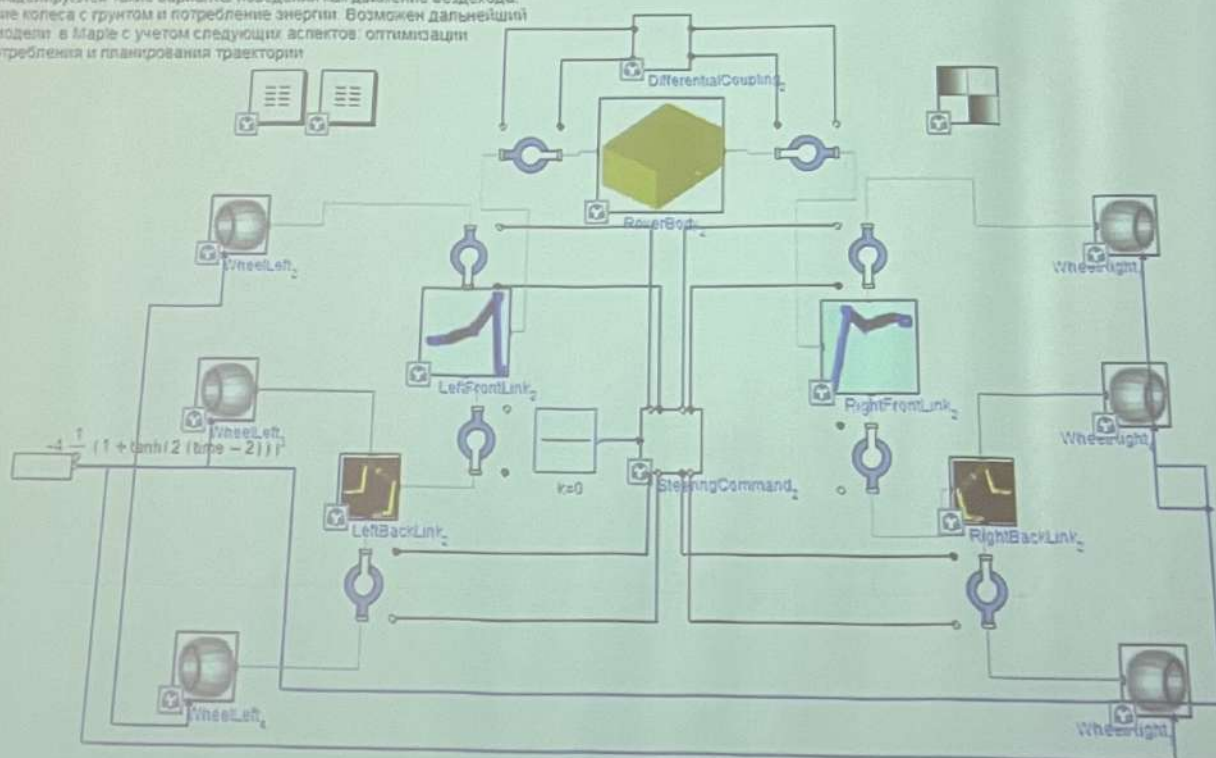


Функциональная схема автономной системы электроснабжения

Пример функциональной схемы системы

Планетарный вездеход

Об этой модели: в данной модели планетарное поведение вездехода на холмистом рельефе местности имитируется в расширенной многодоменной среде. Моделируются также варианты поведения как движение вездехода, сцепление колеса с грунтом и потребление энергии. Возможен дальнейший анализ модели в Maple с учетом следующих аспектов: оптимизации энергопотребления и планирования траектории.



- **Свойство 5. Управляемость искусственных систем.**

В управлении искусственной системой всегда в той или иной роли участвует человек, который или разрабатывает СТС, наделяя ее определенными свойствами (состав, структура, параметры, алгоритм функционирования), обеспечивающими достижение заданной цели СТС («управление» через ее создание), или непосредственно участвует в управлении системой в реальном времени в ходе ее функционирования, вырабатывая команды управления СТС, т.е. выступает в роли оператора СТС, или то и другое (вначале создает, а в дальнейшем участвует в управлении системой).

Общую схему функционирования искусственной системы как управляемой системы иллюстрирует рис. 1. На этой схеме выделены две подсистемы: "**Объект управления**" и "**Управляющее устройство**".

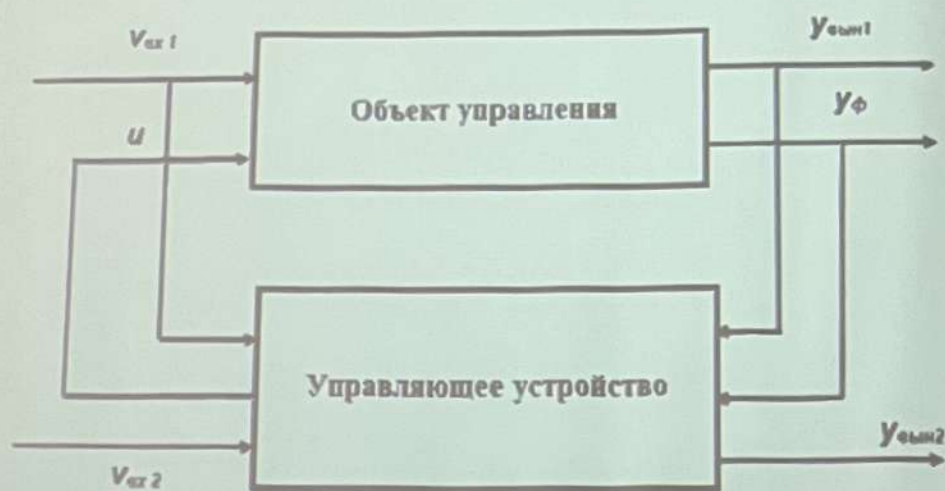


Рис. 1. Обозначения: $V_{вх1}$ и $V_{вх2}$ - возмущающие воздействия окружающей среды; $U_{вын1}$ и $U_{вын2}$ - нецелевые (вынужденные) выходные воздействия на среду; U_{ϕ} - целевое (функциональное) воздействие на среду (в соответствии с целью управления); u - команда управления объектом.

Объект управления служит для реализации целевого (функционального) воздействия системы Y_Φ на окружающую среду в соответствии с целью управления, а управляющее устройство формирует команду управления объектом управления и, т.е. реализует информационное функциональное воздействие на объект управления.

При функционировании системы в обе ее подсистемы (объект управления и управляющее устройство) могут поступать входные возмущающие воздействия $V_{вх1}$ и $V_{вх2}$ окружающей среды.

Обе подсистемы также могут создавать нецелевые (вынужденные) выходные воздействия на окружающую среду $Y_{вын1}$ и $Y_{вын2}$, а окружающая среда, в свою очередь, - мешать работе этих подсистем.

Структура управляющего устройства.

В общем случае процесс реализации управляющим устройством его функций в составе искусственной системы может быть разбит на четыре этапа (рис. 2):

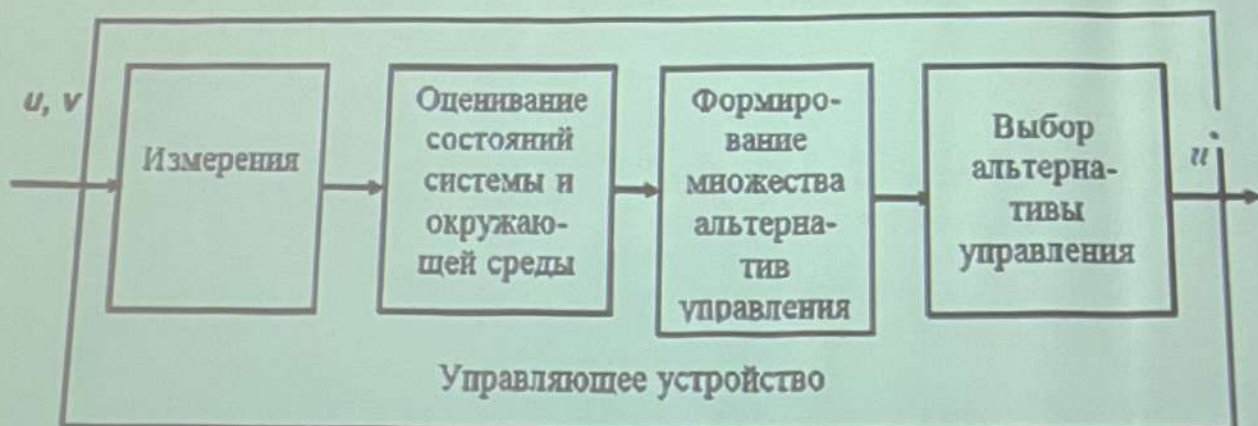


Рис. 2. Состав управляющего устройства искусственной системы

Применительно к движущимся объектам, если задача **наблюдения** состояния объекта решается непосредственно на самом объекте, то такую задачу называют задачей **навигации**.

Если же **задача наблюдения** объекта решается «извне»), то такую задачу называют задачей **слежения** (сопровождения) или задачей **мониторинга**.

В общем случае **измерения** проводятся для последующего решения следующих трех типовых задач:

- 1) **оценивание** текущего состояния объекта;
- 2) **идентификация** параметров объекта наблюдения;
- 3) **обнаружение** объекта и/или **распознавание** (классификация) его класса (типа).

Формулировка показателей эффективности

Показатель характеризует **качественно**

(«выполняет - не выполняет»)

или **количественно** («больше - лучше , меньше – хуже»)

степень достижения цели системы.

Число рассматриваемых показателей, их физический смысл и способ расчета определяет

разработчик системы.

Различают: функциональные (целевые), технологические, эксплуатационные, затратные, экологические, живучести и другие показатели, характеризующие в разных аспектах процесс функционирования СТС в окружающей среде при реализации ее цели

В дальнейшем показатели эффективности будем обозначать как w_k , $k = \overline{1, K}$, где K — число рассматриваемых показателей. В совокупности эти показатели образуют *векторный* показатель $W = |w_k|_K$.

Разработка математической модели системы

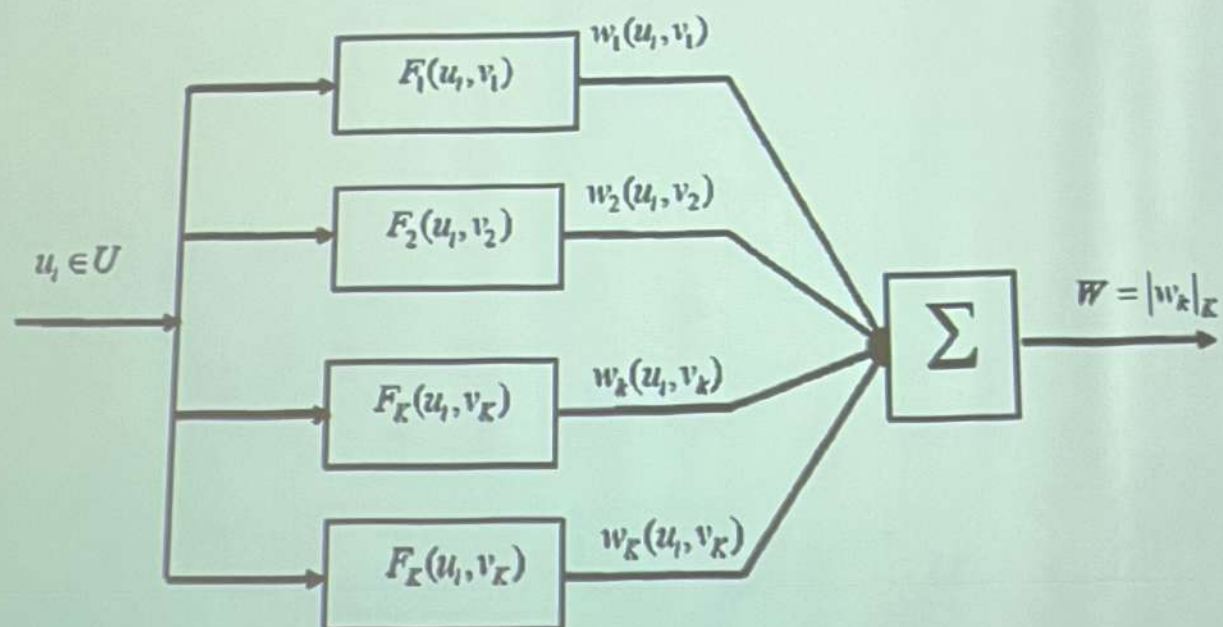


Рис. 3. Схема решения задачи анализа системы при **векторном** показателе ее эффективности

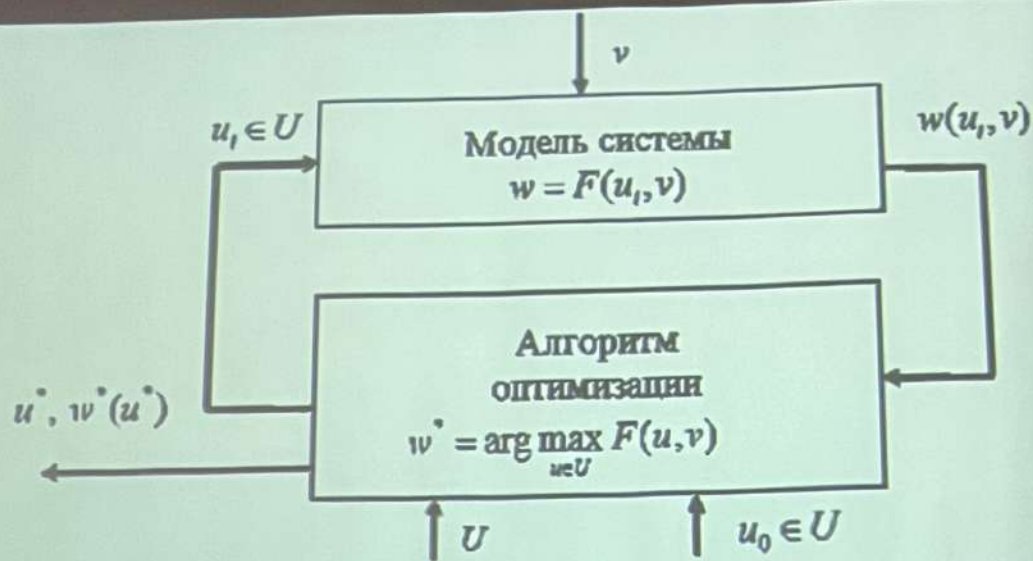


Рис. 4. Схема решения задачи синтеза системы при скалярном критерии ее эффективности

Процесс решения задачи оптимизации скалярного критерия с помощью **рекуррентного** алгоритма иллюстрирует структурная схема, показанная на рис. 4. На этом рис. u_0 - начальное приближение, которое должно быть задано при запуске алгоритма, u^* и $w^*(u^*)$ - результаты решения задачи оптимизации.

Постановка (формализация) задачи оптимизации

Математическая модель задачи может иметь следующий вид.

Необходимо найти :

$$\max E = \max f(\bar{x}, \bar{y})$$

при

$$g_i(\bar{x}, \bar{y}) \leq b_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad \text{ограничение общего вида}$$

где

$E = f(\bar{x}, \bar{y})$ – целевая функция (показатель качества или эффективность системы);

\bar{x} – вектор управляемых переменных;

\bar{y} – вектор неуправляемых переменных;

g_i – функция потребления i -го ресурса

b_i – величина i -го ресурса

Определение метода решения задачи синтеза

Для нахождения оптимального решения x_{opt} в зависимости от структуры целевой функции и ограничений применяют следующие методы теории оптимальных решений:

- **Линейное программирование**, если f и g – линейные функции.
- **Нелинейное программирование**, если f и g – нелинейные функции (общего вида).
- **Динамическое программирование**, если f имеет специфическую структуру, т.е. является аддитивной или мультипликативной функцией от переменных x и y , например,
$$f(x, y) = \sum_{i=1}^n f_i(x_i, y_i).$$
- **Геометрическое программирование**, если целевая функция

$$f(\bar{x}) = \sum_i c_i x_1^{\alpha_i} \dots x_m^{\alpha_m}, \text{ а } g_i(\bar{x}) \leq 1.$$

- **Стохастическое программирование**, когда \bar{y} – случайная величина, а вместо функции $f(\bar{x}, \bar{y})$ рассматривается ее математическое ожидание $E_y[f(\bar{x}, \bar{y})]$.
- **Дискретное программирование**, если на \bar{x} и \bar{y} наложено требование дискретности (например, целочисленности).
- **Эвристическое программирование** применяют при решении тех задач, в которых точный оптимум найти алгоритмическим путем невозможно из-за огромного количества вариантов.

Степень сложности и размеры СТС

Оптимальное решение u^* , найденное в результате решения задачи оптимизации, может оказаться «плохим» **неудовлетворительным** из-за нескольких причин :

- ✓ информация о состояниях окружающей среды и/или объекта, получаемая на этапе наблюдения помощью средств наблюдения, оказалась неполной или неточной, так что решение u^* , найденное с использованием этой информации, не будет отражать фактическую ситуацию, в которой находятся окружающая среда и система;
- ✓ множество альтернатив U оказалось неэффективным, т.е. разработчик системы, будучи недостаточно квалифицированным, предложил «плохое» множество вариантов, из которых был выбран наилучший вариант u^* , все же оказавшийся неприемлемым;

- ✓ календарное время, необходимое для поиска оптимальной альтернативы из множества U , оказалось **недостаточным**, так как это множество оказалось слишком велико.

В результате возникли две возможные ситуации:

- ✓ пришлось остановиться на некотором **не лучшем варианте**, так как допустимое время поиска наилучшего варианта оказалось исчерпанным;
- ✓ или найденное оптимальное решение **перестало быть актуальным**.

Сложные или большие системы

- Системы с плохим, неэффективным управлением на этапах проектирования и/или управления их функционированием называют **сложными** или **большими** системами.
- Более конкретно, **сложными** называют те системы, для эффективного управления которыми у разработчика или управленца системы не хватает информации об окружающей среде и о состоянии самой системы, в результате чего он принимает **неэффективные решения**.
- **Большими** называют системы, информация о состоянии которых, а также об окружающей среде точна, но не хватает времени на обработку и использование этой информации для нахождения **оптимальной альтернативы** в реальном времени.

- Другими словами, конкретная система сложна не сама по себе, а для кого-то или чего-то (разработчика, оператора, управляющего устройством).
- Простота или сложность системы во многих случаях оказываются не столько свойством самой системы, сколько характеристикой специалистов, которые проектируют систему или управляют ею. Задача, простая для одного, может оказаться сложной для другого.
- Существуют системы, которые являются сложными или большими для всех. Прежде всего, к таким системам следует отнести естественные системы (живые и неживые), законы функционирования которых еще не открыты современной наукой.

- Среди искусственных систем к категории сложных относят такие системы, которые функционируют при действии факторов неконтролируемой природы (например, управление государством, экономикой, бизнесом, сельским хозяйством в зонах рискованного земледелия, боевыми действиями в вооруженных конфликтах и др.)

- Обратная декомпозиции процедура называется агрегированием.
- **Агрегирование** – это процедура, при которой группа подсистем, входящих в состав СТС, заменяется новым компонентом таким образом, что отношение, связывающее вводимый компонент с другими компонентами СТС и внешней средой, совпадает с внешними отношениями агрегируемой группы.
- Рассмотрим основные принципы построения СТС.

- Принцип взаимозависимости системы и внешней среды: система формирует и проявляет свои свойства в процессе взаимодействия с окружающей средой.
- Принцип множественности описания каждой системы, т.е. при исследовании СТС, в силу ее сложности, требуется построение различных моделей для нее, каждая из которых описывает лишь определенный аспект СТС.
- **Системный анализ** предполагает изучение СТС с различных аспектов, основными из которых являются:
 - 1) системно-компонентный (из каких компонентов образована СТС);
 - 2) системно-структурный (организация внутренней структуры СТС и способ взаимодействия образующих ее подсистем и компонентов);

- 3) системно-функциональный (какие функции выполняет СТС и образующие ее подсистемы и компоненты);
- 4) системно-коммуникационный (взаимосвязь данной СТС с внешней средой);
- 5) системно-временной (определяет жизненный цикл СТС);
- 6) системно-интегративный (определяет механизмы и факторы сохранения и развития СТС);
- 7) системно-исторический (включает обстоятельства возникновения СТС, исторические этапы ее развития и перспективы).

- **Методы системного анализа включают:**

- разработку общей концептуальной схемы решения поставленной проблемы и основных ее этапов;
- способы формирования целей и задач СТС;
- назначение и согласование критериев (показателей эффективности СТС);
- декомпозицию СТС и операций ее разработки;
- применение методической основы формирования альтернатив и общую методологию подготовки обоснованных решений.