

Российская академия наук
Национальный комитет по автоматическому управлению
Научный совет по теории управляемых процессов и автоматизации РАН
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
Уфимский государственный авиационный технический университет
Арзамасский НОЦ ПУ (на базе АПИ)
Волгоградский НОЦ ПУ (на базе ВолГУ)
Воронежский НОЦ ПУ (на базе ВГАСУ)
Инновационный НОЦ ПУ (на базе МАИ)
Инновационный НОЦ ПУ (на базе МВТУ)
Казанский НОЦ ПУ (на базе КГТУ)
Красноярский НОЦ ПУ (на базе СФУ)
Курский НОЦ ПУ (на базе ЮЗГУ)
Липецкий НОЦ ПУ (на базе ЛГТУ)
Магнитогорский НОЦ ПУ (на базе МГТУ)
НОЦ «Системный анализ в управлении» (на базе МИФИ)
Пермский НОЦ ПУ (на базе ПГТУ)
Самарский НОЦ ПУ (на базе СГАУ)
Старооскольский НОЦ ПУ (на базе СТИ)
Тверской НОЦ ПУ (на базе ТГТУ)
Удмуртский НОЦ ПУ (на базе УдГУ)
Уфимский НОЦ ПУ (на базе УГАТУ)

УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ

X Всероссийская школа-конференция молодых ученых

5–7 июня 2013 года

Материалы конференции

ТОМ 3

Уфа 2013

Управление большими системами: материалы X Всероссийской школы-конференции молодых ученых. Том 3/ Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2013. – 339 с.

Представлены материалы X Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами», проходившей 5-7 июня 2013 г. в г. Уфа.

В сборник включены научные статьи молодых ученых по управлению техническими системами, технологическими процессами и промышленными установками.

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-4221-0450-5

©Уфимский государственный
авиационный технический университет, 2013

X ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ»

организована Институтом проблем управления РАН, сетью Научно-образовательных центров проблем управления (НОЦ ПУ) и Уфимским государственным авиационным техническим университетом, совместно с рядом ведущих научно-исследовательских институтов и вузов России, с целью развития и пропаганды достижений теории и практики управления большими системами.

Основные направления конференции:

- Фундаментальные математические основы теории управления.
- Информационные технологии в управлении.
- Управление организационными и социально-экономическими системами.
- Управление техническими системами, технологическими процессами и промышленными установками.

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО

Васильев С.Н., академик РАН (Москва, директор ИПУ РАН),
Гузаиров М.Б., д.т.н., проф. (Уфа, ректор УГАТУ).

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Новиков Д.А., чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва, ИПУ РАН) – сопредседатель,
Бадамшин Р.А., д.т.н., проф. (Уфа, проректор УГАТУ по НиИД) – сопредседатель,
Н. Woern, проф. (Германия, Технический университет г. Карлсруэ),
Баркалов С.А., д.т.н., проф. (Воронеж, ВГАСУ)
Бурков В.Н., д.т.н., проф. (Москва, ИПУ РАН),
Валеев С.С., д.т.н., проф. (Уфа, УГАТУ),
Васильев В.И., д.т.н., проф. (Уфа, УГАТУ),
Воронин А.А., д.ф.-м.н., проф. (Волгоград, ВолГУ),
Гвоздев В.Е., д.т.н., проф. (Уфа, УГАТУ),
Головинский П.А., д.ф.-м.н., проф. (Воронеж, ВГАСУ),
Засканов В.Г., д.т.н., проф. (Самара, СГАУ),
Емельянов С.Г., д.т.н., проф. (Курск, ЮЗГУ),
Еременко Ю.И., д.т.н., проф. (Старый Оскол, СТИ),
Ильясов Б.Г., д.т.н., проф. (Уфа, УГАТУ)
Кузнецов В.Н., д.т.н., проф. (Тверь, ТГТУ),
Мезин И.Ю., д.т.н., проф. (Магнитогорск, МГТУ),
Непейвода Н.Н., д. ф.-м.н., проф. (Ижевск, УдГУ),
Омельченко И.Н., д.т.н., проф. (Москва, МВТУ),
Пакшин П.В., д.т.н., проф. (Арзамас, АПИ),
Погодаев А.К., д.т.н., проф. (Липецк, ЛГТУ)
Сиразетдинов Р.Т., д.т.н., проф. (Казань, КГТУ),
Столбов В.Ю., д.т.н., проф. (Пермь, ПГТУ),
Подлесный С.А., д.т.н., проф. (Красноярск, СФУ),
Юсупова Н.И., д.т.н., проф. (Уфа, УГАТУ)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель оргкомитета

Р.А. Мунасыпов – д-р техн. наук, проф. кафедры ТК УГАТУ

Заместитель председателя

А.Г. Карамзина – канд. техн. наук, доц. кафедры ТК УГАТУ

Члены оргкомитета

К.А. Ахмеров

Л.Н. Мухамедрахимова

Ю.Р. Фазлетдинова

О.В. Целищев

Ученый секретарь оргкомитета

Е.Ш. Закиева – канд. техн. наук, доц. кафедры ТК УГАТУ

Адрес: 450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12,
Уфимский государственный авиационный
технический университет,
Кафедра технической кибернетики (корпус б)

Телефон: (347) 273-65-42

Факс: (347) 273-78-35

E-mail: ubs2013@bk.ru

Место и время проведения
5-7 июня 2013 г., г. Уфа, пансионат «Родник Здоровья»

СОДЕРЖАНИЕ

Направление 4. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОМЫШЛЕННЫМИ УСТАНОВКАМИ

<i>Абдулнагимов А.И., Куликов Г.Г., Арьков В.Ю.</i> Обобщенные иерархические модели функционирования сложных систем управления.....	11
<i>Александров А.Г., Шатов Д.В.</i> Настройщик для системы автоматического регулирования.....	15
<i>Алексеев А.Ю., Широкий А.А.</i> Математическое моделирование управления молекулярно-генетическими процессами развития остеоартроза.....	18
<i>Арутюнов А.Л.</i> Модель экономической оценки энергоэффективности от использования ГТУ в производстве.....	22
<i>Ахметшин А.И., Даринцев О.В.</i> Синтез алгоритмов адаптивного управления для объекта с запаздыванием по состоянию и управлению в основе модельного наполнения тренажерного комплекса.....	26
<i>Бирюкова П.А.</i> Оценка эффективности модифицированной схемы использования плазменно-химического реактора на нефтеперерабатывающем заводе.....	30
<i>Бордуков Д.А., Мандель А.С.</i> Модернизация современных методов прогнозирования состояния железнодорожных путей и полосы отвода при учете ограничений с помощью алгоритмов структурного прогнозирования.....	37
<i>Бразгин Е.В.</i> Разработка и исследование модели для оценки потребностей НПЗ в электроэнергии.....	41
<i>Васильева Т.Н.</i> Особенности управления финансовым ущербом от отказов компонентов сложных технических систем.....	45
<i>Галкин А.В.</i> Интервальная модель рабочего процесса инерционного трансформатора вращающего момента.....	49
<i>Галлямов Ш.Р., Месропян А.В., Митягина М.О.</i> Вопросы управления техническими комплексами для испытания пластов в необсаженных скважинах.....	53
<i>Гилимьянов Р.Ф., Zhuang H.</i> Управление мощностью нисходящего канала в OFDMA беспроводных сотовых сетях.....	57

НАСТРОЙЩИК ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Аннотация

Для больших систем управления, содержащих в своем составе большое количество контуров управления с ПИД-регуляторами, предлагается ввести новый элемент, называемый настройщик. Настройщик производит идентификацию параметров объекта управления и производит соответствующее изменение параметров регулятора.

Введение

Многие технологические объекты в энергетике, химической промышленности и т. п. представляют собой большие системы управления. Так в [1] представлена система управления ТЭЦ. В статье показано, что такая система содержит 20 подсистем управления, связанных с отдельными технологическими установками в системе производства электрической энергии. Каждая такая подсистема содержит от 2 до 11 замкнутых контуров регулирования, содержащих регуляторы для управления технологическими параметрами. Система информационного обеспечения АЭС приведена в [2]. В системе присутствует 127 измеряемых величин: 53 датчика расхода, 20 датчиков давления, 37 датчиков температуры, 16 датчиков уровня, 1 датчик электрической мощности. Многие из них используются в процессе регулирования и помещены в контуры регулирования. Система управления турбогенераторной установкой отечественной Улан-Удэнской ТЭЦ описана в [3]. Система содержит около 12 контуров замкнутого регулирования, в каждом из которых стоит ПИ- или ПИД-регулятор, системы управления турбогенераторами в АЭС также представляют собой многоконтурные системы управления.

Каждый регулятор в такой системе требует обслуживания и частой подстройки, так как параметры объекта управления меняются. Обычно эти функции выполняет человек-оператор, что увеличивает затраты и повышает риск человеческой ошибки. В данной работе для обслуживания регуляторов предлагается использовать автоматический настройщик, который будет выполнять функции оператора.

Многие производители контроллеров предлагают потребителям готовые регуляторы систем управления, но они не могут полностью заменить оператора. Предлагаемый настройщик позволяет производить пересчет параметров регуляторов без участия человека-оператора.

Система автоматического регулирования с настройщиком

Рассмотрим систему автоматического регулирования [4]. Уравнение объекта имеет вид:

$$T^{[i]}\dot{y}(t) + y(t) = k_p^{[i]}u(t - \tau^{[i]}) + f(t - \tau), \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (1)$$

$$t^{[i]} \leq t < t^{[i+1]},$$

где $y(t)$ — измеряемый выход объекта, $u(t)$ — управляющее воздействие, $f(t)$ — неизвестное, ограниченное внешнее возмущение, действующее на объект, i — номер режима работы объекта. $k_p^{[i]}, T^{[i]}, \tau^{[i]}$ — параметры объекта управления: коэффициент усиления, постоянная времени и запаздывание соответственно, которые изменяются в момент времени $t^{[i]}$ и сохраняют свое значение на интервале времени $t^{[i]} \leq t < t^{[i+1]}$, которые достаточно велики.

ПИД-регулятор описывается уравнением:

$$g^{[i]}\dot{u}(t) + u(t) = k_c^{[i]}\varepsilon(t) + k_i^{[i]}\int_0^t \varepsilon(t) d\tilde{t} + k_d^{[i]}\frac{d\varepsilon(t)}{dt}, \quad (2)$$

$$\varepsilon(t) = y^*(t) - y(t);$$

где $g^{[i]}, k_c^{[i]}, k_i^{[i]}, k_d^{[i]}$ — коэффициенты ПИД-регулятора, $y^*(t)$ — задающее воздействие (уставка), $\varepsilon(t)$ — ошибка слежения. Параметры регулятора рассчитываются исходя из модели объекта и также остаются постоянными для каждого режима работы объекта.

При изменении параметров объекта требуется соответствующее изменение коэффициентов регулятора, для сохранения системой устойчивости и поддержания требуемого качества регулирования.

В [4][5] предлагается использовать для адаптации данной системы к меняющимся во времени параметрам объекта адаптивный регулятор, построенный с использованием алгоритмов конечно-частотной идентификации и позволяющий найти параметры объекта управления в условиях действия внешнего возмущения. В настоящей работе предлагается использовать настройщик, новая схема системы автоматического управления изображена на Рис. 1

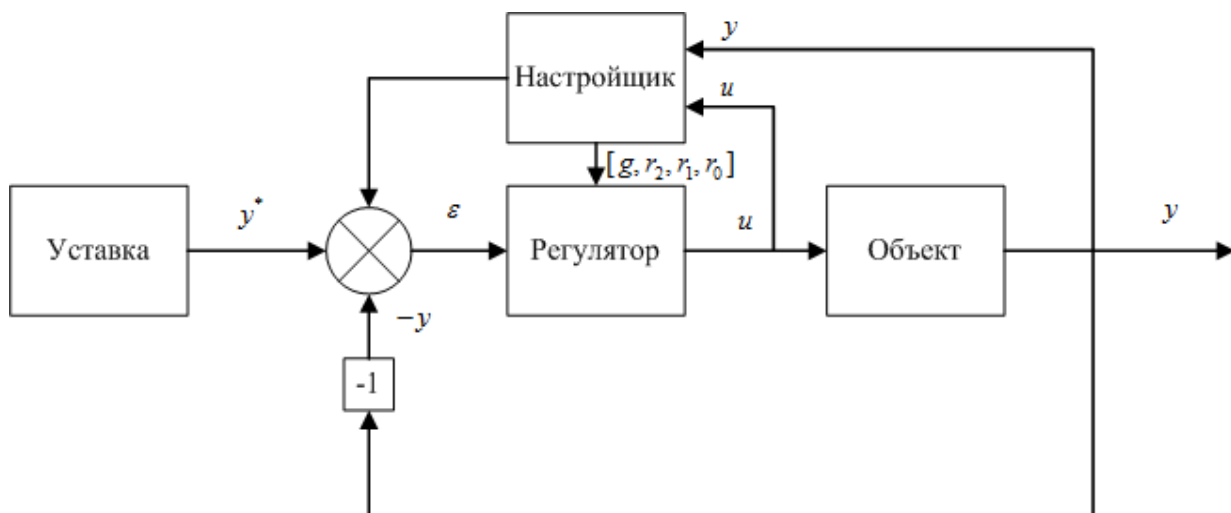


Рис. 1. Схема системы автоматического управления с настройщиком

Настройщик служит для идентификации коэффициентов модели объекта и изменения коэффициентов ПИД-регулятора. Настройщик работает параллельно с работой замкнутого контура. При изменении параметров объекта настройщик идентифицирует объект и осуществляет расчет коэффициентов регулятора по тому же алгоритму, что используется человеком-оператором.

Работа настройщика построена следующим образом. На вход контура регулирования помимо задания и измеренного выхода объекта дополнительно подается испытательный сигнал вида:

$$v(t) = \begin{cases} A, & t > 2ih, \\ -A, & t > (2i+1)h, \end{cases} \quad i = 0, 1, 2, \dots, \quad (3)$$

где $2h$ — период испытательного сигнала, выбираемый исходя из постоянной времени объекта (1), A — амплитуда испытательного сигнала, выбираемая с учетом специфики работы объекта управления. В настройщик поступают сигналы управления с регулятора и выход объекта, они проходят через фильтры Фурье:

$$\begin{aligned} a_{yk} &= \frac{2}{\rho_k t_f} \int_{T_F}^{T_F+t_f} y(t) \sin(\omega_k t) dt & b_{yk} &= \frac{2}{\rho_k t_f} \int_{T_F}^{T_F+t_f} y(t) \cos(\omega_k t) dt \\ a_{uk} &= \frac{2}{\rho_k t_f} \int_{T_F}^{T_F+t_f} u(t) \sin(\omega_k t) dt & b_{uk} &= \frac{2}{\rho_k t_f} \int_{T_F}^{T_F+t_f} u(t) \cos(\omega_k t) dt \end{aligned} \quad (4)$$

$(k = 1, 2)$

где T_F — момент начала фильтрации испытательного сигнала, t_f — время фильтрации сигнала, $\rho_i = \frac{2A\pi}{h(2i-1)}$, $\omega_i = \frac{(2i-1)\pi}{h}$, $(i = 1, 2)$ — параметры испытательного сигнала.

По значениям фильтров числа:

$$\alpha_i = \frac{a_{yi} a_{ui} + b_{yi} b_{ui}}{a_{ui}^2 + b_{ui}^2}, \quad \beta_i = \frac{-a_{yi} b_{ui} + b_{yi} a_{ui}}{a_{ui}^2 + b_{ui}^2}, \quad (i = 1, 2), \quad (5)$$

которые дают коэффициенты объекта:

$$\begin{aligned} T^2 &= \frac{(\alpha_2^2 + \beta_2^2) - (\alpha_1^2 + \beta_1^2)}{\omega_1^2 (\alpha_1^2 + \beta_1^2) - \omega_2^2 (\alpha_2^2 + \beta_2^2)}, & k^2 &= (\alpha_2^2 + \beta_2^2)(T^2 \omega_2^2 + 1); \\ \tau &= \frac{1}{\omega_1} \arctg \frac{\beta_1 + T \alpha_1 \omega_1}{\alpha_1 - T \beta_1 \omega_1}, & \omega_1 \tau &< \frac{\pi}{2}; \end{aligned} \quad (6)$$

После завершения идентификации настройщик вносит изменения в параметры регулятора. Приводится пример применения.

Список литературы

1. Kwang Y. Lee, Joel H. Van Sickle, Jason A. Hoffman, Won-Hee Jung, and Sung-Ho Kim. Controller Design for a 1000 MW Ultra Super Critical Once-through Boiler Power Plant. Proceedings of the 17th World Congress The IFAC, Seoul, Korea, July 6-11, 2008, p. 13938-13943.
2. Richard Dorr, Fr'ed'eric Kratz, Jos'e Ragot, Fran,cois Loisy, and Jean-Luc Germain. Detection, Isolation, and Identification of Sensor Faults in Nuclear Power

Plants. IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 5, No. 1, January 1997. p. 42-60.

3. Новости ЗАО «НВТ-Автоматика». Внедрение полномасштабной АСУ ТП турбоустановки ст. № 7 Улан-Удэнской ТЭЦ-1. Автоматизация и IT в энергетике, № 5 (22), стр. 69-70, 2011.

4. Александров А. Г., Паленов М. В. Самонастраивающийся ПИД/И регулятор // Автоматика и телемеханика. 2011. №~10. С. 4--18.

5. Александров А. Г. Адаптивное управление объектом с запаздыванием. Труды IX Международной Четаевской конференции "Аналитическая механика, устойчивость и управление движением", посвященной 105 - летию Н.Г. Четаева, том 3, Управление и оптимизация, стр. 6-13, Иркутск, 2007.

УДК 577.2, 616.72-018, 57.087

А.Ю. Алексеенко, А.А. Широкий

Волгоградский государственный университет, Волгоград

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ РАЗВИТИЯ ОСТЕОАРТРОЗА

Аннотация

Представлен обзор основных проявлений остеоартроза, систематизированы некоторые сведения об основных молекулярно-генетических механизмах заболевания. Выделены управляющие воздействия и реперные точки приложения для регуляции остеоартроза. Предпринята попытка создания математической модели остеоартроза.

Актуальность проблемы

Накопленные данные, позволяют рассматривать остеоартроз как воспалительное заболевание сустава, при котором провоцирующие факторы приводят к однотипным структурным изменениям. Клетки тканей суставного хряща имеют независимые возможности для инициирования и поддержания ответа на повреждение, приводящее к разрушению хряща.

Существует строгая регуляция скорости обновления матрикса – тонкий баланс между синтезом и разрушением. При ОА этот баланс нарушается в сторону катаболических процессов.[1]

Чтобы получить точную информацию обо всех соответствующих биомаркерах, необходимо понимание всех физиологических, анатомических, биохимических и генетических параметров которые имеют важное значение на каждом из этапов становления заболевания. Подход, описанный здесь, позволит разобраться в сложной биодинамике процесса, начиная с молекулярного уровня. Целью усилий является улучшить понимание биологических и химических систем, расширить базовые знания в области биомолекулярных взаимодействий, и перевести эту информацию в инновационные проекты поддержки новых инженерных биоматериалов, устройств и процессов.