

теоретический и прикладной  
научно-технический журнал



# ИЗВЕСТИЯ

Кыргызского государственного технического  
университета им. И. Раззакова  
№ 19



БИШКЕК 2

*Комме Верни*  
*М.А.Т.У.*  
*М.А.Т.У.*

Разработка новой конструкции ролика Рольганга и определение влияния жесткости элементов соединения на его несущую способность <i>Абсадыков Б.Н.</i> .....	86
Исследование фрикционных характеристик новой конструкции ролика Рольганга <i>Абсадыков Б.Н.</i> .....	90
Атомно-эмиссионное спектральное определение тяжелых металлов в минеральных питьевых водах Кыргызстана с применением двухструйного плазматрона <i>Доржуева Г.Ж.</i> .....	95
Фундаментальное решение и задача Коши для двумерного уравнения фильтрации жидкости в трещиновато-пористой среде <i>Аблабеков Б.С.</i> .....	98
Обратная задача определения временного источника в псевдогиперболическом уравнении <i>Курманбаева А.К.</i> .....	101
Численное моделирование реологических процессов на основании данных мониторинга на примере дамбы хвостохранилища зиф рудника Кумтор <i>Джаманбаев М.Д., Чукин Б.А.</i> .....	104
Нестационарные волны в системе состыкованных оболочек <i>Курманалиев К.</i> .....	111
Длинноволновая асимптотика дисперсионных операторов упругих волн в корпусных системах <i>Курманалиев К.</i> .....	113
<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	115
Разработка автоматизированной системы управления учебным процессом ВУЗа <i>Батырканов Ж. И., Саитов Н. Ж.</i> .....	115
Проблемы моделирования информационных систем в области здравоохранения КР <i>Чувакин М.Н.</i> .....	118
Проблемы построения экспертных систем <i>Батырканов Ж.И., Саитов Н. Ж.</i> .....	121
Применение логического модуля LOGO! BASIC для автоматического управления работой фасовочной машины LMR – 1000 <i>Горенко Р.В.</i> .....	124
Адаптивное управление траекторным движением <i>Батырканов Ж.И., Кадыркулова К.К.</i> .....	130
Setting up of a technology-oriented company out of an international research and development cooperation – a case study <i>Thomas Stich</i> .....	132
Синтез управляющих устройств для нелинейных систем с учётом заданных инженерных показателей качества <i>Джолдошев Б.О.</i> .....	136
Синтез цифрового регулятора многомерной системы в условиях неполной информации <i>Джолдошев Б.О.</i> .....	141
Синтез управляющего устройства для линейной САУ по ограничениям на значения критерия качества в условиях неопределённости <i>Джолдошев Б.О.</i> .....	147
Лабораторный модуль для изучения принципов цифровой обработки сигналов <i>Кармышаков А.К., Дакинова З.К.</i> .....	154
Сеть электросвязи г. Бишкек, как объект анализа и управления <i>Тохтобаев А.М., Славинская Т.В.</i> .....	158
<b>ХИМИКО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	160
Изменение влагосодержания мясopодуKтов с различной структурой и поверхностью <i>Машанова Н.С.</i> .....	160
Исследование продуктов термoкаталитической дегидратации и восстановления бурожелезняKового концентрата жидким углеводородом <i>Мухтар А.А.</i> .....	162

Электр  
Жумади  
Исследо  
Даврен  
Теплоес  
Мажиш  
Сагинп  
Термич  
Абдылс  
Термох  
Батки  
Термох  
Батки  
Пищев  
Тзракб  
Содери  
Наркоз

**ГОРНС**

О необ  
Осмон  
Влияни  
Кожкоз

**ГУМАИ**

Религи  
Саякби  
Филос  
Саякби  
Новые  
Бийгел  
Рынок  
Асана  
К вопр  
Извеко  
Роль у  
дистан  
Тукеев  
Обыча  
Турал  
Идеол  
Усено  
Диверс  
продук  
Амиро

**ИННО**

Систем  
Абдыл  
Эффек  
пропес  
Турсы  
Инфор  
Мутал

**АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАЕКТОРНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

*Батырканов Ж.И., Кадыркулова К.К.*

*Рассматривается новый подход синтеза адаптивного закона управления, в случае задания предписанной траектории в табличной форме.*

Во многих областях практики, в частности; робототехники, управлении летательными объектами, управлении лазерным лучом, встречаются задачи управления движением управляемого объекта по определенным траекториям. Для этих задач, применение классических методов синтеза систем управления методами классической теории автоматического управления невозможно. При решении таких задач существуют, на сегодняшний день, отдельные подходы, методы, которые эффективны только для определенных классов задач. Кроме того, следует заметить, что вопросы построения адаптивных принципов управления в этих случаях осуществляется индивидуально.

Для некоторых классов линейных объектов с параметрическими возмущениями предлагается новый подход синтеза адаптивных законов управления осуществления движения по предписанным траекториям. При этом рассматривается случай, когда предписанная траектория задается не в аналитической форме, а представлена в табличной форме.

Предписанную траекторию удается представить в аналитической форме, в достаточно малом количестве практических задач. Так, например, предписанную траекторию движения рабочим органом (рукой, захватом)

манипулятора трудно описать аналитически, но всегда можно описать в табличной форме. В связи с этим, на основе ранее полученных результатов [1,2] для детерминированного случая управлением, разрабатывается подход синтеза управления по таблично заданной предписанной программе движения, со свойством адаптации (приспособления) к параметрическим возмущениям в объекте.

Рассмотрим линейный объект с параметрическим возмущением

$$\frac{dx}{dt} = x^0 = A \cdot x + B \cdot u + \Delta A \cdot x, \quad (1)$$

где  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  – вектор состояния;

$u = (u_1, u_2, \dots, u_m)^T$  – вектор управления;

$A, B$  – заданные числовые матрицы коэффициентов;

$\Delta A$  – матрица параметрических возмущений.

[2] разработан подход синтеза, где для линейного объекта

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad (2)$$

синтезируется закон управления по осуществлению движения объекта (2) по таблично заданной предписанной программе движения

$t_k$	$t_0$	$t_1$	$t_2$	...	$t_k$
$\bar{x}_k$	$\bar{x}_0$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	...	$\bar{x}_k$

где  $k=0,1,2,\dots$ ;

$t_k$  – дискретные моменты времени;

$\bar{x}_k$  – значение вектор состояния в моменты времени  $t_k$ .

Для решения задачи математическую модель (2) представляют в конечно-разностном виде

$$x(k+1) = x(k) + \Delta \cdot A(x_k) + \Delta \cdot Bu(k) \quad (3)$$

Для упрощения выкладок, в дальнейшем приращение по времени  $\Delta$  возьмем за  $\Delta = 1$ .

Искомые значения  $u(k)$  в работе [2], отыскиваются из условия минимизации невязки

$$\|x_{\text{зад}}(k+1) - x_{\text{мек}}(k+1)\|^2 \Rightarrow \min_{u(k)} \quad (4)$$

где  $\|\cdot\|$  – символ нормы;

$x_{\text{зад}}$  – значения вектора состояния, которые берутся из таблицы;

$x_{\text{мек}}$  – значения вектора состояния, которые измерены в текущий момент времени.

Далее расписывая выражение нормы согласно (3), и затем беря процедуру оптимизации

$$\frac{\partial \|\cdot\|^2}{\partial u(k)} = 0 \Rightarrow u(k) = ? \quad (5)$$

определяют искомые  $u(k)$ .

Проводя процедуру минимизации окон-

$$u(k) = -(B^T B)^T \cdot [B^T x_{\text{маб}}(k+1) - B^T \cdot (A + E) \cdot x(k)], \quad (6)$$

где E - единичная матрица;

$x(k)$  - текущее значение вектора состояния;

$x_{\text{дад}}(k+1)$  - табличное значение вектора состояния.

Для синтеза адаптивного закона, вначале проводится процедура оценки матрицы-параметрических возмущений  $\Delta A$ . Для этого в

$$x(1) = x(0) + A \cdot x(0) + \Delta A(0) \cdot x(0) + B \cdot u(0) \quad (7)$$

Отсюда, т.к.  $u(0) = 0$ , имеем

$$\Delta A(0) \cdot x(0) = [x(1) - x(0) - A \cdot x(0)] \quad (8)$$

Для решения этого уравнения относительно  $\Delta A(0)$  в общем виде, воспользуемся результатом Р. Белмана [3].

Р. Белман рассматривал задачу отыскания "z" из

$$(z, b) = \alpha \quad (9)$$

Решение определил в виде

$$z = (b, b)^{-1} b \cdot \alpha, \quad (10)$$

где  $b$  - постоянный вектор;  $\alpha$  - скаляр;

(..) - символ скалярного произведения

$$\Delta a_i = (x(0), x(0))^{-1} \cdot x(0) [x(1) - x(0) - Ax(0)], \quad (12)$$

После процедуры идентификации при  $k=1$  получим следующие рекуррентное выражения

$$x(2) = x(1) + Ax(1) + \Delta A(1) \cdot x(1) + B \cdot u(1), \quad (13)$$

Для определения  $u(1)$ , в выражении (13) заменяем  $\Delta A(1) \rightarrow \Delta A(0)$ , т.е осуществляем отыскание управления по известной оценке  $\Delta A(0)$  вместо неизвестной  $\Delta A(1)$ . Такой переход справедлив в силу того, что процессы управления протекают немного быстрее чем изменение параметров.

$$u(1) = -(B^T B)^{-1} [B^T \cdot x_{\text{маб}}(2) - B^T (A + E + \Delta A(0)) \cdot x(1)] \quad (14)$$

После определения  $u(1)$  проводится оценка  $\Delta A(1)$ , аналогично  $\Delta A(0)$ , далее определяется  $u(2)$  и т.д.

Нетрудно написать, после этих рассуждений, процедуры оценки  $\Delta A(k)$  и определения  $u(k)$  в общем виде для произвольного  $k=0, 1, 2, \dots$ ,

$$\Delta a_i, x(k) = [x_{\text{маб}}(k+1) - x(k) - A \cdot x(k) - B \cdot u(k)]_i, \quad (15)$$

$$u(k) = -(B^T B)^{-1} [B^T \cdot x_{\text{маб}}(k+1) - B^T (A + E + \Delta A(k-1)) \cdot x(k)], \quad (16)$$

где  $\Delta a_i$  из (15) определяется на основании результата Р.Белмана

$$\Delta a_i(k+1) = (x(k), x(k))^{-1} x(k) [x(k+1) - x(k) - Ax(k) - Bu(k)]_i, \quad (17)$$

где  $\Delta a_i(k+1)$  -  $i$ -ая строка оценки матрицы параметрических возмущений  $\Delta A(k+1)$  в  $k+1$  дискретный момент времени.

Итак, предлагаемый подход синтеза при параметрических возмущениях состоит в по-

чательно получим

самом начале, на основе измеренного значения  $x(1)$  и начальных условий осуществляется оценка матрицы  $\Delta A$  при шаге  $k=0$ , то есть, осуществляется оценка  $\Delta A(0)$ .

Согласно конечно-разностному уравнению имеем рекуррентное выражение

Если воспользоваться этим результатом для решения (8), имеем

$$\begin{cases} (\Delta a_1, x(0)) = [\cdot]_1 \\ \dots \\ (\Delta a_n, x(0)) = [\cdot]_n \end{cases} \quad (11)$$

где  $\Delta a_i$  -  $i$ -ая строка  $\Delta A(0)$ ;  $[\cdot]_i$  -  $i$ -ая строка выражения в квадратичной скобке соотношения (8).

Отсюда, согласно результата (10) Р.Белмана, имеем:

Для определения  $u(1)$  воспользуемся результатами работы [2], которые приведены выше в виде (6). Для адаптивного случая вместо (3) имеем (13) и выражения (6) с учетом этого замечания примет вид:

**Литература**

1. Шаршеналиев Ж.Ш, Батырканов Ж.И. Синтез систем управления с заданными показателями качества – Б.: Илим, 1991
2. Батырканов Ж.И, Мадраимова А.Д, Кадркулова К.К

- Задача управления по заданной программе // известия КГТУ им. И. Раззакова, Б.: -2007, №11.
3. Белман Р. Введение в теорию матриц-М.: Наука, 1969.

**SETTING UP OF A TECHNOLOGY-ORIENTED COMPANY OUT OF AN INTERNATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT COOPERATION – A CASE STUDY**

*Thomas Stich*  
*info@stich-beratung.de*

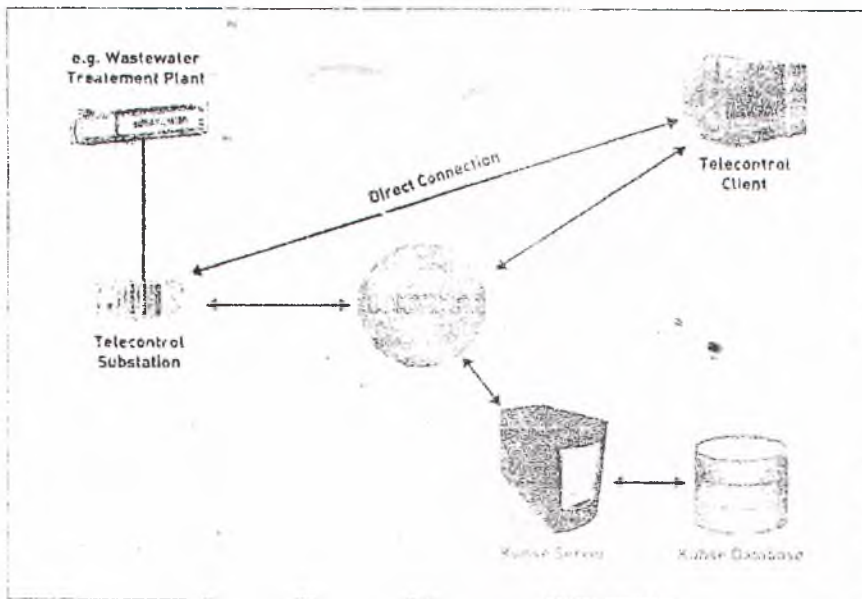
*Setting up a company always should be preceded by a business plan, which documents the base for planning the company and its development.*

*In this paper, the procedure is documented for the funding of a service company for infrastructure components which is based on internet-control technologies.*

*Typical components that require service and maintenance can be elements of the drinking water supply network, or the electrical power grid with its numerous elements.*

*Other applications can be the maintenance of mobile phone networks including the distributed antenna networks which are often placed on very remote positions.*

*Kyrgyzstans society urgently needs these services to improve the quality of its infrastructure, but on the other hand the critical economic situation in combination with low legal standards can generate dangerous drawbacks for a newly settled company*



*Fig. 1: Concept of an internet-based control-system*

(Ref.: Kuhse GmbH – Winsen (Germany) - [www.kuhse.de](http://www.kuhse.de) )

**Preliminaries and prerequisites**

The Kyrgyz Company Bior is cooperating since two years with the German company Kuhse in a joint pilot-project. One of the project's objectives is the installation of internet-based control systems for infrastructure components. Such a system has been installed on a wastewater treatment plant at the Issyk-kul Lake and is operating since 2007. Data about the operation and the performance of the plant now are available by internet. German and Kyrgyz specialists are able to analyse these data in order to check and improve the operation of the plant.

An additional objective of the project was the transfer of technical know-how from Germany to Kyrgyzstan.