

САПР СУ РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРОВ

*Иванова Л.В., Иванов В.Н.,
Фадеев А.П., Смирнов Д.А.*

САПР системы управления предназначена для автоматизации проектирования систем автоматического управления и включает в себя техническое, математическое, лингвистическое и организационное обеспечение. САПР позволяет сократить сроки проектирования САУ.

Процесс проектирования САУ включает в себя следующие этапы:

1. Предварительное исследование объекта управления технологического процесса (ОУ), позволяющее предложить методы получения математической модели, установить режимы работы ОУ - статические или динамические. Это зависит от соотношения между длительностью T_n переходного процесса ОУ и средним интервалом времени T_v между двумя последующими возмущениями или управляющими воздействиями. При выполнении условия $T_v \gg T_n$ основным режимом работы ОУ является статический режим, который описывается, как правило, алгебраическими уравнениями, в этом случае можно ограничиться получением уравнения статики. Статический режим работы характерен для непрерывных технологических процессов, для которых скорость подачи сырья и скорость выхода готовой продукции относительно постоянны, как и основные технологические параметры процессов (температура, давление, концентрация и т.п.). Алгебраические уравнения статических режимов ОУ представляют модель стационарного процесса.

При соизмеримых T_n и T_v основным режимом работы ОУ является динамический, который описывается дифференциальными уравнениями. Динамический режим характерен для дискретных и непрерывно-дискретных технологических процессов. Непрерывно-дискретные технологические процессы в ряде случаев можно рассматривать как непрерывные с медленно изменяющимися параметрами.

После выяснения режимов работы ОУ, необходимо выбрать метод идентификации ОУ. Для ОУ, работающих в статическом режиме, предпочтительно получение модели на основе пассивного эксперимента, при наличии макетной установки можно, используя метод планирования эксперимента при минимальном объеме исследования, получить уравнение регрессии. Далее необходимо оценить адекватность модели реальному ОУ.

При необходимости получения динамической модели предпочтительнее провести экспериментальное исследование при регулярных воздействиях. Далее используя различные методы аппроксимации переходных кривых или частотных характеристик получить уравнение динамики и оценить адекватность модели.

2. Предпроектная научно-исследовательская работа.

Включает в себя исследование математической корректности задачи проектирования, определение принципа сложности, выбор алгоритмов реализации решения задачи на ЭВМ. Формулировку критериев управления и ограничений. Составление структурной схемы, математических моделей, анализ информационных потоков.

3. Математическое, алгоритмическое и программное обеспечение. Включает в себя разработку пакета прикладных алгоритмических модулей - математическое и алгоритмическое описание решения какой либо частной задачи.

4. Автоматизация проектирования (постановка задачи коррекции систем с выбранным исполнительными и регулирующими органами и преобразователями) т.е. определение оптимального алгоритма управления, и структура СУ.

Трудность проектных работ в значительной степени определяется сложностью математического аппарата, используемого для описания и анализа САУ. Современные САУ представляют собой сложные динамические системы, обеспечивающие высокую точность обработки сигналов управления в условиях действия возмущений и помех. Для получения надлежащих характеристик САУ проектировщикам приходится находить компромиссные решения, т.к. требования к точности и показателям качества переходного процесса взаимоисключающие.

При проектировании САУ можно использовать два пути, первый - выбор алгоритма (закона) управления для данного ОУ и оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов и второй - выбор оптимальной структуры системы управления. В первом случае решается задача параметрической оптимизации, во втором - структурно-параметрической оптимизации.

Анализ и синтез систем автоматического регулирования с типовым регулятором.

Выбор конкретного регулятора зависит не только от условий эксплуатации устройств автоматики, но и от требований к точности, времени регулирования, характеристикам ОУ. Требуемое качество регулирования в процессе эксплуатации САУ, кроме безусловного требования устойчивости, определяется следующими критериями; минимальное время регулирования, отсутствие перерегулирования, минимальная интегральная квадратичная ошибка и др..

Выбор критерия оптимальности определяется технологическими требованиями к системе регулирования и является одной из первых задач по выбору типового регулятора. С экономической точки зрения, а в ряде случаев и технологической наиболее целесообразно применять в качестве критерия оптимальности минимальную интегральную квадратичную оценку, т.к. это почти всегда приводит к минимальным потерям при регулировании и минимальным динамическим отрябкам. Однако если параметры ОУ меняются или определены не точно, то в системе с параметрами регулятора настроенными по данному критерию могут возникать медленно затухающие колебательные переходные процессы.

Наибольшим запасом устойчивости обладают системы с регулятором, параметры которого выбраны по критерию минимального времени регулирования и без перерегулирования.

Вторым этапом по выбору регулятора является определение алгоритма (закона) регулирования. Существуют различные таблицы, графики, номограммы по выбору регулятора, зависящие от свойств ОУ, относительной нагрузки, характера ее изменения, заданных показателей качества.

Программа SAPR представляет собой комплекс подпрограмм, объединенных в единую программу, предназначена для выбора оптимальных параметров настройки промышленных регуляторов для ОУ, модель которого задана экспериментальной кривой разгона, представленной в форме таблицы. Кривая разгона аппроксимируется "методом площадей" инерционным звеном первого или второго порядка запаздывания, оценка точности аппроксимации производится по среднеквадратическому отклонению.

Разработано программное обеспечение для выбора типа и оптимальных параметров настройки регулятора с последующим расчетом переходного процесса и оценки качества САУ, которое позволяет решать следующие задачи:

- идентификация ОУ по заданной таблично экспериментальной кривой разгона;

- рассчитать оптимальные параметры настроек для трех наиболее широко используемых типов регуляторов (П, ПИ, ПИД);
- оценить устойчивость и запасы устойчивости по асимптотическим логарифмическим характеристикам;
- рассчитать и построить график переходного процесса;
- рассчитать качественные показатели и точность системы.

Оптимальные параметры настройки регуляторов выбираются по следующим критериям:

1) "оптимального модуля" - это критерий точного воспроизведения задающего воздействия. Переходные процессы в системе спроектированной по этому критерию должны отличаться малым перерегулированием и малым временем регулирования;

2) "апериодической устойчивости" - обеспечивает высокое быстродействие и апериодические переходные процессы;

3) "компенсации наибольшей постоянной времени", использующей обобщенную улучшенную интегральную оценку качества.

Программа написана на языке высокого уровня C++. При создании программы использовался компьютер фирмы BORLAND версии 3.1 Объем свободной памяти на жестком диске для размещения программы не менее 280 кБт, компьютер класса IBM PC/XT и выше, операционная система MS-DOS 3.30 и выше, объем оперативной памяти, доступный программе не менее 550 кБт, графический адаптер EGA/VGA. При создании программы использовалась оконная библиотека TURBO Vision версии 1.0 фирмы BORLAND .

Разработано руководство пользователю программой, которая имеет ряд сервисных функций, упрощающих диалог с пользователем. Программа SAPR является полезным инструментом для параметрической оптимизации систем управления и может быть использована при курсовом и дипломном проектировании.