

какие-нибудь оценки близости результата к цели.

4.3. Синтетический подход к управлению: семь типов управления

После подачи на управляемый вход системы найденного воздействия $U_m^*(t)$ система выдаст некоторый выходной процесс $Y(t)$:

$$Y(t) = S[V(t), U_m^*(t)],$$

являющийся преобразованием входов оператором системы S . При этом возможны различные исходы, требующие различных действий по управлению системой. Это и порождает различные типы управления.

Первый тип управления — *управление простой системой, или программное управление*. Начнем с самого желательного случая — когда подача на вход системы S воздействия $U_m^*(t)$, обеспечивающего цель $Y^*(t)$ на выходе модели S_m , приводит к такому же результату и на выходе управляемой системы S . Это означает, что наша модель S_m оказалась *адекватной*, так как система S послушно отработала заданную цель. В этом случае систему S будем называть *простой*. Простота системы есть следствие адекватности модели. Управляющее воздействие $U_m^*(t)$ в этом случае называется *программой*, а данный тип управления — *программным управлением*.

Такой наиболее благоприятный случай иногда удается реализовать в практике. Примерами могут служить исправные бытовые при-

боры, различные автоматы, компьютеры, стрелковое оружие, исполнительный работник, идеальный солдат и т.д.

Второй тип управления — *управление сложной системой*. Рассмотрим другой крайний случай — когда на найденное на модели управляющее воздействие $U_m^*(t)$ система откликается вовсе не так, как модель, $Y(t)$ не совпадает с $Y^*(t)$. Обозначим эту ситуацию соответствующей терминологией.

Начнем с констатации факта, что имеющаяся у нас модель не позволила достичь цели; наша модель S_m *неадекватна*. Система S ведет себя неожиданным для нас образом, не подчиняется нашему управлению («эта чертова штука ведет себя не так, как ей положено!»). Будем называть такую систему *сложной*. Причиной сложности системы при таком подходе оказывается неадекватность ее модели S_m .

Подчеркнем, что мы ввели специальное определение сложности. Есть много других определений; некоторые из них связывают понятие сложности с многокомпонентностью, разнокачественностью компонентов, многомерностью компонентов управления и т.д. Мы будем употреблять термин «сложный» только в смысле недостаточности информации об управляемом объекте. С этой точки зрения сложность — это не свойство системы, а свойство тех, кто смотрит на систему.

Очевидно, что управление сложной системой сводится к добытию недостающей информации о системе и последующему использованию этой информации для очередного акта управления. Это означает, что мы должны совершенствовать модель системы, повышать ее адекватность.

Будем исходить из предположения, что при построении модели S_m мы использовали всю доступную информацию о системе — из учебников, монографий, справочников, Интернета, от экспертов. Тогда единственным источником информации остается только сама система и единственным способом извлечения этой информации является эксперимент с системой.

Эксперимент — это вопрос к системе, на который она дает честный ответ. Один вопрос мы уже задали. Подавая на управляемый вход воздействие $U_m^*(t)$, мы как бы спросили систему: «Дорогая, на это воздействие ты выдашь на выходе $Y^*(t)$?» А она ответила: «Нет, я не так!» Я откликаюсь функцией $Y(t)$. Эту полученную информацию надо включить в модель путем передачи информации по цепи обратной связи, и изменения, коррекции модели так, чтобы она на $U_m^*(t)$ откликалась той же функцией $Y(t)$, что и система (рис. 4.4). Теперь модель S_m стала более похожей на систему S , по крайней мере на данном примере.

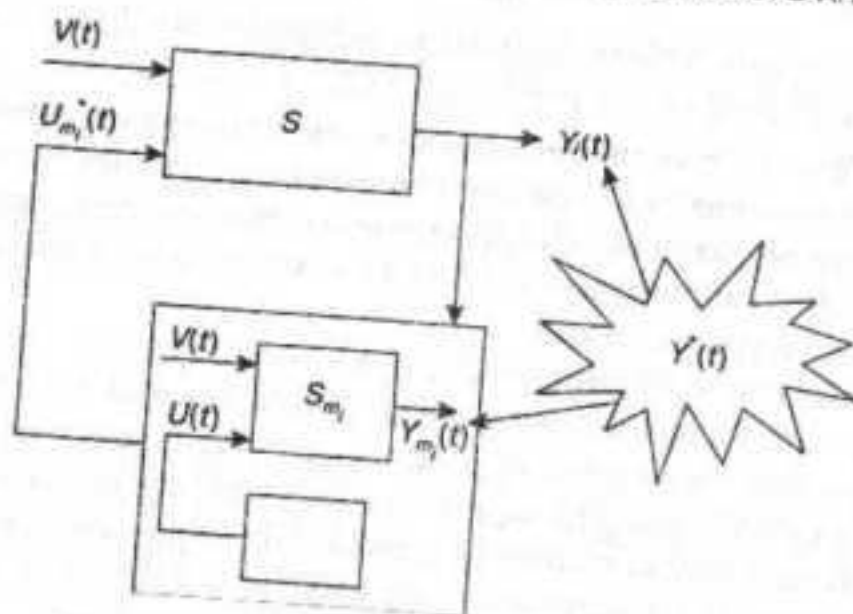


Рис. 4.4

Новую, исправленную и дополненную модель $S_{m,i}$ мы используем для поиска на ней следующего управляющего воздействия (поэтому на схеме введена индексация « i » очередного шага $i = 1, 2, \dots$), $U_{m,i}^*(t)$. И такие шаги повторяются, постепенно улучшая модель, повышая ее адекватность.

Итак, алгоритм управления сложной системой таков.

1. На текущей, имеющейся на данный i -й момент времени, модели $S_{m,i}$ системы S отыскивается некоторым методом (а методы могут быть разными: случайный поиск, градиентный спуск, перебор и др.) управляющее воздействие $U_{m,i}^*(t)$, которое обеспечивает получение целевой функции $Y^*(t)$ на выходе этой модели.
 2. Найденное воздействие $U_{m,i}^*(t)$ подается на управляемый вход системы S .
 3. Наблюдается и фиксируется выход системы $Y_i(t)$.
 4. При расхождении $Y_i(t)$ и $Y^*(t)$ производится коррекция модели (за счет ее варьируемых параметров) так, чтобы исправленная модель $S_{m,i+1}$ как можно точнее повторяла на своем выходе $Y_{m,i+1}(t)$ отклик системы $Y_i(t)$.
 5. Возврат к пункту 1 ($i \rightarrow i + 1$).
- Еще раз обсудим особенности алгоритма управления сложной системой.

Во-первых, алгоритм имеет циклический, повторяющийся характер. С каждым циклом $S_{m,i}$ улучшается, становится более адек-

которой, что повышает эффективность управления, уменьшает сложность системы. В некоторых случаях удается сложную систему преобразовать в простую за конечное число шагов. Примером является случай, когда вы забыли шифр, набранный вами у автоматической системы хранения. Улучшение модели состоит в замене ее строки «на X невозможно откроется» после неудачной пробы № X на строку «на X не откроется» и в соответствующем сокращении числа оставшихся вариантов.

В других случаях коррекция модели производится изменением параметров. Например, если модель — уравнение, меняются коэффициенты, показатели, добавляются или удаляются члены уравнения и т.д. Если модель — физическое устройство, изменяются его уставки, регулировки, переключения и т.д. Иногда эти действия приводят к достаточной адекватности модели, т.е. к управлению системой.

Но есть системы, сложность которых человечеству не удается преодолеть, несмотря на все старания (природа, общество, экономика, мышление и т.д.). Это не значит, что их изучение напрасно, оно продолжается бесконечно. Их иногда называют *очень сложными* системами.

Во-вторых, поскольку на каждом шаге будет получаться «не совсем $Y^*(t)$ », мы при этом понесем потери. Такова цена незнания. Нам остается только минимизировать неизбежные потери при взаимодействии сложной системой. Сделать это можно, лишь полностью, как и прежде, используя полученную в очередном эксперименте (шаге управления) информацию, т.е. сделать так, чтобы скорректированная модель как можно точнее имитировала поведение системы на шагах из предыдущих шагов.

Теперь пора привести широко употребляемое название этого метода, хотя и с некоторой неохотой из-за его лингвистических особенностей. В ходе формирования профессиональной терминологии между теорией и практикой управления каждое очередное управленческое воздействие стали именовать *пробным воздействием* или просто *пробой*, а расхождение между $Y_i(t)$ и $Y^*(t)$ — *ошибкой*. Сам процесс управления сложной системой получил название *метода проб и ошибок*. Из-за этого названия некоторые путают его с «методом тыка». Кардинальное различие между ними заключается в том, что пробное воздействие ищется не на самой системе (это и есть «метод тыка»), а на модели системы, корректируемой по ходу управления. Можно сказать, что «метод тыка» — самый плохой метод управления сложной системой, а «метод проб и ошибок» — самый

88 ЧАСТЬ I. МЕТОДОЛОГИЯ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА
лучший. Хотя и при нем потери неизбежны — за невежество придется расплачиваться.

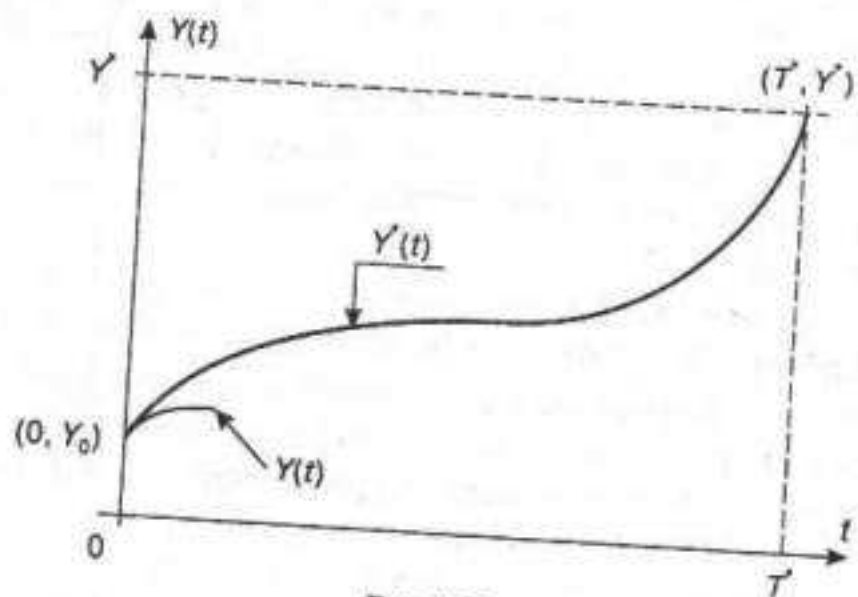


Рис. 4.5

Важно подчеркнуть, что даже при очевидной бесконечности знания очень сложных систем прогресс все же возможен, и имеет место метод проб и ошибок; хотя от точного задания конечной цели придется отказаться, но в ее сторону можно идти, преодолевая конкретные «сегодняшние» препятствия, определяя конкретные ограничения, в рамках которых остается свобода для проб и ошибок.

Третий тип управления