

1. Краткая характеристика процесса проектирования.

Проектирование – это разработка технической документации изделия, согласно функциональным требованиям или создание, преобразование и представление принятой формы образа еще не существующего объекта.

Требования – имеются ли физические средства для реализации, может уже кто-то придумал (технология), техническое задание. Проектирование включает комплекс работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера. В ТЗ описываются функции, которые должен выполнять объект. После этого описывается назначение, область применения и т.д.

Способы: ручной, автоматизированный, автоматический. Автоматизированный – компьютер выполняет большинство задач, больше или меньше в зависимости от стадии. Автоматических систем на данный момент не существует.

2. Определение САПР.

Система автоматизированного проектирования (САПР) - организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования (КСАП), взаимосвязанного с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов (пользователей системы) и выполняющая автоматизированное проектирование. Соответственно **система автоматического проектирования** выполняет автоматическое проектирование без участия человека.

САПР – совокупность средств и методов для осуществления автоматизированного проектирования, состоящее из ряда частей, наз. обеспечениями: техническое, математическое, лингвистическое, программное, информационное, методическое, организационное.

3. Виды обеспечений САПР.

Техническое – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, необходимых для выполнения АП.

Математическое – математические модели объектов проектирования, методы и алгоритмы выполнения процедур. Бывает инвариантное (для любых) и специализированное (для конкретных задач).

Лингвистическое – совокупность всех языков, использовавшихся при проектировании. Они делятся на 2 большие группы: языки программирования (универсальные, объектно-ориентированные), и языки проектирования (на которых описаны данные).

Программное – программы и соответствующая документация для реализации САПР.

- **Общесистемное** (ОС) – организация функционирования технических средств, т.е. для планирования, управления и выполнения вычислительных процессов, распределения ресурсов и т.д.

- **Прикладное** – реализация мат. обеспечения непосредственно для выполнения проектных процедур. Обычно представлено в виде пакетов, каждый из которых обеспечивает этап проектирования или часть задач, выполняемых на некотором этапе.

- **Базовое** – включает модули, обеспечивающие правильное выполнение прикладного ПО.

Информационное – включает все данные, необходимые для выполнения АП. Центральным ядром является банк данных (знаний) – совокупность средств, необходимых для централизованного накопления данных. База – чисто данные. Банк = база + СУБД. Знания = база + СУБД + методы преобразования данных.

Методическое - документы, устанавливающие состав, правила отбора и эксплуатации средств АП.

Организационное – регламентирует организационную структуру проектной организации, необходимых для АП.

4. Принципы системного подхода к процессу проектирования.

Система – набор примитивов, объединенных и взаимосвязанных для выполнения задачи. **Основной принцип системного подхода** – рассмотрение сложных систем по частям, обязательно с учетом их взаимодействий. Включает в себя выявление структуры системы, типизацию связей между ее элементами, определение атрибутов и анализ влияния внешней среды. Конкретизация подхода выявляется другими названиями – **блочно-иерархический**, **структурный**, и **объектно-ориентированный** подход. Под **структурным** понимается синтезирование вариантов системы из компонентов и их оценивание при частичном переборе и предварительном прогнозировании характеристик компонентов. **Блочно-иерархический** подход использует декомпозицию сложных объектов и соответствующие средств их создания на иерархические уровни и аспекты, вводит понятие стиля проектирования (восходящее и нисходящее). **Объектно-ориентированный** подход реализуется при проектировании ПО, разработке информационных систем.

Преимущества:

- Вносит в модели приложений большую структурную определенность, распределяя данные и процедуры между классами объектов
- Сокращает объем спецификации, благодаря введению в описание иерархии объектов и отношения наследования между свойствами объектов разных уровней иерархии.
- Уменьшает возможность искажения данных вследствие ошибочных действий за счет ограничения доступа к определенным категориям данных в объекте.

Для всех подходов характерно следующее:

- Структуризация процесса проектирования, выражая декомпозицией проектных задач и документации, выделение стадий, этапов, процедур
- Итерационный характер проектирования
- Типизация и унификация проектных решений и средств проектирования.

5. Общий подход к делению проектирования.

Этапы проектирования:

1. Деление проектирования по времени выполнения работы.

- Научно-исследовательские работы. Результат – технические предложения на использование полученных результатов
- Опытно-конструкторские работы. Результат – эскиз будущего устройства (выбирается лучший)
- Техническое (рабочее) проектирование. Результат – конкретная тех. документация на изготовление устройства (принципиальные схемы со всеми описаниями).
- Производство опытного образца
- Испытания опытного образца

2. Вертикальное деление (по характеру учитываемых свойств объекта). 4 этапа:

- функционального проектирования (анализ ТЗ и корректировка, разработка структурных, функциональных, логических и принципиальных схем пр. объекта)
- алгоритмическое пр-е (все что связано с ПО – от системы команд до ОС)
- конструкторское пр-е (документация для изгот. изделия – все что связано с физич. Реализацией)
- технологическое пр-е (вкл. Разработку док-ции на технологию изгот-ния проектируемого объекта)

3. Горизонтальное деление .

Каждый из этапов вертикального деления делятся также по горизонтали:

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПР - НИЕ

1. Системное проектирование; 2. Логическое проектирование; 3. Схемотехническое проектирование; 4.

Компонентное проектирование.

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ПР - НИЕ

1. Программирование всей системы; 2. Программирование модулей; 3. Проектирование микропрограмм.

КОНСТРУКТОРСКОЕ ПР - НИЕ

1. Проектирование "шкаф-стойка"; 2. Проектирование панелей; 3. Проектирование ТЭЗ (технический элемент замены); 4. Проектирование модуль, кристалл, ячейка.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПР - НИЕ

1. Разработка принципиальных схем технологического процесса;

2. Маршрутная технология; 3. Разработка технологических операций.

6. Деления процесса проектирования по временному признаку.

1) **Научно-исследовательские работы** (НИИ, НИ отделы). Оцениваются готовые проекты и предлагаются новые методы, компоненты, теории и т.д. Результат – предложение испытаний результатов при проектировании новых изделий. Используются специальные САПР (АСП научных экспериментов). Результаты исследований не являются обязательными для испытаний.

2) **Опытно-конструкторские работы (ОКР)** – формируется и согласовывается тех. Задание на разработку нового изделия и выполняются ОКР. Прорабатываются возможные вар-ты проекта, можно ли реализовать данное ТЗ, задаются элементная база, нет ли необходимости ее разработать. Синтезируется эскиз проекта. Результат – эскиз будущего устройства.

3) **Техническое (рабочее) проектирование** – основной этап проектирования, на котором непосредственно разрабатывается проект. Результат – документация на изготовление изделия (принципиальные схемы со всеми описаниями)

4) Производство опытного образца

5) Испытания опытного образца. По результатам возможны варианты.

7. Деление процесса проектирования по характеру выполняемых работ.

1) **Функциональное.** Исходные данные – ТЗ и пром. результаты алгоритмического проектирования. Цель – разработка функциональных, принципиальных, структурных схем. Уточняется ТЗ, распределяются функции объекта, которые будут выполняться при помощи технических средств.

2) **Алгоритмическое** – Разрабатываются алгоритмы реализации функций проектирования, определяется о/с для работы, разрабатываются программы и микропрограммы для объекта.

3) **Конструкторское** – Разрабатываются конструкции (железо), которые будут реализовывать данный проект.

4) **Технологическое** – Разрабатываются технологии изготовления данного продукта, определяются маршрутные карты, инструменты для реализации и т.д.

8. Деление процесса проектирования по блочно-иерархическому подходу.

В основе лежит декомпозиция проекта по уровням проектирования, выполняемых последовательно.

Уровни функционального проектирования

Системный – определяется общая структура проекта; определяется функциональная и структурная схема, после построения схемы определяется, нужно ли проектировать новые эл-ты. Если да, то 2

Функционально-логический – определяются функциональные и логические элементы будущего устройства, и разрабатываются тестовые для контроля.

Технический – разрабатывается реализация устройства, в частности монтаж; определяется покрытие платы реальными элементами; компоновка и размещение элементов в модулях; трассировка печатной платы, анализируются электрические параметры будущего изделия. Если необходимо выполнить проектирование компонентов, документация передается на компонентный уровень.

Компонентный

Уровни алгоритмического проектирования (программисты)

Проектирование алгоритмов

Программирование системы

Программирование модулей

Программирование мета-программ

Уровни конструкторского проектирования (конструкторы)

- Шкаф, стойка, панель

- ТЭЗ

- Модуль

- Кристалл

- Ячейка

Уровни технического проектирования (технологи)

- принципиальная схема технологического процесса

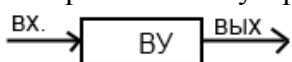
- маршрутные карты

- технологические операции

9. Блочно-иерархический подход к процессу проектирования.

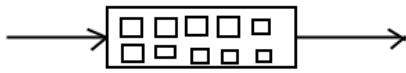
Используется декомпозиция описания сложных объектов и соответствующих средств для их создания на иерархические уровни и аспекты, вводит понятие списка проектирования (восходящее и нисходящее)

На верхнем этапе устройство представляется как черный ящик.



Техническое задание

Системный



Определяется, какие функции, и в каких элементах будут выполняться.

Затем определяется, какие элементы нужно разработать.

С каждым этапом все более высокий уровень детализации.

«Линии отрыва» между уровнями определяются математическим аппаратом, который может быть использован при проектировании на данном этапе.

1) На самом верхнем этап используется теория вычислительных систем для решения задачи синтеза и имитационное моделирование для анализа.

2) Синтез – ПТЦА. Анализ – логическое моделирование. Получаем функции и логические схемы. Синтез и анализ – теория графов, теория множеств.

10. Типовые проектные процедуры.

Основные – синтез и анализ. Синтез – непосредственная разработка проекта. Анализ – проверка правильности полученных результатов. Сущность проектирования заключается в принятии проектных решений, обеспечивающих выполнение предъявленных требований. Синтез – основа проектирования. Анализ – вспомогательная, но необходимая процедура.

Синтез:

структурный – разработка структуры будущего объекта

параметрический – определение параметров, реализуемых данным объектом.

Задача параметрического синтеза является задачей оптимизации, если целью является улучшения х-к объекта, либо выбором синтеза наилучшего решения данной задачи.

Постановка задачи структурно синтеза

$O = \{ F, S, P \}$, O – описание, F – функциональное, S – структурное, P – параметрическое.

Структурный синтез – преобразование функционального и параметрического описания системы в структуру и парам описание элементов.

$\{ F_c, P_c \} \rightarrow \{ S_s, P_s \}$

$S_s = \{ E, \phi \}$ E – элементы, ϕ – связи.

11. Задача синтеза в процессе проектирования.

Синтез – создание описания объекта, выполняющего заданные функции и удовлетворяющего заданным ограничениям.

Описание – набор инструкций в каком-либо алфавите.

Задача синтеза выполняется в выбранном классе элементарных объектов, из которых составляется объект, реализующий заданный класс функций.

Исходные данные: описание функций, возлагаемых на проектируемый объект; перечень параметров, характериз. качество и ограничения на их значения.

Результат – некоторая структура, реализующая заданный класс функций.

Под СТРУКТУРОЙ объекта понимается множество $S = \{ C, H \}$, где C – множество элементов, входящих в структуру объекта, а H – множество связей между ними.

Две структуры называются равными, если они реализуют равные функции

$(F_1 = F_2)$, состоят из одинаковых элементов $(\{ C_1 \} = \{ C_2 \})$, которые связаны одинаковыми связями $(\{ H_1 \} = \{ H_2 \})$.

Две структуры называются ЭКВИВАЛЕНТНЫМИ, если $F_1 = F_2$, но $C_1 \neq C_2$ и (или) $H_1 \neq H_2$.

Задача синтеза может иметь формальные методы решения – такая задача алгоритмически разрешима, иначе алгоритмически неразрешима. Алгоритмически – неразрешимые задачи решаются в ручную или с помощью эвристических методов (полный перебор).

Различают СИНТЕЗ СТРУКТУРНЫЙ и СИНТЕЗ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ. Цель структурного синтеза – получение структурных схем объекта, содержащих сведения о составе элементов и способах соединения их между собой. Цель параметрического синтеза – определение числовых значений параметров элементов. Синтез называется ОПТИМИЗАЦИЕЙ, если определяются наилучшие, в заданном смысле, структуры и значение параметров. Задачу выбора оптимальной структуры называют СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИЕЙ.

При расчете оптимальных значений параметров при заданной структуре говорят о ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ.

12. Задача анализа в процессе проектирования.

АНАЛИЗ - это определение функционального и параметрического описания системы по заданному структурному описанию.

Предмет решения задачи анализа – исследование свойств F, S и P-описаний, полученных на некотором шаге при спуске по дереву проектных решений. Целью такого исследования является оценка качества полученного варианта решения или верификация F-описания на соответствие заданному.

В отличие от задачи синтеза, задача анализа алгоритмически всегда разрешима. Утверждение справедливо, поскольку вариант решения задачи синтеза уже получен и известны, по крайней мере, соответствующие ему F и S –описания.

Задача анализа решается с помощью моделирования.

Наиболее общими методами анализа являются одновариантный (исследование объекта в заданной точке траектории поведения) и многовариантный (исследование свойств объекта в окрестностях заданной точки траектории поведения).

Адекватность – показатель соответствия модели анализируемому объекту.

13. Задача оптимизации в процессе проектирования.

Обобщенная постановка задачи оптимизации

Оптимальными считаются те значения, которые удовлетворяют ТЗ и являются лучшими из достижимых.

Задача оптимизации САПР сводится к преобразованию физического представления об объекте, о его назначении и степени полезности в математическую формулировку экстремальной задачи. Цель оптимизации выражается в критериях оптимизации.

Критерии – правила предпочтения сравниваемых вариантов. Основу критериев оптимизации составляет целевая функция $F(x)$, где x – множество управляемых параметров. Векторы x с фиксированными значениями определяют один из вариантов объекта и его характеристики.

Целевая функция должна быть такой, чтобы по ее значениям можно было определить степень достижения цели, т.е. лучший вариант должен характеризоваться большим значением $F(X)$, тогда оптимизация заключается в максимизации $F(X)$ или, наоборот, при минимизации $F(X)$ лучший вариант должен характеризоваться меньшими значениями параметров.

Кроме целевой функции $F(X)$ и перечня управляемых параметров (X) в постановку задачи оптимизации могут входить ОГРАНИЧЕНИЯ ТИПА РАВЕНСТВ $H(X) = 0$ и НЕРАВЕНСТВ $H(X) < 0$. Частным случаем ограничений типа неравенств являются прямые ограничения $a_i \leq x_i \leq b_i$, где a_i и b_i - предельно допустимые значения параметра x_i .

Область пространства управляемых параметров, в которой выполняются заданные ограничения, называют ДОПУСТИМОЙ ОБЛАСТЬЮ XD.

Объект называется строго оптимальным, если значения всех параметров находятся в допустимой области значений параметров.

Объект называется квазиоптимальным, если некоторые параметры из вектора (X) выходят за границы ограничений, но при этом ограничения границ должны быть строго заданы.

При наличии ограничений задача оптимизации называется УСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ, в противном случае – БЕЗУСЛОВНОЙ.

Область, в которой выполняются как прямые ограничения, так и условия работоспособности, называется ОБЛАСТЬЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ.

Таким образом, итоговая формулировка задачи оптимизации при проектировании имеет вид:

экстремизировать целевую функцию $F(X)$ в области XD, заданной ограничениями $H(X) = 0$ и $\phi(X) > 0$.

Задача оптимизации в такой постановке есть задача математического программирования. При линейности функций $F(X)$, $H(X)$, $\phi(X)$ - задача линейного программирования. Если хотя бы одна из них нелинейная - задача нелинейного программирования..

Если все (или часть) X - дискретны, то задача дискретного (или частично дискретного) программирования.

Дискретное программирование называется целочисленным, если X принадлежит множеству целых чисел. Если XD есть пространство булевых переменных, то – задача бивалентного программирования.

Задача структурной оптимизации сводится к построению оптимальной структуры $S = (E, H)$. При этом под ОПТИМАЛЬНЫМ будем понимать такой вариант структуры, параметры которой удовлетворяют всем системным, конструктивным, технологическим, электрическим и экономическим требованиям ТЗ, а критерий оптимальности, описывающий качество проектируемой структуры, принимает экстремальное значение.

14. Математическая постановка задачи оптимизации.

Оптимальный – удовлетворяющий целевую функцию и укладывающийся в имеющиеся ресурсы.

Постановка задачи: следует преобразовать физическое представление о назначении и степени полезности объекта в математическую формулировку экстремальной задачи. Цель оптимизации выражается в критериях оптимизации. Основа критерия – целевая функция $F(x)$, где x – множество управляющих параметров. Фиксация значений вектора управляемых параметров представляет некоторое решение задачи оптимизации. Как правило, в вектор входят все параметры, которые характеризуют объект, либо часть их, тогда остальные либо фиксированы, либо заданы областями. Следовательно, на часть параметров накладывается некоторые ограничения. Ограничения задаются математически в виде неравенств либо равенств, либо прямые ограничения. Задача оптимизации называется задачей условной оптимизации, если все ограничения заданы неравенствами. Безусловной – равенствами. Область параметров, кот. удовлетворяют области ограничений, наз. допустимой областью значений. XD

В области допустимых значений параметров экстремум $f(x)$

$$\text{extr}_{x \in XD} F(x), \text{ где } XD = \{x | \varphi(x) = 0, \psi(x) \leq 0\}$$

Задача оптимизации в такой постановке – это задача мат. программирования. Если все функции линейны – задача линейна. Если хоть одна нелинейна – нелинейна

Если все или часть параметров дискретны – соответствующие дискретны $x \in Z$, или частично дискретны – целочисленное программирование. Если $x \in \{0,1\}$ – бивалентное программирование. При структурной оптимизации необходимо найти оптимальный вариант – множество элементов и связей между ними. Оптимальная – структура, параметры которой удовлетворяют всем системным, конструктивным, технологическим и эконом. требованиям ТЗ, а критерий оптимальности принимает экстремальное значение. Следовательно, в формализованном виде задача структурной оптимизации заключается в определении значений независимых переменных X_i при которой критерий оптимальности $F(x)$ есть множество независимых переменных принимает экстремальное значение.

15. Общая характеристика критериев оптимизации.

Критерий оптимальности – это правильно предпочтений сравниваемых вариантов. Критерий, который характеризует весь объект называется частным критерием. Каждый критерий можно назвать частным, если он не взаимодействует со всеми остальными.

Если в функции можно задать характеристики всех необходимых критериев, такой критерий называется обобщенным. В качестве обобщенных критериев наиболее часто используется аддитивный, мультипликативный, минимаксный. Если критерий не учитывает вероятностный разброс параметров – он детерминированный, иначе – статистический.

В аддитивных критериях целевая функция образуется путем сложения нормированных значений частных критериев. Нормированные критерии представляют собой отношение реального значения частного критерия к некоторой нормирующей величине, измеряемой в тех же единицах, что и сам критерий (приводит к безразмерной величине).

Возможны несколько подходов к выбору нормирующего делителя.

Первый подход предполагает принимать в качестве нормирующих делителей максимальных значений критериев, достигаемых в области существующих проектных решений.

Второй подход предполагает принимать в качестве нормирующих делителей то оптимальное значение, которое задано в ТЗ.

Третий подход предполагает в качестве нормирующих делителей использовать разность между максимальным и минимальным значением критерия в области компромисса.

Целевая функция: $F(x) = \sum_{i=1}^n \frac{F_i(x)}{F_i^H(x)} = \sum_{i=1}^n f_i(x)$

$F_i^H(x)$ – нормирующий делитель от частного коэффициента

Необходимо учитывать важность параметров, добавим коэффициент: $F(x) = \sum_{i=1}^n c_i f_i(x)$

Недостатки: формальный прием, не вытекает из объективной роли частного критерия; может происходить взаимная компенсация частных критериев.

Мультипликативный критерий. Иногда, важно учитывать не абсолютное значение критерия, а его изменение при решении некоторой задачи.

Целевая функция: $F_i(x) = \prod_{i=1}^n F_i(x)$

В случае неравноценности частных критериев необходимо ввести весовой коэффициент C_i и тогда

мультипликативный критерий примет вид: $F_i(x) = \prod_{i=1}^n C_i F_i(x)$

Достоинством мультипликативного критерия является то, что при его использовании не требуется нормирования частных критериев.

Недостаток: критерий может компенсировать чрезмерные изменения одних критериев за счет изменения других.

Минимаксный критерий.

Формально принцип максимина формулируется следующим образом:

Необходимо выбрать такое множество $X_0 \in X$, на котором реализуется максимум из минимальных значений частных критериев $F(x_0) = \max \min \{ f_i(x) \}$.

Если частные критерии $f_i(x)$ следует минимизировать, то используется принцип минимакса $F(x_0) = \min \max \{ f_i(x) \}$.

Аддитивные критерии выбирают, когда существенное значение имеют абсолютные числовые значения критериев при выбранном векторе X .

16. Аддитивный критерий оптимизации.

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

$F(x) = \sum_{i=1}^n \frac{F_i(x)}{F_i^H(x)} = \sum_{i=1}^n f_i(x)$

Необходимо учитывать важность параметров, добавим коэффициент $F(x) = \sum_{i=1}^n c_i f_i(x)$

$F_i^H(x)$ – 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.

17. Мультипликативный критерий оптимизации.

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.

$$\sum_{i=1}^n \frac{\Delta F_i(x)}{F_i(x)} = 0, \text{ где } n - \text{ количество параметров, } F_i(x) - \text{ начальное значение частного коэффициента, } \Delta F_i(x) -$$

изменение значений в новом варианте.

$$\text{С учетом коэффициента значимости } \sum_{i=1}^n C_i \frac{\Delta F_i(x)}{F_i(x)} = 0$$

Формулу можно преобразовать

$$\sum_{i=1}^n \frac{\Delta F_i(x)}{F_i(x)} = \sum_{i=1}^n d(\ln F_i(x)) = d\left(\ln \prod_{i=1}^n F_i(x)\right) = 0$$

Это всё сложно реализовать, поэтому необходимо варьировать параметрами в произведении.

$$F_i(x) = \prod_{i=1}^n F_i(x) - \text{ критерий является мультипликативным.}$$

$$\text{С учетом коэффициента значимости используют } F_i(x) = \prod_{i=1}^n C_i F_i(x)$$

Недостаток такого критерия:

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

18. Минимаксные критерии оптимизации.

Критерий основан на принципе компромиссности, используется идея равномерности.

Необходимо найти такой вариант, у которого все относительные значения всех критериев будут одинаковые. $f_i(x) = k \quad i = \overline{1, n} \quad x = \{x_1 \dots x_n\} \quad k = const$ или с учетом значимости $c_i f_i(x) = k$

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

$$F(x) = \max_{F(x)} \min_i f_i(x) \quad i = \overline{1, n} \quad x = \{x_1 \dots x_n\}$$

Ещё называется принципом гарантированного результата

$$F(x) = \min_{F(x)} \max_i f_i(x) - \text{ минимаксный выбор}$$

$$\text{При учете значимости } F(x) = \min_{F(x)} \max_i (f_i(x) c_i)$$

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

$$C_i = \frac{\sum_{k=1}^l r_i^k}{\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^n r_i^k}, \text{ где } r - \text{ ранг, а } C_i - \text{ значимость параметра, } r_i^k - \text{ ранг } i\text{-го критерия выставленный } k\text{-ым}$$

экспертом.

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

H_i^k – балл i -го элемента выставленный k -ым экспертом.

$$H_i^k = \frac{h_i^k}{\sum_{i=1}^n h_i^k}, \sum_{i=1}^n h_i^k - \text{сумма баллов выставленных } k\text{-ым экспертом всем элементам}$$

$$C_i = \frac{\sum_{k=1}^l H_i^k}{\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^n H_i^k}$$

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

μ – коэффициент компетентности

$$C_i = \frac{\sum_{k=1}^l \mu_k H_i^k}{\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^n \mu_k H_i^k}$$

19. Частные критерии оптимизации.

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

$$\text{extr}_{x \in xD} F(x), \text{ где } xD = \{x | \varphi(x) > 0, \psi(x) = 0\}$$

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

При проектировании по частным критериям в качестве целевой функции $F(X)$ применяется наиболее важный выходной параметр проектируемого объекта, все остальные параметры в виде соответствующих условий работоспособности относятся к ограничениям. В этом случае задача оптимального проектирования является однокритериальной задачей математического программирования: экстремизировать значение целевой функции $F(X)$ при наличии системы ограничений на параметры проектируемого объекта. Сложность такой задачи небольшая.

Частные критерии выбирают тогда, когда необходимо сравнить несколько эквивалентных решений, либо заранее задана необходимость оптимизации одного или нескольких частных критериев (без существенных ограничений на другие критерии).

20. Методы задания предпочтений на множестве частных критериев в задаче оптимизации.

Если можно выделить 1 параметр, который наиболее полно описывает объект, то оптимизация ведется по частному признаку, а на остальные накладываются ограничения.

Если все ограничения заданы в виде равенств – задача алгебраическая.

Если все значения параметров заданы в виде равенств и неравенств – задача не имеет степеней свободы.

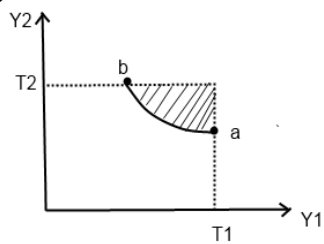
Частные критерии имеют ряд недостатков: Достаточно часто при выборе экстремального значения 1-го частного критерия, остальные, как правило, даже при наличии ограничений принимают неудовлетворительные значения.

Пример

Пусть необходимо оптимизировать по y_1 и y_2

$$y_1 \leq T_1$$

$$y_2 \leq T_2$$



Экстремальное значение параметров будет в точках а и b. Кривая указывает на те точки области работоспособности, которые имеют наилучшие значения параметров.

Множество точек пространства, из которых невозможно перемещение, приводящих к улучшению всех параметров, называется областью Парето.

Частный критерий дадут y_1 как y_2 . Но тогда при нестабильности работы системы он будет «гулять» в т.ч. вне области.

Тогда берут разницу (Δ) $y_1 \leq T_1 + \Delta$, но Δ выбрать сложно.

Поэтому целесообразно брать обобщенный критерий.

21. Общая характеристика системного уровня проектирования

22. Задачи синтеза и анализа на СИСТЕМНОМ уровне проектирования

Функционально-логический уровень проектирования, как и в любом другом этапе, содержит решение двух задач:

1. Синтез
2. Анализ

Задача синтеза решается при помощи теории цифровых автоматов.

Задача анализа решается при помощи методов логического моделирования.

Любая модель – функция от внутренних и внешних параметров.

$$y = F(x, Q)$$

Существуют аналитические, логические (имитационные) модели. Аналитические модели представляют собой описание функциональности устройства в виде системы уравнений. Решение данной системы позволяет получать характеристики проектируемого устройства.

При проектировании сложных систем аналитических моделей:

1. Сложность контроля исходных данных
2. Плохая приспособленность к формам графически-конструкторского описания схем.
3. Неприемлемость для анализа устройств, которые описаны в небулевском базисе.
4. Недостаточная компактность описания сложных объектов

Поэтому используют обычно метод логического моделирования. Процесс логического моделирования заключается в построении моделей объекта, описывающих его поведение и определение множества динамически изменяющихся состояний объекта и определение реакции на входные воздействия.

Основное требование к результатам анализа – обеспечение этих результатов истинному поведению исследуемого объекта.

Однако в связи с различными упрощениями, принятыми при построении моделей, можно говорить о степени соответствия модели объекту (адекватность модели и адекватность моделирования).

Задача анализа схем сводится к двум задачам:

- статический анализ
- динамический анализ

В статическом анализе используются идеальные модели элементов схемы. Это позволяет проверить корректность процедуры синтеза.

При решении задачи статического анализа решаются следующие задачи:

- определение достижимости требуемого состояния
- установления закона функционирования схемы
- определения множества последовательности вх. Сигналов, вызывающую заданную последовательность внутри схемы и выходных сигналов.
- сравнение характеристик различных решений
- анализ вариантов системных решений для оптимизации
- проверка корректности межэлементных связей внутри схемы с учетом требований конкретных системных элементов.

Динамический анализ определяет характеристики переходных процессов и решает задачи, дополнительные к статическому анализу:

- определение параметров сигнала во время переходных процессов
- анализ частотных характеристик схемы
- определение алгоритмической устойчивости схемы

Под алгоритмической устойчивостью схем понимают правильность выполнения предписанных законов функционирования в условиях влияния конструкторско-технологических факторов и под влиянием внешней среды.

Одна из основных причин влияния на алгоритмическую устойчивость – эффект состязания в схеме.