но. В случае успешной компиляции программа запускается, и результаты выполнения записываются в файл. Затем происходит сравнение результатов работы составленной студентом программы с истинными. Если результаты совпадают, студенту предлагается перейти к следующему заданию.

Данный тренажер может также использоваться для проверки знаний у студентов других форм обучения.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Максименко О.В.

Процесс получения капролактама из анилина описывается системой уравнений в частных производных, которые после некоторых преобразований можно записать следующим образом:

$e^{-E_2/RT(t)} = \varphi(t)$, тогда $e^{-E_1/RT(t)} = \varphi^{E_1/E_2}(t) = \varphi^{\alpha}$, где $\alpha = E_1/E_2$

$$\frac{da}{dt} = n_0 k_a^0 \varphi x_L, \quad x_L = \frac{k_x^0 \varphi^{\alpha} a}{n_0 - k_x^0 \varphi^{\alpha} a}.$$

Уравнение работы реактора:

$$\frac{da}{dt} = f_1(t) = \frac{n_0 k_a^0 k_x^0 \varphi^{1+\alpha} a}{n_0 - k_x^0 \varphi^{\alpha} a}$$

где n_0 — загрузка реактора, приведенная к 1 т сырья; x_L — степень превращения вещества на выходе реактора; k_x, k_0 — константы скорости реакции; $a = a(l, t)$ - активность катализатора; E_1, E_2 — энергия активации; R — газовая постоянная; $T(t)$ — температура, устанавливаемая в реакторе.

Температурное управление во времени может меняться в пределах $T_1 \leq T \leq T_2$. В задаче требуется подобрать такой закон управления

$T(t)$ м время работы реактора t_p, чтобы обеспечить максимальное значение величины критерия Q.

$$q = \frac{q \int\limits_0^{t_p} (p_{np} x_L - p_c)\, dt - \Delta}{t_p + t_0},$$

где q — скорость загрузки сырья в реактор; p_{np}, p_c — обобщенные стоимости весовой единицы продукта и сырья; Δ — стоимость операции обслуживания.

Существует множество методов решения задач оптимального управления. Нужно определиться, какой же выбор будет наиболее удачным. У вариационных методов (например *метод множителей Лагранжа*) есть ограничения — они не находят решение на границе, функция должна быть дифференцируемой. Во многих прикладных задачах на управление накладывается ограничения типа неравенств. Как правило, оптимальное управление в таких задачах имеет разрыв. Метод множителей Лагранжа не позволяет определить количество и местоположение точек разрыва, и поэтому в этих случаях он не позволяет находить оптимальное управление. Такие задачи эффективно решают с помощью *принципа максимума Понтрягина*.

Основу *метода динамического программирования* составляют: принцип оптимальности, инвариантное погружение, т.е. включение исходной задачи в семейство аналогичных ей задач, функциональное уравнение, получаемое на основе принципа оптимальности и инвариантного погружения. Метод динамического программирования сводит задачу минимизации скалярной функции от n переменных к n задачам минимизации скалярных функций от одной переменной. В результате при числовом решении задачи существенно сокращается объем вычислений. Для динамического программирования выполняется *принцип оптимальности*: Оптимальная стратегия (поведение) обладает тем свойством, что, каковы бы ни были начальное состояние и решения на начальном этапе, решения на последующем этапе должны составлять оптимальную стратегию относительно состояния, которое получается в результате принятия решений на начальном этапе. Задача естественным образом разбивается на этапы. Поэтому разработанный алгоритм основан на принципе динамического программирования. Главный принцип оптимальности сохраняется – постепенно на каждом шаге отыскивается одно лучшее решение.

При заданных исходных данных найденное температурное управление процессом производства капролактама их анилина в трубчатом химическом реакторе позволяет получить максимум интенсивности прибыли за один цикл производства и оптимальное время ведения процесса. Проверка показала, что всякое отступление от этого закона управления приводит к уменьшению интенсивности прибыли, т.е. к уменьшению значения целевой функции. Компьютерная программа может быть использована при решении других задач, где требуется находить оптимальную траекторию.

РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КУБИЧЕСКИХ СПЛАЙНОВ

Ковалевой Е.А.

Имеется много важных прикладных задач физики, техники, геологии, астрономии, механики и т.д. математически описываемых интегральными уравнениями Фредгольма I рода вида

$$\int_a^b K(x, s)y(s)\,ds = f(x), \qquad c \le x \le d.$$

Задачи такого типа являются некорректными, что сделало актуальной проблему разработки эффективных методов их решения.

Существует довольно много методов решения таких уравнений. Однако для каждого класса задач необходимо подбирать подходящий метод. Классическим методом является метод, использующий прямое и обратное преобразование Фурье. Недостаток этого метода – это высокая восприимчивость к случайным ошибкам, а также метод не может справиться с данными, включающими большие скачки в функции $J(x)$. Поэтому метод Фурье применяется редко.