

## О НЕКОТОРЫХ ПРИНЦИПАХ ПОСТРОЕНИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ МАШИН

Крупенин В.Л.

*Институт машиноведения РАН  
Москва, Россия*

подавляющее большинство современных машин - управляемые. Неуправляемые машины могут выполнять в основном лишь достаточно примитивные операции; их становится все меньше, и в будущем они, видимо, исчезнут.

1. На практике наиболее часто реализуется принцип программного управления. В соответствии с ним необходимо каким-либо «нужным» способом сформировать закон изменения определяющего параметра входного воздействия двигателя (напряжение электрического тока, количество горючего и т. д.), обеспечивающего выполнение программных движений рабочих органов. Так, если состояние машины описывается набором параметров  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_N, \dots\}$ , где  $u_k$  - выбранный  $k$ -й контролируемый параметр движения (индекс  $k$  изменяется на некотором, вообще говоря, конечном множестве), то задача управления машиной в общем виде ставится вполне стандартно. Необходимо сформировать множество управляющих воздействий (дискретных, непрерывных или кусочно-непрерывных)  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_Q, \dots\}$ , таких что если задан эталонный набор параметров движения машины, то для некоторой фиксированной метрики  $d$ :

$$d[U(V), U^0] \leq d,$$

причем предполагается, что  $d$  - суть малое число.

2. В современных машинах весьма распространен ещё один важнейший принцип, — принцип обратной связи. Он заключается в том, что система управления получает информацию о законах изменения параметров движения рабочего органа машины или каких-то других важных характеристик и распоряжается этой информацией для проведения необходимой корректировки входного воздействия. Использование обратных связей необходимо: в любой сложной динамической системе всегда найдутся возмущения, которые своим влиянием вызывают отклонения истинных законов движения от программных. Обратные связи призваны свести на нет вредные влияния возмущающих факторов; при их посредстве организуются замкнутые системы управления.

Система обратной связи включает в себя, кроме датчиков, обязательный элемент сравнения. На его входы вводятся сигналы, несущие информацию как об измеренных контролируемых параметрах, так и об их программных зна-

чениях. На выходе элемента сравнения формируется сигнал ошибок. Он поступает в вычислительное устройство и преобразуется в закон управления, подающийся на исполнительный орган. В некоторых случаях вычислительные устройства как таковые, отсутствуют, законы управления могут формироваться уже на выходах элементов сравнения или получаться после преобразования в простейших электрических цепочках. В наиболее современных системах управления, однако, без настоящих вычислительных устройств — микропроцессоров или компьютеров — уже не обойтись.

Рассмотрим автомобиль. Здесь программное движение задается определенным перемещением педали газа. Регулированию подлежит угловая скорость коленчатого вала двигателя. При ее отклонении от номинальной величины, которое может появиться, скажем, из-за изменения нагрузки, обязательный здесь датчик скорости вырабатывает сигнал, в результате чего формируется управляющее воздействие и происходит перемещение золотника гидроусилителя. Затем смещается поршень гидроцилиндра, в движение приходит рейка топливного насоса и в конечном итоге мы получаем необходимую передозировку топлива. Описанная система работает так, что управляющее воздействие компенсирует возникшее изменение скорости (это имеют отрицательной обратной связью; при возникновении в динамических системах положительных обратных связей ошибки не компенсируются, а наоборот, накапливаются, так что системы могут «идти вразнос»).

Подобным же образом регулируют работу электрических машин, управляют металлорежущими станками, ядерными реакторами, промышленными роботами. При помощи сходных принципов организованы системы автопилотов самолетов и ориентации космических аппаратов. Огромное число управляемых технических средств функционирует, сообразуясь с этой довольно простой схемой. Выбор датчиков обратной связи обусловлен прежде всего спецификой объекта регулирования и, техническими возможностями.

Для многих машин с ДВС, паровыми или газовыми турбинами, где в качестве контролируемых величин выступают угловые скорости вращения валов, измерителями служат одни из старейших и надежнейших датчиков — хорошо известные из школьного курса физики центробежные регуляторы. Но в ряде случаев для успешной работы уже весьма трудно обойтись без датчиков, использующих современные результаты ядерной физики или нанотехнологии.