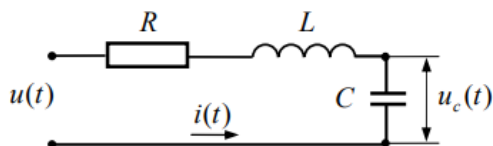


§5. Способы построения моделей

Во-первых, математические модели могут быть получены теоретически **из законов физики** (законы сохранения массы, энергии, импульса). Эти модели описывают внутренние связи в объекте и, как правило, наиболее точны.

Рассмотрим RLC -цепочку, то есть последовательное соединение резистора с сопротивлением R (в *омах*), катушки индуктивности с индуктивностью L и конденсатора с емкостью C . Она может быть описана с помощью двух уравнений:



$$u(t) = u_c(t) + L \frac{di(t)}{dt} + R \cdot i(t)$$

$$i(t) = C \frac{du_c(t)}{dt}$$

Первое уравнение означает, что разность потенциалов на концах RLC -цепочки равна сумме

разностей потенциалов на всех промежуточных участках. Разность потенциалов $R \cdot i(t)$ на резисторе вычисляется по закону Ома, а на катушке – по формуле, приведенной в предыдущем параграфе. Второе уравнение описывает связь между напряжением и током для конденсатора. Вход этого объекта – напряжение $u(t)$ на концах цепочки, а выход – разность потенциалов $u_c(t)$ на пластинах конденсатора.

Второй способ – построение модели в результате **наблюдения за объектом** при различных входных сигналах (этим занимается *теория идентификации*).

Объект рассматривается как «черный ящик», то есть, его внутреннее устройство неизвестно. Мы смотрим, как он реагирует на входные сигналы, и стараемся подстроить модель так, чтобы выходы модели и объекта совпадали как можно точнее при разнообразных входах.

На практике часто используется смешанный способ: структура модели (вид уравнения, связывающего вход и выход) определяется из теории, а коэффициенты находят опытным путем. Например, общий вид уравнений движения корабля хорошо известен, однако в этих уравнениях есть коэффициенты, которые зависят от многих факторов (формы корпуса, шероховатости поверхности и т.п.), так что их крайне сложно (или невозможно) найти теоретически. В этом случае для определения неизвестных коэффициентов строят масштабные модели и испытывают их в бассейнах по специальным методикам. В авиастроении для тех же целей используют аэродинамические трубы.

Для любого объекта управления можно построить множество различных моделей, которые будут учитывать (или не учитывать) те или иные факторы. Обычно на первом этапе стараются описать объект как можно более подробно, составить детальную модель. Однако при этом будет трудно теоретически рассчитать закон управления, который отвечает заданным требованиям к системе. Даже если мы сможем его рассчитать, он может оказаться слишком сложным для реализации или очень дорогим.

С другой стороны, можно упростить модель

объекта, отбросив некоторые «детали», которые кажутся разработчику маловажными. Для упрощенной модели закон управления также получается проще, и с его помощью часто можно добиться желаемого результата. Однако в этом случае нет гарантии, что он будет так же хорошо управлять полной моделью (и реальным объектом).

Обычно используется компромиссный вариант. Начинают с простых моделей, стараясь спроектировать регулятор так, чтобы он «подходил» и для сложной модели. Это свойство называют *робастностью* (*грубостью*) регулятора (или системы), оно означает нечувствительность к ошибкам моделирования. Затем проверяют работу построенного закона управления на полной модели или на реальном объекте. Если получен отрицательный результат (простой регулятор «не работает»), усложняют модель, вводя в нее дополнительные подробности. И все начинается сначала.