

5 КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ СИСТЕМ

Кибернетический подход к описанию систем состоит в том, что всякое целенаправленное поведение рассматривается как управление. Теория управления в широком смысле - это обобщение приемов, методов и технологий, накопленных разными науками об управлении искусственными объектами и живыми организмами [1-3].

Под *управлением* будем понимать процесс организации такого целенаправленного воздействия на некоторую часть внешней среды, называемую объектом управления, в результате которого удовлетворяются потребности субъекта, взаимодействующего с этим объектом.

В ходе анализа процесса управления изначально соответственно выделяют тройку - **внешняя среда, объект и субъект**, внутри которой разыгрывается процесс управления (рис. 5.1).

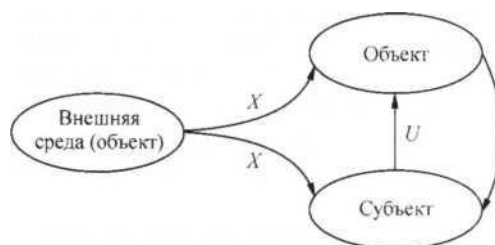


Рисунок 5.1-Общая схема процесса управления

В данном случае субъект ощущает воздействие среды X и объекта Y . Если состояние среды X он изменить не может, то состоянием объекта Y он может управлять с помощью специально организованного воздействия U . Такое воздействие и называется управлением.

Состояние объекта Y влияет на состояние потребностей субъекта $A = (\alpha_1, \dots, \alpha_k)^T$, где α_i - состояние i -й потребности, которое выражается неотрицательным числом и характеризует насыщенность, актуальность потребности.

Если состояние объекта Y удовлетворяет потребностям субъекта, взаимодействующего с этим объектом, то никакого управления не требуется. В противном случае необходимо организовать такое воздействие U на объект, чтобы перевести его в новое состояние, удовлетворяющее субъекта. Эту ситуацию будем обозначать, вводя оператор, описывающий поведение объекта, как

$$Y = F(X, U).$$

Итак, свое поведение субъект (осознанно или не осознанно) осуществляет таким образом, чтобы минимизировать насыщенность своих потребностей в условиях действующих ограничений

$$\alpha_i(X, Y, U) \xrightarrow{q(U) \in Q} \min, \quad i = \overline{1, k}, \quad (5.1)$$

где Q - ресурсы субъекта; $q(U)$ - затраты на удовлетворение потребностей. Зависимость $A = A(X, Y, U)$ выражает пока неизвестную, но существующую связь имеющихся потребностей с состоянием среды X , объекта Y и поведением субъекта U . Пусть U^* - решение задачи (1.5), т. е. оптимальное поведение субъекта, которое минимизирует его потребности A . Способ решения задачи (5.1), позволяющий определить U^* , называется алгоритмом управления $U^* = \varphi(A_t, X)$, где φ - алгоритм, позволяющий синтезировать управление по состоянию среды X и текущих потребностей A_t . Потребности субъекта изменяются во времени не только под влиянием среды или объекта, но и самостоятельно, отражая жизнедеятельность субъекта, что мы отмечаем индексом t .

Алгоритм управления φ , которым располагает субъект, определяет эффективность его функционирования в данной среде. Зачастую алгоритм управления имеет рекуррентный характер, отражаемый соотношением $U_{t+1} = \varphi(U_t, A_t, X)$, что позволяет на каждом шаге улучшать управление, например, в смысле уменьшения потребностей $A_{t+1}(X, Y, U_{t+1}) < A_t(X, Y, U_t)$.

Процесс управления как организация целенаправленного воздействия на объект может реализовываться как на интуитивном, так и на осознанном уровне. Первый - используют животные, второй - человек. Удобно считать, хотя это и не всегда соответствует действительности [4], что субъект по поводу состояния объекта формулирует свою цель Z^* , реализация которой приводит (как он считает) к удовлетворению потребностей. Цель является, по сути, формализованным отображением потребностей в форме некоторых требований к состоянию объекта, что можно условно обозначить как $Y \in Z^*$ или $Y \notin Z^*$.

Формулируя цель, субъект как бы переводит свои потребности на язык состояния объекта, что, в частности, позволяет передать ему процедуру управления другому лицу или автомату. Таким образом, осознанное удовлетворение потребностей заставляет декомпозировать алгоритм управления и вводить промежуточный этап - формулировку цели управления

$$\underbrace{A_t \rightarrow Z^*}_1 \rightarrow \underbrace{U^*}_2.$$

Здесь на первом этапе определяется цель управления Z^* , обычно в виде совокупности требований, которым должны удовлетворять состояния объекта или заданные функционалы от этих состояний. Эта задача решается на интуитивном, не формализуемом уровне, и определяет связь цели, состояния среды и текущих потребностей:

$$Z^* = \varphi_1(X, A_t),$$

где φ_1 - алгоритм определения цели Z^* в зависимости от текущих потребностей A_t и состояния внешней среды X . На втором этапе определяется собственно управление U^* , реализация которого обеспечивает достижение цели Z^* , сформированной на первом этапе. Именно на этой стадии может быть реализована вся мощь формального аппарата, с помощью которого, имея цель управления Z^* , синтезируется алгоритм управления

$$U^* = \varphi_2(Z^*, X),$$

где φ_2 - алгоритм управления.

Отметим, что влияние состояния объекта на предпринимаемое управление в приведенных соотношениях пока учитывается неявно, через возникающие потребности и соответствующие им цели управления.

Такое разделение процесса управления на два этапа отражает известные подходы научного познания мира - неформальный, интуитивный, экспертный (эвристический) и формальный, алгоритмизированный. Естественно, что эти различные этапы выполняются различными структурными элементами в схеме процесса управления.

Первую функцию φ_1 выполняет субъект, а вторую φ_2 - **синтезированное управляющее устройство (УУ) или орган управления (ОУ)**. В соответствии с этим штриховой линией на рис. 5.2 выделена система управления, выполняющая функции реализации целей управления Z^* , формируемых субъектом. Это позволяет ввести понятие **системы управления (СУ)** как совокупности взаимодействующих между собой объекта управления и органа управления, деятельность которых направлена на достижение цели.

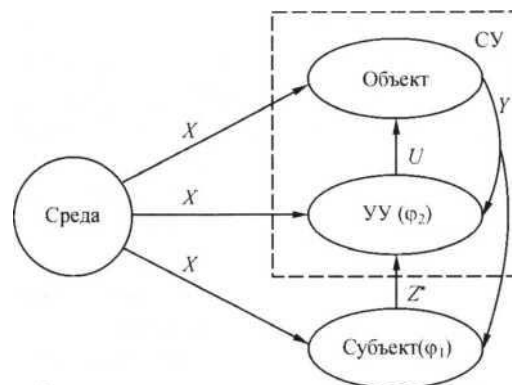


Рисунок 5.2- Определение системы управления

Дальнейшая детализация рассматриваемого процесса приводит к определению следующей структурной схемы СУ (рис. 5. 3), которая в том числе в явном виде отображает значение влияния состояния Y субъекта на процесс управления. Здесь D_X и D_Y - датчики, оценивающие состояние среды и объекта. Результаты измерений $X' = D_X(X)$, $Y' = D_Y(Y)$ образуют исходную информацию $J = \{X', Y'\}$ для УУ, которое на этой основе вырабатывает

команду управления U , являющуюся лишь информацией о том, в какое положение должны быть приведены управляемые входы объекта.

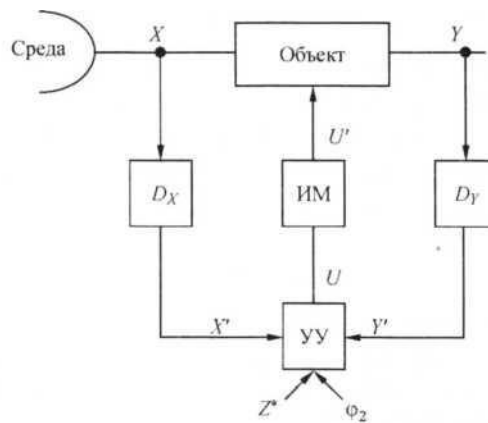


Рисунок 5.3- Структурная схема системы управления

Вопросы для самоконтроля:

1. Опишите общую схему процесса управления.
2. Дайте определение процесса управления.
3. Опишите структурную схему системы управления.

Используемая литература:

1. Острейковский В. А. Теория систем. М.: Высшая школа, 1997. 240 с.
2. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. М.: Высш. шк., 2004. 616 с.
3. Растрингин Л. А. Адаптация сложных систем. Рига: Зинатне, 1981. 375 с.
4. Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели. М.: Радио и связь, 1982. 152 с.