**Лекция 1**

Проектирование – это разработка технической документации изделия, согласно функциональным требованиям..

В ТЗ описываются функции, которые должен выполнять объект. После этого описывается назначение, область применения и т.д.

Автоматизация проектирования – это использование ЭВМ при проектировании изделия. Такой способ называется человеко-механическим.

Автоматическое проектирования – это проектирование без участия (использования) людей.

Автоматическое проектирование не используется, потому что технология производства ЭВМ очень быстро развивается.

**Первая автоматизированная система была создана в 1956 году (Крей). Фазы**:

1) Анализ логич. уровней на предмет лог. ошибок, документированных ошибок, ошибок синхронизации и синтаксиса. Контролировала нагрузки на входах и выходах для каждой схемы. Сортировала булевые уравнения и выдавала результат. Проверяла правильность исходных данных.

2)На панели для моделирования можно было вводить значения для булевых уравнений и при выполнении наблюдать ход решения.

3)Выполняла компоновку элементов логической структуры по конструкторским узлам, рассчитывала связь шасси и элементом, выдавала списки расстояний между точками источника и приемниками, определяла цвета проводов, по которым шли сигналы и длинны проводников.

Задача проектирования достаточно сложная. Ограничений в этом процессе нет.

**Подходы к проектированию:**

1. Деление по времени выполнения работ.
2. Деление по учету (по характеру учета документации).
3. Блочно-иерархичный способ деления.

*Деление по времени выполнения работ.* Этапы проектирования:

- научно-исследовательская работа ( Её результат- предложение для исп. полученных результатов);

- эскизное проектирование(определяет какими методами, элементами будет выполнено проэкт. , делается только эскизный проект без конкретной реализации );

- техническое проектирование (рабочее);

- испытания (по результатам вносятся изменения).

*Деление по учету (вертикальное)*. Этапы проектирования:

- функциональное проектирование;

- алгоритмическое проектирование;

- конструкторское проектирование;

- технологическое проектирование.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Функциональное | Алгоритмическое | Конструкторское | Технологическое |
| Разработка структурных и функциональных схем; определение особенностей структур, принципов функционирования, важнейших параметров. | Разработка алгоритмов; выбор системы команд, правил пересылки; обработка информации в системе. | Реализация разработанных схем физическими элементами | Определение технологии производства. Разработка технологических схем, карт и т.д. |
| ***Системный уровень; функционально-логический; схемотехнический; конструкторский;*** компонентный. | Программный: системы модулей проектирования микропрограмм | Технический элемент замены; шкаф-стойка; панель; модуль; кристалл; ячейка. | Принципиальная схема технологического процесса; маршрутная технология; технологические операции. |

При проектировании задаются функции {F} и параметры {P}. Для выполнения функций используются элементы {E}. Функции {F} этих элементов и структура {S}, которая объединит элементы с некоторыми параметрами {P}.

На этапе системного уровня это процессы, каналы, переф. устройства…

F- ф-ное описание . S- структурное опис. P- параметрическое описание.

{F,P}

{F,S,P}

{F,S,P}

E

Такое разделение идет пока не встретится неделимый элемент.

На ф-льно логическом уровне это конкретные элементы.

На схемо-техническом уровне это конкретные элементы объединённые в некоторую структуру.

Структура –эл-нт и связи между ними. S={E,}

**Лекция №2**

Система – совокупность элементов объединенных в одно целое для достижения определенных целей.

Цель – множество результатов определяемых назначением системы.

Понятием элемента системы определяется уровнем представления системы. Самый верхний уровень представления системы – системный, следующий уровень – функционально-логический, последний – конструкторский. На каждом уровне представления система описывается своим элементом.

На уровни можно поделить с помощью уровней отрыва, методами описания (проектирования). Методика проектирования основывается на цифровых автоматах, логических элементах.

Любая система описывается *C={F, S, P}*

*F* – множество функций, на реализацию которых нацелена система. Может быть задано математически либо словесно.

*S* – описание структуры, которая реализуется элементами и связями.

*S = {E, ψ }* множество элементарных объектов и связи между ними.

Различают равные (полностью одинаковые) и эквивалентные структуры. Эквивалентные структуры реализуют одни и те же функции, но состоят из разных элементов или связей.

*P* – множество значений параметров системы в целом и по элементам, которые обеспечивают реализацию функционального описания и ограничений заданной циклической структуры.

Свойства сложной вычислительной системы:

* Многообразие функций, реализуемых системой
* Сильная взаимосвязь этих функций
* Иерархическое представление системы в целом

В результате того, что сложная система представляется иерархией, то существует два подхода к процессу представления:

* проектирование «сверху вниз»
* проектирование «снизу вверх»

В первом случае исходными являются функции системы в целом и множество элементов, из которых может быть составлена заданная система.



После синтеза структуры отделяются элементы, существующие и те которые необходимо проектировать, то есть выполнить переход к следующему уровню проектирования.

Проектирование «снизу вверх» – с элементов и функций нижнего уровня необходимо построить систему, чтобы выполнять функции следующего уровня.

При проектировании вычислительной системы метод «снизу вверх» нерационален.

Проектирование выполняется в два этапа:

1. задача синтеза
2. задача анализа

Под синтезом понимается построение системы по заданному закону функционирования.

Анализ – определение законов функционального описания по заданному структурному описанию системы и по параметрическому описанию её элементов.

Для решения задачи синтеза нужно получить *F, E → S, P*

Задача анализа обратна задачи синтеза *S, Pэ → F, P*

**Задача синтеза** первична, потому что первичный анализ выполнен на предварительных этапах. На синтез любого объекта накладывается множество ограничений:

1. связанные с методом решения задачи и охватывающие такие вопросы как наличие знаний, сроки и имеющиеся в расположении технические средства проектирования;
2. связанные с требованиями ТЗ, назначением параметров объекта;
3. формируется физическими принципами реализации законов функционирования и получении его предельно желаемых характеристик.

Дополнительные ограничения накладываются способами и формами взаимодействия объектов с внешней средой и методами оптимизации взаимодействия человека с проектируемым объектом в процессе функционирования объекта и его эксплуатации.

Задача синтеза называется алгоритмически разрешимой, если существуют формальные методы (правила) получения структурного описания по заданному функциональному описанию, в противном случае задача не разрешима.

Алгоритмические методы решаются либо ручными методами проектирования, либо методами полного перебора вариантов.

Проектирование всех вариантов может быть сокращено при помощи методов последовательного приближения.

**Метод последовательного приближения.**

Синтезируется некоторый вариант системы и выполняется её анализ. Выбираются те параметры, которые имеют наихудшие значения. На следующем этапе улучшается предыдущее, чтобы худшие параметры улучшить.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Задачи синтеза | | |
|  | Структурный | Параметрический |
| Цель | Определение структуры проектируемого элемента | Определение значений параметров полученной структуры |

Задача улучшения значений – задача оптимизации. Задача структурной оптимизации – улучшение структуры, параметрической оптимизации – улучшение значений параметров.

Задача синтеза на этапе системного проектирования решается вручную, либо методом последовательных приближений. На этапе функционально-логическом – теория цифровых автоматов (булевая алгебра). На этапе конструкторского проектирования – теория множеств и теория графов.

**Задача анализа** связанна с оценкой полученных решений, состоит в определении функций и показателей качества для объекта с заданной структурой.

Методы решения задачи (моделирование):

* математический – связанно с решением системы уравнений
* алгоритмический – связанный с некоторой …

Математические модели:

* функциональные – информационные процессы, происходящие в моделируемом объекте;
* структурные – отображаются структурой объекта, представляется в виде графа, матриц элементов.

Различают полные и макромодели.

Полная математическая модель предполагает описание всех элементов на самом верхнем уровне. Макромодель предполагает описание системы с помощью моделей элементов более высокого уровня.

Вначале используется наименее адекватная модель.

Имитационная модель:

* вероятностная модель, использующая СМО, сети Петри и т.д.
* любая модель

**Лекция №3**

Любая модель представляется *I=F(x,Q),* где

*x –* множество внутренних параметров

*Q –* множество внешних параметров

Если уравнение задано в явном виде, то модель является аналитической, если в виде алгоритма функционирования объекта то – алгоритмическая модель.

Существует два вида анализа: ●одновариантный; ●многовариантный.

Одновариантный анализ заключается в исследовании свойств объекта в заданной точке пространства параметра (анализ переходных процессов, устойчивости и т.д.). Многовариантный анализ – исследование свойства объекта в окрестностях заданной точки пространства (статистический анализ, анализ чувствительности).

Схема процесса проектирования на каждом этапе проектирования.

Исходными данными является ТЗ, которое формируется на предыдущем этапе (либо до начала проектирования).



Задача синтеза – задача оптимизации, если мы хотим улучшить полученный результат.

При постановке задачи оптимизации, необходимо преобразовать физическое представления о назначении и степени полезности объекта в математическую формулировку экстремальной задачи, то есть сформулировать цели оптимизации и формировать понятие оптимальности.

Цель оптимизации выражается в критериях оптимизации.

Критерий – правила предпочтения сравниваемых вариантов.

*Y=F(x)* – целевая функция оптимизации

*x* – вектор всех параметров, значения которых могут изменятся

*X=(x1 … xn)* – фиксация значений, определяет каждый вариант проектируемого объекта.

В вектор входит часть внутренних параметров (те параметры, которые имеют для нас значение), остальная часть берется либо произвольно, либо учитывается в самом описании функции.

Целевая функция определяется таким образом, чтобы по её значениям можно было определить лучший вариант из множества возможных вариантов.

Значения задаются либо в виде равенств *φ(x)=0*, либо неравенств *ψ(x)≥0,* *βi≤xi≤αi*

Если все значения заданы в идее равенств, то задача называется безусловной, иначе – условной.

 – задача мат. программирования

Если *φ,ψ* – линейные, то задача линейного программирования, если хотя бы одна нелинейная, то задача нелинейного программирования.

Если значения вектора дискретные, то задача дискретного программирования, и частично не дискретная если значения …

Дискретное программирование называется целочисленным, если *x* принимает целые значения.

Если ***xD*** область булевых переменных, то задача бивалентного программирования.

Задача структурной оптимизации *S={E, ψ}*

Под оптимальным понимается такой вариант структуры параметров, который удовлетворяет всем системным, конструктивным, технологическим, электрическим, экономическим требованиям ТЗ, а критерии оптимальности принимают экстремальные значения.

При этом при решении задач структурной оптимизации обычно оперируют независимыми переменными, а функции *φ(x), ψ(x)* как правило нелинейно зависят от самих элементов *x.*



Выбирается один критерий, который полностью характеризует объект – такой критерий называется частным.

При проектировании сложных объектов такой критерий найти невозможно. Функция, которая позволяет объединить разные критерии, называется обобщенной.

Для решения однокритериальных задач разрабатывается множество математических аппаратов.

Многокритериальные задачи – задачи векторной оптимизации, все известные методы решения которой непосредственно или косвенно сводят к задачам скалярной оптимизации.

Задачи скалярной оптимизации – частные критерии объединены в некоторый составной критерий в котором целевая функция *F(x)=Ф(F1(x)…Fm(x))*

Если можно найти объективную взаимосвязь между *F1* и *Fm*, то решение задачи является объективным.

В качестве обобщенного параметра выбирают формально объединенное множество критериев позволяющих достаточно просто оценить исследуемый объект.

В зависимости от используемого правила различают аддитивные критерии, мультипликативные критерии и минимаксные или максиминые.

Если оптимизация выполняется из учета статистического разброса значений параметров, то соответствующий критерий называют детерминированным. Если разброс параметров учитывается, то такой критерий называется статистическим. Они наиболее полно характеризуют, но их использование ведет к увеличению затрат машинного времени. Поэтому, они используются при решении задач верхнего уровня иерархии.

**Лекция №4**

**Частные критерии**

Частный критерий – некоторый один параметр, который характеризует качество объекта при ограничениях на все остальные.



Если все ограничения заданы только равенством, то функция изменения параметра приводит к изменению всей функции и запасов вариаций задача не имеет.

**Обобщенные критерии (интегральные).**

Для их определения используются математические приёмы (аддитивный, мультипликативный, минимаксный критерии), которые позволяют определять значения общего параметра.

Необходимо иметь один критерий, по которому сравниваются критерии всех систем, и среди них выбирается наилучший. Такой критерий называется обобщенным (интегральным).

**Аддитивный критерий.**

Целевая функция – путем сложения нормированных значений частных критериев. Нормированные значения представляют собой отношение реального значения нормального критерия к некоторой нормирующей величине, измеряющейся в тех же единицах, что приводит к безразмерной величине данного критерия.

1. В качестве делителей выбираем директивные значения параметров, заданное заказчиком. Недостаток: заданная в ТЗ величина рассматривается как образцовая, что не всегда полезно.
2. Выбираем экстремальные значения критериев, достигаемых в области существующих проектных решений.
3. Выбираем разность между минимальным и максимальным параметром в области существующих проектных решений.

Выбор варианта является субъективным решением



Необходимо учитывать важность параметров, добавим коэффициент 

 – нормирующий делитель от частного коэффициента.

Недостаток такого критерия:

* нет логической взаимосвязи между оцениваемыми параметрами
* при вычислении данного критерия может происходить взаимная компенсация значений параметров

Ограничения на экстремальные значения параметров и коэффициентов значимости – является машинным приемом для точного определения критерия.

**Мультипликативный критерий**

Используется принцип справедливой компенсации абсолютных значений нормированных частных критериев. В целом ряде задач используется не абсолютное значение, а принцип относительной компенсации, то есть справедливым следует считать такой компонент, когда суммарный уровень относительного снижения значений одного или нескольких критериев не превышает суммарного уровня относительного увеличения значений других критериев.

, где *n* – количество параметров, *Fi(x)* – начальное значение частного коэффициента, *ΔFi(x)* –изменение значений в новом варианте.

С учетом коэффициента значимости 

С учетом , то формулу можно преобразовать



Это всё сложно реализовать, поэтому необходимо варьировать параметрами в произведении.  – критерий является мультипликативным.

С учетом коэффициента значимости используют 

Недостаток тот же что и в аддитивном критерии.

**Максиминный критерий**

Критерий основан на принципе компромиссности, используется идея равномерности.

Необходимо найти такой вариант, у которого все относительные значения всех критериев будут одинаковые.  или с учетом значимости 

Необходимо найти такую совокупность значений параметров, чтобы целевая функция принимала наихудшие значения параметров, чтобы в общем функция принимала максимальные значения.



Ещё называется принципом гарантированного результата

 – минимаксный выбор

При учете значимости 

Наиболее часто используемые методы нахождения экспертных оценок: ●метод ранжирования; ●метод присвоения баллов.

Метод ранжирования: собирается *l* экспертов, им предлагается расставить *n* критериев по рангу, причем самый важный принимает *n*-ый ранг, а наименее важный – 1-ый ранг.

Ранг каждого элемента определяется

, где *r* – ранг, а *Ci* – значимость параметра, *rik* – ранг *i*–го критерия выставленный *k*–ым экспертом.

Метод приписывания баллов. Также эксперты проставляют баллы от 0 до 10. Несколько параметров могут иметь одинаковые баллы и могут использовать дробные числа.

*Hik* – балл *i*–го элемента выставленный *k*–ым экспертом.

,  – сумма балов выставленных *k*–ым экспертом всем элементам



Для более точной характеристики необходимо учитывать значимость (компетентность) эксперта.

*μ* – коэффициент компетентности



M-мультипликативность.

Ад- адитивность.

Создаются обобщенные характеристики для определения наилучшего варианта, если из множества параметров не выбирается оптимальный.

Мультипл. – параметрическая оптимизация , когда приращ. имеет большее значение чем абсолютное значение.

Аддитивный – при важности абсолютного параметра(большое значение имеет абсолютное значение).

Минимаксный – задает структурную и параметрическую оптимизацию при нахождении уравненных значений (гарантированный результат).

Для умножения

РН

РН

РП

РП

РМ1

РМ1

РМ2

РМ2

m

…

2

1

уу

оп

уу

другие

\*

+

…

КОП

РМ2- регистр множимого 2

универсальный способ попороще чем универс.

Особенность конвеерного процессора заключается в том, что распространение осуществляется как в пространстве так и во времени. Таким образом конвеер максимально исп. частотные особенности