сотрудничестве со специалистами смежных инженерных дисциплин, в первую очередь с технологами–машиностроителями и экономистами. Цель конструкторской работы – создание конструкторской документации для изготовления машины.

Технологическая подготовка производства охватывает широкий круг задач и должна ответить на вопрос: как изготовить новую Т-систему в условиях конкретного производства? Цель данного этапа – отработка конструкции машины на технологичность и разработка технологических процессов изготовления и контроля процесса изготовления и сборки машины. Выполняется данный этап создания новой Т-системы технологами-машиностроителями в содружестве со специалистами смежных отраслей знаний.

Изготовление опытных образцов Т-систем и их испытание ставит целью проверку правильности основных проектно-конструкторских решений и отработку технологической документации. На данном этапе вместе с конструктором работу выполняют опытные наладчики-испытатели и инженеры-исследователи, на испытания могут приглашаться также и представители заказчика.

Освоение производства новых Т-систем включает следующие задачи: достижение объема выпуска в соответствии с проектной мощностью предприятия; стабильное обеспечение требуемого качества; достижение проектной трудоемкости изготовления на всех стадиях производства.

Основное влияние на продолжительность процесса создания нового технического средства оказывает качество решений, принимаемых на этапах предварительного проектирования и конструирования. Эти два творческих процесса редко существуют сами по себе. Как правило, предварительное проектирование и начальные стадии конструирования взаимосвязаны – идея проекта проходит проверку возможности конструкторского воплощения в виде концепции Т-системы – абстракции, дающей набросок решения задачи.

Системный подход в проектировании. Системный подход – это метод анализа объектов в процессе проектирования. Его применение при проектировании связано с решением двух основных задач:

- 1) рационального разбиения задачи на части;
- 2) принятия оптимального решения.

Основой системного проектирования являются критерии, принятые с позиции оценки Т-системы, как части системы более высокого уровня, и проектирование Т-системы как целого, состоящего из частей и элементов,

обладающего целостным характером функционирования.

Ни одна система не является абсолютно замкнутой. Взаимодействие системы с внешней средой представляется внешними связями. На входе система получает воздействие от среды, а на выходе система воздействует на среду. Физические системы не просто находятся в окружении, они существуют благодаря окружению, и успех проектирования искусственных систем определяется их совместимостью с окружающей средой.

Например, для технологического процесса характерны материальные, энергетические и информационные связи с системами окружающей среды. В кибернетическом плане он представляет собой объект управления. На его входы поступают заготовки и управляющая информация. Одна часть этой информации включает плановые задания, определяющие календарные сроки запуска и выпуска деталей, а вторая – технологическую документацию, содержащую алгоритм и программы управления процессом изготовления деталей на различных операциях. К выходам системы относятся готовые детали и информация о фактическом времени их изготовления и технологических отклонениях. Эта информация поступает в систему оперативного управления производством (АСУ) и в службы технологической подготовки производства (ТПП). Таким образом, окружающей средой для технологических процессов изготовления деталей будут заготовительные и сборочные цехи, службы технологической подготовки и оперативного управления производством.

Среди различных связей системных объектов с окружающей средой особенно выделяются входные и выходные воздействия. Они обеспечивают активное взаимодействие объекта с окружающей средой и во многом определяют его функции, например: переработку исходной информации в выходную – готовую САПР Т-систем. Отношение вход/выход – один из видов связей, определяющих функционирование окружающей среды, в которую должно входить проектируемое техническое средство.

Информация о потребности в техническом средстве представляет собой вход системы, создающей основы проектирования. Выход становится входом системы, создающей основы конструирования. Выход конструирования представляет собой информацию о свойствах и особенностях технического средства.

Всякая система допускает деление ее на подсистемы. Объекты, принадлежащие к одной подсистеме, можно рассматривать как составляющие окружения другой подсистемы. Поведение подсистемы необязательно во всем подобно поведению системы. Деление системы на подсистемы приводит к иерархической структуре.

В зависимости от постановки и цели решаемой задачи один и тот же

объект в одной иерархической системе является системой, в другой – подсистемой, а в третьей – элементом.

Качественная определенность Т-систем обусловлена их структурой, под которой понимается совокупность устойчивых отношений между частями целостного объекта или процессов. Структуру необходимо рассматривать как единство противоположных сторон: расчлененности и целостности.

Расчлененность отражает одну из общих сторон структуры и характеризуется качественной спецификой частей системы и их числом. Для каждой системы существует несколько способов расчленения на подсистемы и элементы. Так, технологический процесс можно по-разному расчленить на операции, а операции – на установы и переходы.

Разнородность проектирования и конструирования вытекает из различных творческих и операционных возможностей, среди которых можно выделить следующие: использование одного из многих известных решений; использование единственно возможного решения; поиск возможного решения.

Более кратко можно сказать, что:

- действия с замыслами можно ограничить проектированием, когда его цель состоит в использовании технического средства известной конструкции;

- при отсутствии желаемой конструкции проектирование должно быть дополнено конструированием нового технического средства.

На практике проектный и конструкторский процессы выполняют инженеры разных специальностей.

При технологическом проектировании выбираются машины и другое оборудование, определяется их взаимодействие, а также осуществляется расстановка машин и оборудования на рабочих площадях для практической реализации заданного или разработанного технологического процесса.

Под конструированием понимается разработка конструкторской документации, объем и качество которой позволяют изготовить новое техническое средство или систему с соблюдением всех требований машиностроительной технологии. Конструкторская документация является результатом творчества инженера-конструктора, средством, с помощью которого он выражает свои мысли и доводит их до изготовителей Т-систем.

Этапность проектно-конструкторского процесса. Проектирование сложных Т-систем представляет собой многоэтапный процесс, основными стадиями которого являются: техническое задание; техническое предложение; эскизный, технический и рабочий проекты.

Стадия **техническое задание** (иногда называемая научно-исследовательской разработкой, поисковым проектированием) проводится с целью определения технических требований на Т-систему. На этой стадии изучаются и формулируются требования, предъявляемые к проектируемой системе, исходя из требований функционирования, а также из возможностей их реализации (достижений науки и техники, сырьевой базы, финансирования, людских резервов, ограничений во времени и т. д.). Кроме того, на этой стадии обосновываются критерии оценки эффективности системы и определяются ограничения на ее технические характеристики, такие, как габариты, массу, надежность и т. д. Результатом этой стадии разработки является техническое задание (ТЗ) на систему, которое устанавливает назначение, технические и тактико-технические требования, показатели качества и технико-экономические характеристики, а также специальные требования.

На стадии **техническое предложение** на основании анализа ТЗ определяют принципиально возможные способы создания проектируемой Т-системы, проводят сравнительную их оценку по выбранным критериям и устанавливают техническое и технико-экономическое обоснование целесообразности дальнейшей разработки. После утверждения технического предложения конструкторский проект Т-системы (средства) разрабатывается последовательно в трех стадиях: эскизный, технический и рабочий проекты. Однако на практике этот порядок соблюдается не всегда. В зависимости от степени ясности конструкции, ее простоты, опыта конструктора или каких-либо других обстоятельств проекты Т-систем могут выполняться двухстадийными (технический и рабочий проект) или одностадийными (рабочий проект).

Эскизный проект Т-системы представляет собой комплекс конструкторских документов, дающих общее представление об устройстве, принципе работы, назначении, основных параметрах и габаритах. Здесь могут быть отражены варианты конструкторских решений, подлежащих уточнению на последующих стадиях работ.

Технический проект в отличие от эскизного дает не общее, а полное и окончательное представление об устройстве Т-системы, включая все необходимые данные для разработки рабочей документации, гарантирующей надежность основных элементов конструкции.

Рабочий проект предусматривает полную детализацию конструкции Т-системы путем разработки чертежей на каждый элемент, входящий в нее и подлежащий изготовлению. Кроме рабочих чертежей в состав конструкторской документации входят также:

- чертежи общих видов;

- схемы управления и т. п.;
- чертежи узлов;
- спецификации входящих элементов;
- пояснительная записка и различного вида инструкции;
- технический паспорт и ряд других документов.