

Е.М. РАСКИН  
(ЗАО "Автоматика-Э"),  
Л.А. ДЕНИСОВА  
(ОмГТУ),  
В.А. МЕЩЕРЯКОВ  
(СибАДИ)

E.M. RASKIN,  
L.A. DENISOVA,  
V.A. MESCHERYAKOVA

## Автоматизация проектирования системы регулирования с использованием генетического алгоритма оптимизации

Рассматривается подход к автоматизации проектирования системы автоматического регулирования по выбранному показателю качества с использованием генетического алгоритма. Приведена математическая модель импульсной системы регулирования, выполненная в среде MATLAB/Simulink. Представлены результаты синтеза системы регулирования, полученные средствами MATLAB/Global Optimization Toolbox.

**Ключевые слова:** импульсная система регулирования, математическая модель, автоматизированное проектирование, устойчивость, генетический алгоритм оптимизации.  
**Ключевые слова:** СКД-6, абсолютная влажность крашеной нити, кондуктометрический метод.

### Введение

Основой проектирования системы автоматического регулирования (САР) является выбор ее структуры и параметров, обеспечивающих оптимальное функционирование системы по выбранному показателю качества при ограничениях, обусловленных требованиями к качеству протекания технологического процесса. Развитие новых информационных технологий и методов оптимизации, таких как, например, генетические алгоритмы (ГА), позволяет эффективно решать задачи автоматизации синтеза САР. Математический аппарат генетических алгоритмов [1] дает возможность выполнения оптимизации в случае, если показатель качества работы САР является нелинейной, недифференцируемой функцией, имеющей локальные экстремумы. В отличие от классических алгоритмов оптимизации ГА, являясь алгоритмами прямого поиска, не требуют определения градиента функции и производных более высокого порядка.

В работе представлены результаты автоматизированного проектирования импульсной САР, выполненной на базе выносных локальных регуляторов ВЛР 2.1 – свободно программируемых контроллеров, разработанных в ЗАО "Автоматика-Э" (г. Омск) и предназначенных для использования на объектах тепловой и атомной энергетики.

Для настройки и испытаний цифровых регуляторов ВЛР 2.1, а также проведения верификации алгоритмического и программного обеспечения реализуемых на них систем регулирования в ЗАО "Автоматика-Э" создан испытательный стенд, содержащий средства

## Computer-aided design of a control system using genetic optimization algorithm

The genetic algorithm based approach to computer-aided design of the control system on the chosen quality factor is considered. The mathematical model of the pulse control system developed with MATLAB/Simulink is suggested. The results of the synthesis of the control system derived using MATLAB/Global Optimization Toolbox are given.

**Keywords:** the pulse control system, mathematical model, computer-aided design, stability, genetic algorithm.

математического моделирования управляемых технологических процессов. В состав стенда включены математические модели САР, разработанные с использованием инструментария пакета MATLAB, являющегося интерактивной средой для выполнения научных и инженерных расчетов [2, 3]. Средства MATLAB с пакетами расширения Simulink и Global Optimization Toolbox позволяют решать задачи моделирования исследуемой САР и многопараметрической оптимизации генетическими алгоритмами.

### Математическая модель системы регулирования

Автоматизация синтеза выполнена для импульсной САР системы пожаротушения, регулируемым параметром которой является температура смеси наружного и рециркуляционного воздуха в помещении. В среде MATLAB/Simulink разработана математическая модель САР (рис. 1), которая в свою очередь содержит модели: цифрового импульсного регулятора (*controller*), и спомпильного механизма (ИМ) с воздушным регулирующим клапаном (*regulating door*) и технологического объекта управления (*control object*).

Модель цифрового регулятора включает в себя усиительное и дифференцирующее звенья, два двухпозиционных релейных звена, охваченные общей обратной связью в виде инерционного звена первого порядка, сумматоры. Кроме того, присутствует инерционное звено для демпфирования входного сигнала температуры (*damping*). Учет дискретизации во времени сигналов на выходе контроллера осуществляется с помощью экстраполятора нулевого порядка (*Zero-Order Hold*), который

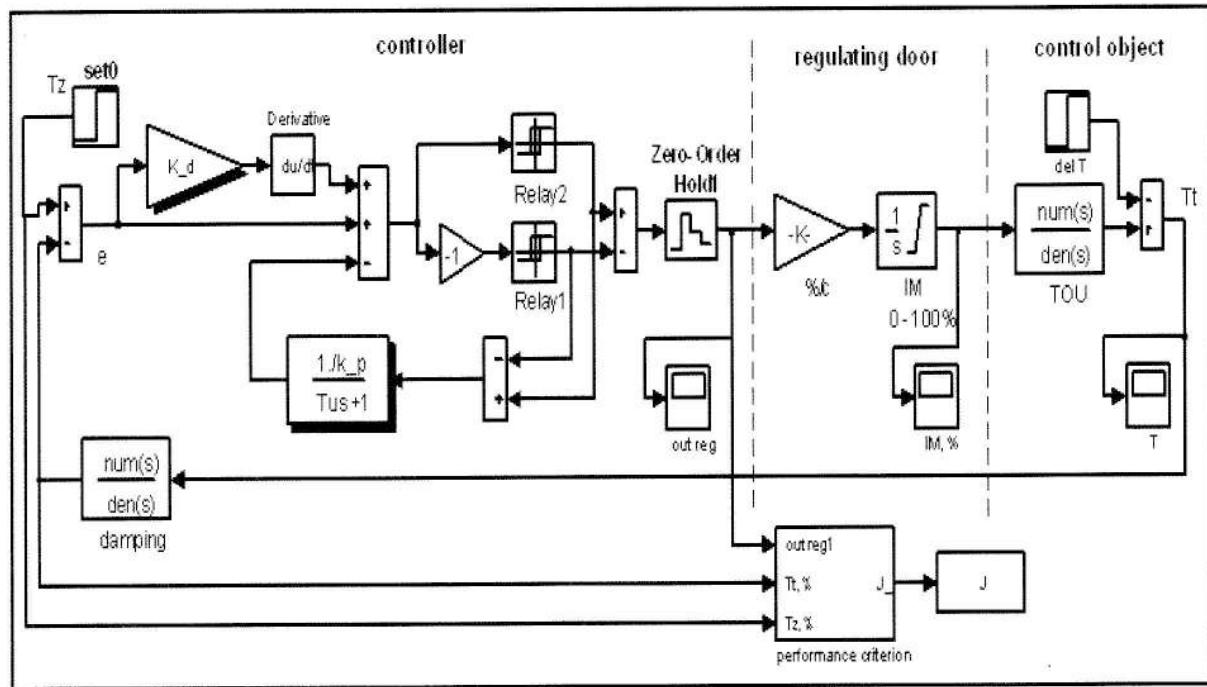


Рис. 1. Математическая модель системы регулирования в среде MATLAB/Simulink

фиксирует значение поступающего на него сигнала в начале интервала квантования и поддерживает это значение до окончания интервала квантования. Формируемая контроллером выходная последовательность импульсов после дискретизации поступает на исполнительный механизм регулирующего клапана (РК).

Регулирующий клапан, снабженный ИМ, представлен усилительным и интегрирующим звенями. С выхода усилительного звена, коэффициент передачи которого учитывает время открытия регулирующего клапана  $T_{us}$ , сигнал скорости перемещения РК поступает на интегратор с ограничениями (0...100 %). Сигнал положения регулирующего клапана поступает на объект управления – канал “положение РК – температура”, представлен инерционным звеном первого порядка.

Для решения задачи оптимизации в модели выполняется расчет интегрального показателя качества регулирования (*performance criterion*):

$$J = \int_0^T (\varepsilon^2 + (25u)^2) dt,$$

где:  $\varepsilon$  – отклонение регулируемого параметра от заданного значения;  $u$  – выходной сигнал регулятора на ИМ;  $t$  – текущее время;  $T$  – верхний предел интегрирования, выбираемый не менее времени переходного процесса. Минимизация принятого показателя качества регулирования  $J$  позволяет обеспечить быстродействие, отсутствие перерегулирования, а также уменьшение числа срабатываний исполнительного механизма.

Рассмотрим подробнее модель цифрового импульсного регулятора температуры, структуру и параметры которого необходимо оптимизировать. В контроллере реализован традиционный способ регулирования, применяемый в САР с исполнительными механизмами постоянной скорости. Основой алгоритма является релейно-импульсный пропорционально-дифференциальный (ПД) преобразователь, представляющий собой два двухпозиционных релейных звена с зоной нечувствительности  $\Delta_u$  и гистерезисом (зоной возврата  $\Delta_v$ ), охваченные общей обратной связью в виде инерционного звена первого порядка. Инерционное звено в обратной связи имеет передаточную функцию

$$W_{oc}(s) = \frac{1/k_p}{T_us + 1},$$

где  $k_p$  – коэффициент передачи регулятора,  $T_u$  – постоянная времени интегрирования.

Для формирования дифференциальной составляющей в модель регулятора введены усилительное (с коэффициентом усиления  $k_d$ ) и дифференцирующее звенья.

В реализованном таким образом релейно-импульсном регуляторе скважность формируемых выходных импульсов связана ПДД зависимостью с изменением сигнала рассогласования между заданным и измеренным значениями температуры. Описанный регулятор совместно с ИМ постоянной скорости приближенно осуществляет пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) закон регулирования в основном, так называемом скользящем режиме работы САР [4]. Указанный режим характеризуется включением ИМ

несколько раз подряд в одном направлении, пока рассогласование не уменьшится до величины зоны нечувствительности регулятора.

При  $k_d = 0$  релейно-импульсный регулятор реализует пропорционально-интегральный (ПИ) закон, в основном и применяемый для регулирования объектов с самовыравниванием, например, таких, в которых регулируемой величиной является температура.

Параметрами настройки ПИД регулятора являются: коэффициент передачи  $k_p$ , постоянная времени интегрирования  $T_{iu}$ , а также коэффициент при производной  $k_d$ . Содержащие указанные параметры звенья на рисунке 1 выделены тенью. При использовании ПИ-регулятора подбираются только два параметра:  $k_p$  и  $T_{iu}$ .

Задачей проектирования САР является, во-первых, выбор структуры релейно-импульсного регулятора из традиционно применяемых: реализующих ПИ или ПИД закон совместно с исполнительным механизмом постоянной скорости. Во-вторых, определение параметров, обеспечивающих минимизацию выбранного показателя качества функционирования САР. Кроме того, необходимо учесть ограничения, налагаемые на систему требованиями к качеству протекания технологического процесса, такими как обеспечение устойчивой работы и отсутствие автоколебаний.

Решение поставленной задачи осуществлено в следующей последовательности. Сначала для релейно-импульсного ПИ регулятора ( $k_d = 0$ ) определялись границы области допустимых настроек, обеспечивающих устойчивость САР и исключающих возникновения автоколебаний. Затем выполнялся параметрический синтез ПИ регулятора с помощью генетического алгоритма оптимизации. После этого с использованием ГА производилась оптимизация ПИД регулятора. В результате сравнительного анализа осуществлялся окончательный выбор структуры регулятора.

Итак, рассмотрим выполнение оптимизации ПИ регулятора, имеющего только два параметра настройки, что позволяет получить наглядное графическое представление результатов исследования.

#### Определение границ области поиска оптимального решения

С целью выявления ограничений для области поиска оптимального решения выполнен анализ устойчивости системы с ПИ регулятором. При этом учитывалось следующее.

В связи с тем, что релейно-импульсный ПИ регулятор в скользящем режиме его работы подчиняется линейному закону регулирования, нелинейный алгоритм ПД преобразователя совместно с исполнительным механизмом, являющимся в динамическом отношении интегрирующим звеном, аппроксимирован линейным ПИ законом. Для аппроксимирующего линейного ПИ регулятора функциональная связь между входным

сигналом регулятора и положением ИМ регулирующего клапана описывается передаточной функцией

$$W_p(s) = \frac{k_p T_u 100\%}{T_{iu}} \left( 1 + \frac{1}{T_u s} \right).$$

Для учета дискретизации цифрового контроллера с периодом  $t_0$  в непрерывную модель добавлена передаточная функция экстраполятора нулевого порядка

$$W_h(s) = (1 - e^{-st_0})/s.$$

Член  $e^{-st_0}$ , отражающий временное запаздывание в системе и представленный с помощью аппроксимации Паде [5] в виде

$$e^{-st_0} = 1 - st_0 + \frac{1}{2!}(st_0)^2 + \dots,$$

преобразован в дробно-рациональную передаточную функцию второго порядка с помощью функции *pade* пакета расширения MATLAB Control System Toolbox.

Функциональная связь между положением РК по указателю положения (УП) и выходным сигналом температуры от объекта управления с учетом демпфирования выражается передаточной функцией

$$W_{ou}(s) = \frac{k_{ou}}{(T_{ou}s + 1)(T_f s + 1)},$$

где:  $k_{ou}$  – коэффициент передачи объекта управления;  $T_{ou}$  – постоянная времени объекта управления,  $T_f$  – постоянная времени демпфирования. Для расчетов приняты значения:  $k_{ou} = 0,9\% / \% \text{ УП}$ ;  $T_{ou} = 10 \text{ с}$ ;  $T_f = 3 \text{ с}$ ;  $t_0 = 0,2 \text{ с}$ .

Граница области устойчивости в плоскости параметров  $T_u$  и  $K_p$  для САР с аппроксимирующим линейным ПИ регулятором строилась с помощью разработанного *m*-файла – сценария в среде MATLAB. Для этого с помощью функций MATLAB структурная схема САР с передаточными функциями отдельных звеньев была преобразована в эквивалентную схему, на основании передаточной функции которой получено характеристическое уравнение замкнутой системы.

Построение границы области устойчивости выполнялось с помощью следующей процедуры. Для каждого значения  $k_p$  из заданного диапазона находилось первое значение  $T_u$ , при котором по крайней мере один корень характеристического уравнения попадал в правую полу-плоскость комплексной плоскости. Пары чисел  $T_u$  и  $k_p$ , найденные при рассмотрении всего диапазона значений, определяли границы области устойчивости, график которой с учетом дискретизации с периодом  $t_0 = 0,2 \text{ с}$  приведен на рисунке 2 (линия 1). Для решения задачи параметрического синтеза полученная кривая аппроксимирована линейной зависимостью (линия 2)  $k_p = 14T_u - 50$ .

Также при определении ограничений области допустимых параметров принималась во внимание возможность возникновения автоколебаний из-за наличия

## Параметрический синтез САР с ПИ регулятором

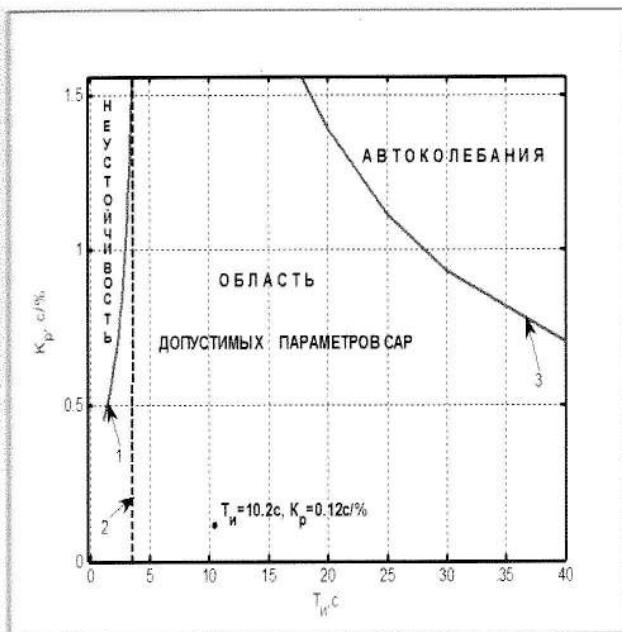


Рис. 2. Границы области допустимых параметров САР с ПИ регулятором

нелинейностей в структуре регулятора и обратной связи, охватывающей релейные звенья. В условиях нормальной эксплуатации автоколебания недопустимы, так как вызывают опасность перегрева электродвигателя исполнительного механизма от частых реверсивных включений.

Каждому значению постоянной интегрирования  $T_n$  при определенном отношении  $\Delta_e / \Delta_n$  релейных звеньев соответствует критическое отношение  $(k_p T_n / \Delta_n)_{\text{крит}}$ . Автоколебания возможны при  $(k_p T_n / \Delta_n) > (k_p T_n / \Delta_n)_{\text{крит}}$ . На рисунке 2 приведена определенная с помощью моделирования граница области автоколебаний для принятого отношения  $\Delta_e / \Delta_n = 0,3$  (линия 3). Как показывают расчеты, при увеличении этого отношения граница области допустимых настроек сужается. Кривая 3 является гиперболой и описывается выражением

$$k_p = (0,035T_n + 0,02)^{-1}.$$

Следует отметить, что процессы в САР при настройках вне допустимой области отличаются. При неустойчивой работе (область слева от линии 1) процессы в системе являются расходящимися, амплитуды колебаний регулируемого параметра и положения РК увеличиваются во времени. В области настроек правее линии 3 наблюдаются автоколебания в системе. Хотя их амплитуда не велика для регулируемого параметра и положения исполнительного механизма, но, тем не менее, такой характер протекания процесса, как указывалось выше, является недопустимым.

Таким образом, получены границы области допустимых параметров для решения оптимизационной задачи для САР с ПИ регулятором, которая заключается в нахождении параметров  $k_p$  и  $T_n$ , доставляющих минимум функционалу качества  $J = f(k_p, T_n)$ .

На рисунке 3 представлены результаты выбора оптимальных параметров ПИ регулятора, полученные при расчетах с помощью математической модели САР при  $k_d = 0$  (рис. 1). Для многократного вызова математической модели и обработки результатов моделирования разработан в среде MATLAB m-файл – сценарий. Построен трехмерный график зависимости критерия  $J$  от коэффициента передачи  $k_p$  и постоянной интегрирования  $T_n$  (рис. 3, a) и приведены значения указанных параметров, доставляющие минимум  $J = f(k_p, T_n)$ . Для полученных оптимальных параметров построены графики переходных процессов при возмущении заданием на 20 % (рис. 3, б). Как видно из графиков, регулируемый параметр (1) апериодически, без перерегулирования, достигает нового заданного значения. При этом требуемое положение исполнительного механизма (2) устанавливается после нескольких импульсов, формируемых регулятором (3).

Зависимость функционала качества  $J = f(k_p, T_n)$  (рис. 3, a) является нелинейной, содержащей локальные минимумы. Поэтому для минимизации функционала  $J$  и определения оптимальных параметров САР применен генетический алгоритм пакета MATLAB/Global Optimization Toolbox.

Генетический алгоритм – это метод для решения задач оптимизации, который представляет собой аналогию биологического процесса эволюции, основанного на естественном отборе и генетическом наследовании [1...3]. При реализации ГА используется множество особей (индивидуумов), называемое *популяцией*, которое неоднократно модифицируется в процессе решения задачи. При этом новая популяция допустимых решений формируется на основе операторов, заимствованных из генетики: скрещивания, мутации, а также выбора лучших представителей предыдущего поколения.

Преимуществом ГА по сравнению с традиционными методами оптимизации является то, что он выполняет поиск решения, исходя из множества (популяции) точек. Вследствие применения оператора скрещивания (*crossover*) наиболее приспособленных особей рассматриваются самые перспективные в смысле приближения к оптимальному значению участки области поиска. Случайные изменения отдельных особей при выполнении оператора мутации (*mutation*) позволяют получать индивидуумы с новыми свойствами. Кроме того, лучшие (*elite*) представители без изменения переходят в следующее поколение, поэтому каждое новое поколение содержит более высокое соотношение характеристик, присущих лучшим особям предыдущего поколения, распространяющееся далее по всей популяции. В результате этого популяция эволюционно сходится к оптимальному решению.

Так как при оптимизации САР осуществляется поиск параметров  $k_p$  и  $T_n$ , доставляющих минимум функционалу качества  $J = f(k_p, T_n)$ , то для использования генетического алгоритма в качестве “особи”

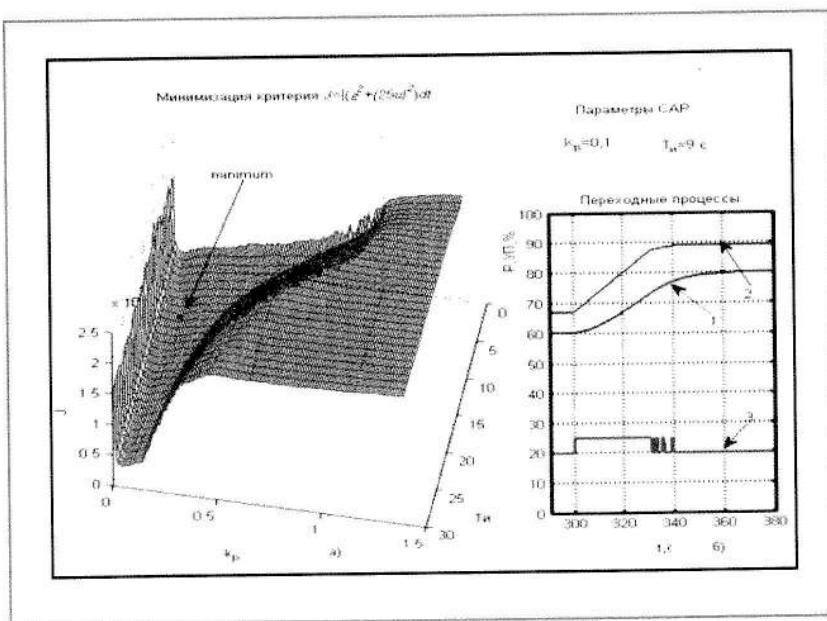


Рис. 3. Зависимость функционала  $J = f(k_p, T_u)$  от параметров ПИ регулятора и переходные процессы в САР при его минимизации

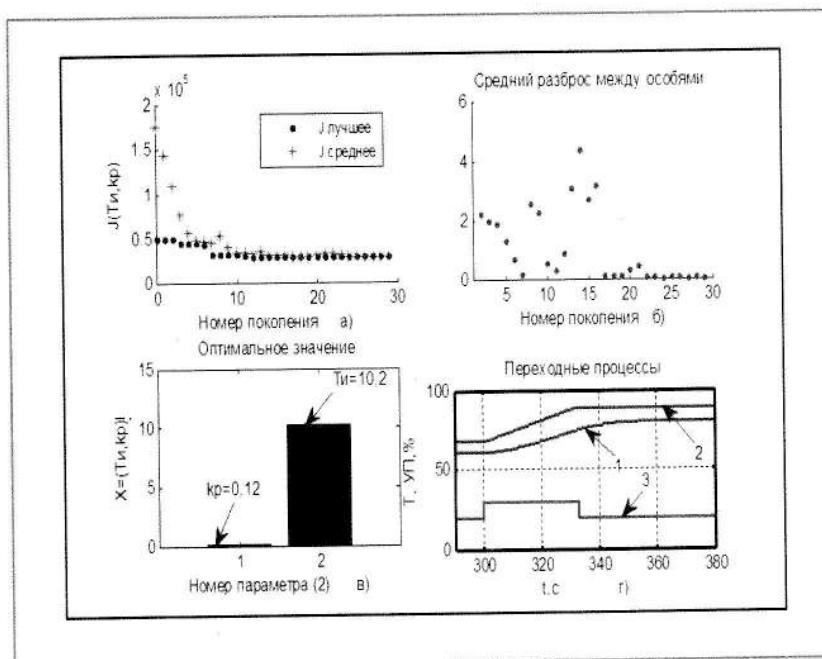


Рис. 4. Параметрический синтез САР с ПИ регулятором при использовании генетического алгоритма

принимается вектор параметров  $X = (k_p, T_u)$ . На каждом шаге работы алгоритма рассматривается вектор  $X = (k_p, T_u)$  и соответствующее ему значение показателя  $J = f(k_p, T_u)$ . Для вычисления и записи в рабочую область значения функционала  $J$  в среде MATLAB создан *m*-файл, который выполняет многократный вызов модели САР. Полученный результат моделирования САР  $J$  – это значение целевой функции для каждого вектора  $X$ , передаваемое в основной генетический алгоритм.

Генетический алгоритм реализован с помощью *m*-файла – сценария, работающего с функциями пакета

MATLAB Global Optimization Toolbox, устанавливающего необходимые опции и осуществляющего контроль выполнения оптимизации. Поиск минимума функционала выполняется процедурой *ga*, а создание структуры опций генетического алгоритма – оператором *gaoptset*. Значения параметров ГА при расчетах устанавливались следующие: количество особей в популяции от 10 до 25; количество поколений от 30 до 70.

Начальные значения параметров САР случайным образом выбираются из принятых диапазонов:  $k_p \in [0,01; 0,5]$ ,  $T_u \in [2; 20]$ . Линейное ограничение генетического алгоритма задано неравенством  $AX \leq b$ ;  $A = [1 \quad -14]$ ;  $b = [-50]$ , также учтена ограничивающая нелинейная функция (линия 3 на рис. 2).

Так как начальная популяция ГА формируется с использованием генератора случайных чисел, выполнено несколько реализаций расчетов, и выбрано одно из лучших решений. Результат параметрического синтеза САР иллюстрирует рисунок 4.

Использование специализированных графических функций инструментария MATLAB Global Optimization Toolbox позволяют проследить динамику процесса оптимизации. На рисунке 4, *a* показано изменение функционала качества для лучших особей и усредненного по всем особям популяции: после 20-й популяции алгоритм сошелся к решению. Рисунок 4, *b* отображает изменение разброса – среднего расстояния между особями в популяциях для критерия  $J$ . Видно, что разброс является существенным, что свидетельствует о многообразии особей в популяции и значительном размере рассматриваемой области поиска. На рисунке 4, *c* изображена наилучшая особь в виде столбцовых графиков элементов вектора оптимальных параметров  $X = (k_p, T_u)$ . Кроме специализированных графиков ГА на рисунке 4, *d* приведены переходные процессы САР с полученными оптимальными параметрами.

При сравнении рисунков 3, *b* и 4, *c* видно, что при настройке системы генетическими алгоритмами переходные процессы, соответствующие оптимальному качеству регулирования, улучшены: возмущение отрабатывается за один импульс на открытие РК. Это объясняется тем, что при расчете зависимости  $J = f(k_p, T_u)$  “полным перебором” и построении графика (рис. 3, *a*) шаг решения задачи был недостаточно мал, что не позволило определить действительно минимальное

бок, пции  
однолине-  
функции  $ga$ ,  
лическим  $mset$ .  
чтых  $set$   
ество  
ическим  
етров  
ся из  
;0,5],  
гене-  
ством  
также  
и фун-  
ктора  
олько  
одно  
замет-  
жирует

аных  
итария  
зольбок  
прото-  
4, а  
качес-  
енного  
е 20-й  
реше-  
гение  
междуд  
прия  $J$ .  
сущен-  
брязи  
эм раз-  
тоиска.  
лучшая  
эв эле-  
метров  
занных  
ведены  
ималь-

ито при  
и пере-  
льному  
е отра-  
то объ-  
 $f(k_p, T_u)$   
ис. 3, а)  
что не  
имальное

значение  $J$ . Уменьшить шаг решения для получения большего количества вычисленных точек функционала  $J$  не представлялось возможным по причине значительного возрастания временных затрат на расчеты – скрывалось так называемое “проклятие размерности”. Генетический алгоритм оптимизации позволил решить эту проблему. При незначительных временных затратах найдены соответствующие оптимальным параметрам переходные процессы, причем обработка возмущающего воздействия за один импульс наблюдалась в нескольких реализациях.

Для иллюстрации процесса выполнения генетического алгоритма на рисунке 5 показано расположение особей в некоторых, взятых выборочно, поколениях при поиске глобального минимума на графике линий уровня функционала  $J = f(k_p, T_u)$ . Видно, как популяция эволюционно сходится к оптимальному решению.

Следует отметить, что линии уровня функционала качества, представляющие собой проекцию трехмерного графика  $J = f(k_p, T_u)$  на плоскость настраиваемых параметров (рис. 5), приблизительно повторяют линии ограничений области допустимых параметров САР на рисунке 2. При этом видно, что особи генетического алгоритма в процессе поиска глобального минимума на графике линий уровня не заходят за границы устойчивости и автоколебаний (линии 2 и 3 на рис. 2, соответственно). Это означает, что в области неустойчивости или автоколебаний функционал качества  $J = f(k_p, T_u)$  принимает большие значения. Отсюда можно было бы сделать вывод, что задачу параметрического синтеза следует решать без учета ограничений, что позволяет существенно сократить время расчетов. Однако такому подходу препятствует наличие локальных минимумов, расположенных вне области допустимых решений.

### Оптимизация САР с ПИД регулятором

При параметрической оптимизации САР с ПИД регулятором осуществляется поиск трех параметров настройки: кроме коэффициента передачи регулятора  $k_p$  и постоянной интегрирования  $T_u$  добавляется коэффициент при дифференциальной составляющей  $k_d$ . Необходимо определить значения этих параметров, доставляющих минимум функционалу качества  $J=f(k_p, T_u, k_d)$ . При использования генетического

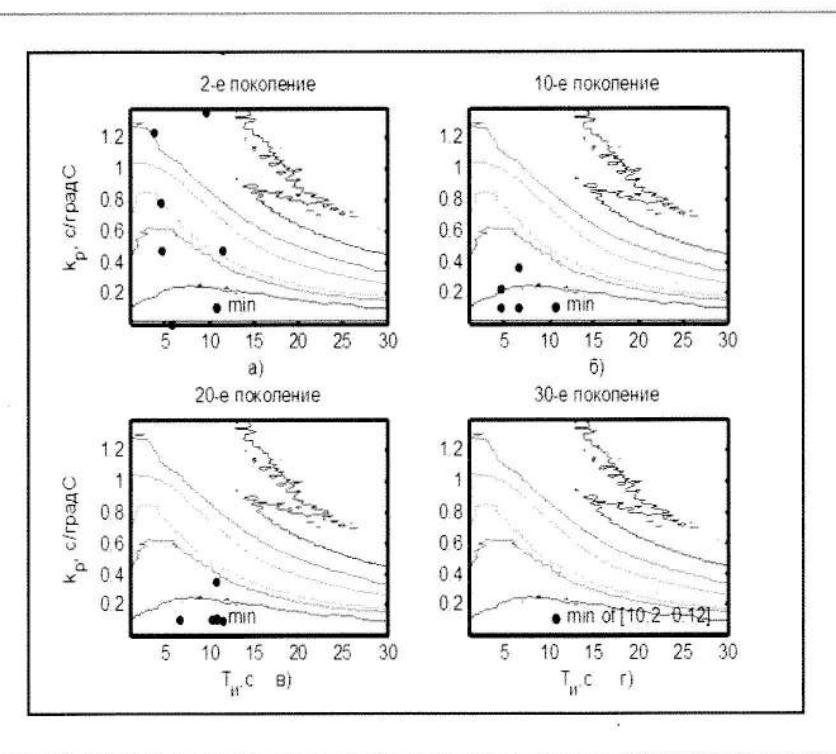


Рис. 5. Расположение особей генетического алгоритма в процессе поиска глобального минимума на графике линий уровня функционала качества

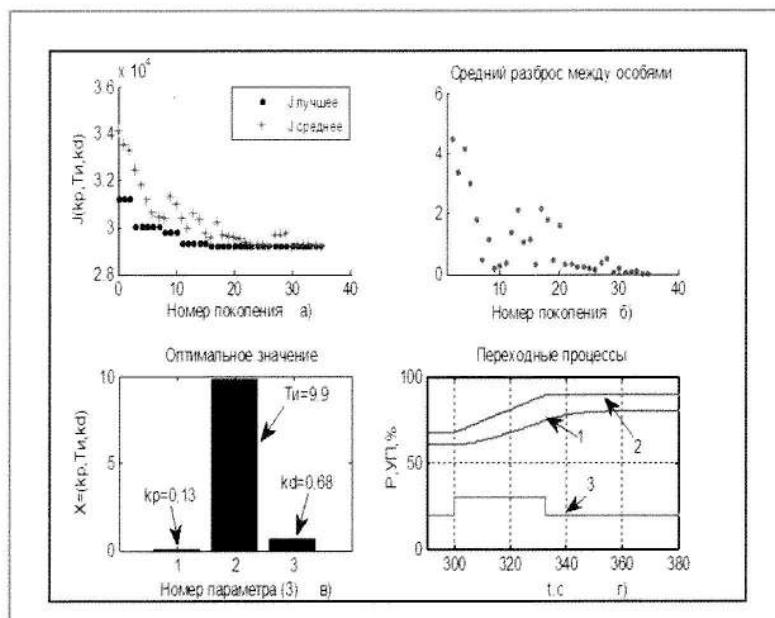


Рис. 6. Параметрический синтез САР с ПИД регулятором при использовании генетического алгоритма

алгоритма в этом случае в качестве “особи” принимается трехкомпонентный вектор параметров  $X = (k_p, T_u, k_d)$ .

Рисунок 6 иллюстрирует работу генетического алгоритма при выполнении параметрического синтеза САР с ПИД регулятором. На рисунке 6, а, отражающем динамику изменения функционала качества для лучших особей и усредненного значения по популяции, видно, как алгоритм сошелся к решению после 30-й

популяции. Среднее расстояние между особями в популяциях для критерия  $J$  (рис. 6, б) также уменьшается по мере приближения к оптимальному значению. На рисунке 6, в показаны столбцовые графики трех элементов вектора оптимальных параметров  $X = (k_p, T_u, k_d)$ .

Как видно при сравнении рисунков 6, г и 4, г, переходные процессы САР с ПИД и ПИ регуляторами при полученных оптимальных параметрах практически не отличаются: отработка возмущающего воздействия осуществляется за один импульс в обоих случаях. Отсюда следует вывод: необходимо принять в качестве структуры релейно-импульсного регулятора ПИ регулятор, обеспечивающий качество регулирования не хуже ПИД регулятора и имеющий меньше параметров настройки. Меньшее количество настроек параметров предпочтительнее как с точки зрения хранения величины параметра в памяти контроллера, так и упрощения процедуры настройки регулятора непосредственно на объекте.

## Заключение

В результате проведенного исследования сделан вывод, что предлагаемый метод оптимизации на основе генетического алгоритма пригоден для синтеза САР при автоматизированном проектировании.

Рассмотренный метод проектирования системы регулирования с использованием генетического алгоритма оптимизации, реализованный на испытательном

стенде ЗАО “Автоматика-Э”, позволяет выработать рекомендации по оптимизации САР и значительно уменьшить временные затраты на предварительную настройку разрабатываемых контроллеров.

## Список литературы

1. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Перевод с польского И.Д. Рудинского. ISBN 5-93517-103-1. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006.
2. Дьяконов В.П. MATLAB 7.\*/R2006/R2007: Самоучитель. ISBN 978-5-94074-424-5 – М.: ДМК Пресс, 2008.
3. MATLAB Global Optimization Toolbox User's Guide. R2012a. COPYRIGHT 2004–2012 by The MathWorks, Inc. /www.mathworks.com.
4. Трофимов А.И., Егупов Н.Д., Слекенич Я.В. Принципы построения автоматических регуляторов теплознегретических процессов АЭС, ISBN 5-283-03189-6. – М., Энергоатомиздат, 1999 г.
5. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления: ISBN 5-932081-19-8. – М.: Лаборатория Базовых знаний, 2004.

Евгений Михайлович Раскин – канд. техн. наук, доцент, директор ЗАО “Автоматика-Э”, г. Омск

Аидачилы Айбертовна Асанова – канд. техн. наук, доцент Омского государственного технического университета, e-mail: laidemisora@mail.ru

Виталий Александрович Менцираков – доктор техн. наук, профессор Сибирской автомобильно-дорожной академии

## НОВОСТИ

### Светодиодный индикатор СМИ2

Светодиодный индикатор СМИ2 предназначен для вывода информации о ходе технологического процесса

Прибор обеспечивает информативный вывод показаний системы или диагностических сообщений на мозаичных мнемосхемах, щитах и пультах оперативного управления. Идеально подходит в качестве индикатора диагностических сообщений для систем, в которых используется ПЛК без средств визуализации. Особенностью прибора является компактный корпус (48×26 мм) для крепления на шкаф управления или на пульт диспетчерского управления, а также простота монтажа в шкаф (стандартное отверстие под светоизлучающую лампу диаметром 22,5 мм).

Основные функциональные возможности СМИ2:

- работа в сети RS-485 в качестве подчиненного (slave) устройства;
- получение данных от мастера сети и вывод их на индикатор (СМИ2 допускает вывод только одного параметра);
- поддержка нескольких типов переменных: int, word, float, string;
- встроенная логика определения аварийных значений отображаемого параметра.



Подробную информацию по светодиодному индикатору можно посмотреть на сайте компании: [www.owen.ru](http://www.owen.ru)

Компания ОВЕН

Тел.: (495) 641-11-56, факс: 1175,

факс: (495) 728-41-45,

e-mail: [ri@oven.ru](mailto:ri@oven.ru)

[www.oven.ru](http://www.oven.ru)