

6. Замкнутые системы

В подавляющем большинстве случаев объекты (процессы), с которыми мы имеем дело в жизни, не обладают свойством самоуправления в желательном для нас режиме. Соответственно этому обстоятельству мы и оказываемся перед необходимостью решать те или иные задачи управления. Решение их состоит в том, чтобы:

- либо выявить в объекте (процессе) некую систему управления и настроить её на управление объектом (процессом) в желательном для нас режиме;
- либо построить систему управления и связать её с объектом (процессом), управлять которым мы намереваемся.

И то, и другое приводит к понятию «замкнутая система»:

«Замкнутая система» это — объект управления (процесс), находящийся во взаимодействии со средой, и система управления им, связанные друг с другом цепями прямых и обратных связей.

Назначение системы управления (как компоненты замкнутой системы) — вырабатывать управляющий сигнал и направлять его в объект и среду по прямым связям. Понятно, что система управления должна соответствовать как вектору целей управления, так и объекту управления и воздействию среды на него.

В самом общем смысле управление и отображение — **всегда** взаимная вложенность понятий, выражающих эти процессы, и самих объективных процессов, протекающих в Объективной реальности. Управление — информационно-алгоритмический процесс — является отображением: из объекта и среды, окружающей объект управления, в систему управления объектом — обратные связи; и из системы управления объектом в объект и среду — прямые связи. Прямые связи подразделяются на внутренние и внешние: локализованные в пределах объекта и системы управления им — внутренние прямые связи; уходящие из системы управления и объекта во внешнюю среду — внешние прямые связи.

Аналогичным образом на внешние и внутренние подразделяются и обратные связи: те, по которым поступает информация о состоянии среды, положении объекта в ней, — внешние обратные связи; а те, по которым поступает информация о состоянии элементов объекта и системы управления им, — внутренние обратные связи.

* * *

Эти определения терминов «прямые» и «обратные связи», «замкнутая система» содержат в себе некоторые умолчания, значимые в контексте ДОТУ. Вследствие наличия этих умолчаний в контексте ДОТУ эти определения являются более общими, включающими в себя тот смысл, который не свойственен этим терминам в исторически сложившихся технических версиях теории управления.

«Замкнутая система управления, система управления, в которой управляющее воздействие формируется в функции отклонения значения управляемой величины от требуемого закона её изменения» (Большая советская энциклопедия, изд. 3, т. 9, стр. 325).

Соответственно определениям такого рода, когда говорят о прямых и обратных связях в замкнутой системе, то имеют ввиду только связи с объектом управления, но не со средой. При этом под прямой связью понимают управляющее воздействие, а под обратной — введение в систему управления информации о реакции объекта управления на управляющее воздействие. По существу в определениях термина «замкнутая система» такого рода речь идёт о том, что в замкнутых системах информация, на основе которой во всякий момент времени вырабатывается управляющее воздействие, включает в себя и информацию об управляющем воздействии, выработанном некогда в прошлом. Иными словами, некоторые информационные потоки, проходящие через систему управления, замкнуты в кольцевом контуре их обращения, отсюда и проистекает название термина «замкнутая система».

Однако есть связки «объект + система управления», в которых обратных связей в смысле обусловленности текущего управления управлением, выработанным в прошлом, нет. Такова

программная схема управления (о ней речь пойдёт далее). А в схеме управления «предиктор-корректор» (о ней тоже речь пойдёт далее) некоторые из связей, если их относить к категории «обратных» в традиционном понимании этого термина, замыкаются не через прошлое, а через прогнозируемое будущее в том смысле, что текущее управление включает в себя прогноз поведения управляемого объекта, в который входит и информация о вариантах текущего управления.

При этом в исторически сложившихся технических версиях теории управления нет термина для обозначения связки «объект + система управления» в общем случае рассмотрения. Поэтому, излагая ДОТУ, мы оказываемся перед выбором:

- либо как-то называть эту связку (при этом само слово «связка» явно не подходит вследствие его употребительности в самых разных контекстах);
- либо придать в контексте ДОТУ расширительное толкование терминам «прямые» и «обратные связи», «замкнутая система».

В прошлых редакциях ДОТУ нашёл выражение расширительный подход, однако он не был пояснён, что у некоторой части читателей (особенно знакомых с какими-то техническими версиями теорий управления) вызывало вопросы.

В настоящей редакции мы сохраняем расширительный подход к толкованию упомянутых терминов, и потому в контексте ДОТУ следует принять определения прямых и обратных связей с подразделением их на внешние (уходящие в среду) и внутренние (локализованные в пределах объекта управления и системы управления) так, как они даны ранее.

Также полезно ввести понятие «мощность связи». В каждом конкретном случае оно может быть построено (определено по смыслу):

- для прямых связей — на основе соотнесения мощности управляющего воздействия на объект или среду, порождаемого системой управления, с собственными характеристиками объекта управления (смотря по обстоятельствам, так в случае управления движением в смысле теоретической механики это может быть соотнесение сил управляющего воздействия с массой, с моментами инерции, с характеристиками сил и моментов сопротивления движению);
- для обратных связей — на основе соотнесения мощности управляющего воздействия, порождаемого системой управления, с параметрами, характеризующими отклонение объекта от заданного режима и параметрами, характеризующими воздействие среды на объект, реакцией на которые является вырабатываемое системой управление.

Поэтому, чтобы не плодить лишних терминов и не делать специальных оговорок в отношении таких частных случаев управления, как программное управление (без обратных связей) и управление по схеме «предиктор-корректор» (в которой часть связей, которые в традиционном подходе можно назвать как бы обратными, поскольку они замыкаются через прогнозируемое будущее), то и в случае, если между объектом и системой управления есть хотя бы одна связь не нулевой «мощности» — прямая или обратная, — такую связку мы тоже будем называть «замкнутой системой».

И кроме того, при соотнесении процесса проектирования и создания связки «объект управления + система управления» с полной функцией управления все такого рода связки являются замкнутыми системами, поскольку без решения задачи о предсказуемости поведения они неосуществимы или неработоспособны.

* *

*

Примером замкнутой системы является — автомобиль с водителем. Автомобиль — объект управления. Водитель, ещё более точно, — его алгоритмика психики, — система управления. Обратные связи замкнуты через зрение, слух, осязание и вестибулярный аппарат водителя, а прямые — через его руки и ноги, воздействующие на исполнительные органы: руль, педали, рукоятку переключения передач, тумблеры и кнопки. Кроме того, иерархии замкнутых контуров прямых и обратных связей имеются в системах и устройствах автомобиля и в самом человеке.

Самоуправляющийся объект, в котором не удаётся выделить систему управления им, также представляет собой замкнутую систему, поскольку в нём самом имеет место кольцевая замкнутость прямого и обратного отображений в некоторой иерархии контуров циркуляции информации. Примером такого рода самоуправляющихся объектов с нелокализуемой системой управления является сливной бачок унитаза с поплавковым регулятором уровня воды. Система управления не локализована в том смысле, что её невозможно отличить от самого объекта, как возможно отличить водителя от автомобиля или блок автопилота от самолёта в целом. Кроме того, и методом изъятия узлов в замкнутой системе с нелокализованной системой управления невозможно достичь ничего, кроме как привести её в аварийное или в принципе неработоспособное состояние; в замкнутых системах с локализованной системой управления изъятие системы управления не нарушает в принципе работоспособности объекта управления.

Система управления объектом (локализованная или нет — всё равно) в соответствии с вектором целей управления на основе информации о состоянии замкнутой системы и окружающей среды (т.е. на основе вектора состояния), согласно интерпретации в системе управления причинно-следственных обусловленностей, иными словами, «объективных законов» существования замкнутой системы в среде, формирует управляющий сигнал, т.е. закодированную информацию о том, каким должно быть управляющее воздействие, чтобы поведение объекта отвечало вектору целей, а вектор ошибки не выходил за допустимые пределы. Управляющий сигнал через прямые связи подаётся на исполнительные органы (и в окружающую среду при необходимости), что и обеспечивает управляющее воздействие на объект. По цепям обратных связей в систему управления в процессе управления подаётся информация о состоянии окружающей среды, объекта, исполнительных органов, самой системы управления.

То есть управление — это единая упорядоченная совокупность разнокачественных действий, осуществляемых элементами, образующими **замкнутую систему**, представляющую собой иерархию контуров циркуляции и преобразований информации в процессе осуществления концепции управления, образованную частными концепциями управления (целевыми функциями) в их совокупности. Управление — целостная функция: целостная в том смысле, что изъятие из неё тех или иных этапов делает данное управление невозможным, т.е. концепцию неосуществимой, а цели недостижимыми.