Ф.А.Алиев[1], В.Б.Ларин[2]

ОБ ОБЪЕКТИВНОСТИ ЦИТИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО МЕХАНИКЕ И СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ

[1]*Институт прикладной математики*
Бакинского государственного университета,
ул. Халилова, 23, АЗ 1148, Баку, Азербайджан; e-mail: f_aliev@yahoo.com
[2]*Институт механики им. С.П. Тимошенко НАНУ,*
ул. Нестерова, 3, 03057, Киев, Украина; e-mail: model@inmech.kiev.ua

Abstract. A problem of objectivity of citation of scientific publications is considered. The problem arises owing to creation of united world scientific information space. The examples are shown which confirm importance of the problem. It is noted that the problem of objectivity of citation is not always caused by a language barrier.

Key words: citation assessment of publications; parametrization of the set of stabilizing regulators; linear-quadratic control problem.

Введение.

Проблема установления приоритета научных результатов далеко не нова (см., например, в [55] дискуссию между Гауссом и Лежандром относительно авторства метода наименьших квадратов). Однако родственная проблема, проблема цитирования, начала привлекать повышенное внимание только во второй половине XX-го века. В это время широко обсуждаются такие вопросы как «Этика цитирования и другие социологические проблемы» [11, гл. V, §6]. Отметим, что вопросы цитирования были подробно рассмотрены в цикле работ [12, 28 – 34], посвященных проблеме становления мирового информационного научного пространства. Это связано с тем, что «Показатели цитируемости становятся все более популярными и все активнее применяются в различных сферах для оценки эффективности деятельности ученых» [33].

Более того [32], «…председатель комитета по политике исследований (Research Policy Committee) университетов Объединенного Королевства профессор Э. Томас подчеркивает, что в 2008 г. числовые оценки цитируемости (библиометрические оценки) будут использованы при планировании финансирования исследований. Этот аспект применения оценок цитируемости уже затрагивает основы планирования финансирования в науке и образовании».

Естественно, что в этой связи особую актуальность приобретает проблема объективности цитирования. Об этом, в частности, свидетельствует приведенная в [30] дискуссия, состоявшаяся в июле 2007 г. в интернет-журнале *iMechanica, Web of mechanics and mechanicias* (http://imechanica.org/), который пользуется сервером Гарвардской школы инженерных и прикладных наук (Harvard School of Engineering and Applied Sciences). Тема дискуссии была определена следующим образом: «Objective citation – a proposal from the Timoshenko Institute» «Объективное цитирование – предложение от Института Тимошенко».

Эта дискуссия подтвердила тезисы [28], которые состоят в следующем:

1) проблема *обеспечения объективности в публикациях* в журналах *существует и является актуальной;*

2) в процессе становления информационного научного пространства проблема объективности цитирования является *наиболее слабым звеном*;

3) подходы к обеспечению объективности цитирования в журналах *еще не разработаны.*

Эти тезисы в [28] были проиллюстрированы двумя примерами, в которых [30] «…показано, что в журнале «International Journal of Solids and Structures» в 2002 г. и 2006 г. опубликованы результаты, которые около 20 – 35 лет назад были уже опубликованы в журнале «Прикладная механика – International Applied Mechanics», причем ранее опубликованные результаты (1971 – 1986 гг.) получены в более общей постановке. В упомянутых публикациях журнала «International Journal of Solids and Structures» за 2002 г. и 2006 г. *не приведены никакие ссылки* (цитирование) на результаты, опубликованные ранее в журнале «Прикладная механика – International Applied Mechanics».

Эти примеры свидетельствуют о том, что уже в новом тысячелетии была искажена информация о приоритетах в получении научных результатов».

В пользу этого вывода свидетельствуют и публикации [15, 17, 20, 24, 44, 46 – 48], в которых приведены различные примеры, подтверждающие существование проблемы обеспечения объективности цитирования. Так, например, в [17] констатируется отсутствие ссылки на классический результат Рэлея, в [44] – отсутствие ссылок на результаты, полученные в более общей постановке и т.д. Эти публикации не будут обсуждаться далее, предполагая, что читатель может ознакомиться с ними, получив информацию на сайте соответствующего журнала.

Рассмотрим более подробно ситуацию, связанную с публикацией [57], в которой рассмотрена задача параметризации множества стабилизирующих регуляторов.

§1. История вопроса.

В [57] было приведено ключевое соотношение современных частотных методов синтеза (по мнению авторов [27], *это самый полезный результат частотного метода синтеза* («This is a fundamental characterization of all stabilizing controllers and is a most useful result in frequency domain synthesis of linear systems» [27]), так называемая параметризация множества регуляторов, обеспечивающих устойчивость замкнутой системы «объект + регулятор».

К этому можно дополнить, что публикация [57] в настоящее время имеет 288 цитирований (база данных SCOPUS 12.05.2010). Она продолжает сохранять свою значимость (см. табл. 1, в которой приведено число ссылок по годам, и табл. 2, в которой указаны некоторые журналы и труды конференций, в которых цитировалась эта статья).

Таблица 1

Год	2010	2009	2008	2007	2006
Число публикаций	2	19	20	21	21

Таблица 2

International Journal of Control	29
IEEE Transactions on Automatic Control	26
Automatica	23
Proceedings of the IEEE Conference on Decision and Control	21
Proceedings of the American Control Conference	19

Таким образом, можно говорить о важном научном результате. Однако, с точки зрения объективности цитирования, следует отметить, что процедура параметризации (в более общем виде, см. п. 3, 4) впервые была предложена в [5] (см. [52] и дискуссии [4, 21]), причем скалярный вариант этой параметризации был изложен в [8]. Отметим, что кроме русскоязычных монографий [1, 2, 5, 7] (которые представлены в библиотеке Конгресса США) параметризация [5] описана как в англоязычных публикациях [16, 36 – 41, 49], которые прореферированы в Mathematical Reviews, ZetralblattMath, так и в англоязычной монографии [18], которая прорецензирована в англоязычных журналах (см., например, [51]).

Существенно, что уже упомянутая англоязычная публикация [49], прореферированная в ZetralblattMath (Zb10269.93077), появилась раньше, чем [57].

Далее, следуя [22, 23], изложим суть проблемы параметризации и покажем, каким образом параметризация [57] следует из параметризации [5].

§2. Скалярный случай [8].

Следуя [8], рассмотрим скалярный вариант задачи синтеза оптимального регулятора. Пусть движение объекта описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$D(p)y = N(p)u\,, \quad p = \frac{d}{dt}\,, \quad y(0) \neq 0\,. \tag{2.1}$$

Здесь $N(p)$, $D(p)$ – операторные полиномы, причем степень $D(p)$ больше $N(p)$; y – координата объекта; u – управляющее воздействие.

Необходимо, путем выбора регулятора $W(p)$

$$u = -W(p)y \tag{2.2}$$

минимизировать на множестве устойчивых замкнутых систем «объект (2.1) + регулятор (2.2)» следующий квадратичный критерий качества:

$$I_0 = \int_0^\infty \left(ay^2 + cu^2\right)dt\,, \tag{2.3}$$

где a, c – заданные константы,

Используя теорему Парсеваля [13], как и в [8], эту задачу сформулируем следующим образом. Необходимо минимизировать функционал

$$I = \frac{1}{i}\int_{-i\infty}^{i\infty}\left[a\Phi_1(s)\Phi_1(-s) + c\Phi_2(s)\Phi_2(-s)\right]ds\,; \tag{2.4}$$

$$\Phi_1(s) = \frac{1}{D(s) + N(s)W(s)}\,; \tag{2.5}$$

$$\Phi_2(s) = \frac{W(s)}{D(s) + N(s)W(s)} \tag{2.6}$$

путем выбора передаточной функции регулятора $W(s)$, на множестве функций $\Phi_1(s), \Phi_2(s)$ имеющих полюсы только в левой полуплоскости. Как следует из (2.5), (2.6), функции $\Phi_1(s), \Phi_2(s)$ не являются независимо варьируемыми. Поэтому для решения сформулированной задачи минимизации функционала (2.4) необходимо ввести одну варьируемую функцию. Пусть это будет

$$\Phi(s) = \alpha(s)\Phi_1(s) + \beta(s)\Phi_2(s)\,, \tag{2.7}$$

где $\alpha(s), \beta(s)$ – произвольные полиномы.

Приняв во внимание, что из (2.5), (2.6) следует

$$D(s)\Phi_1(s) + N(s)\Phi_2(s) = 1\,, \tag{2.8}$$

из системы уравнений (2.5) – (2.7) можно получить следующие соотношения:

$$\Phi_1(s)=\frac{\beta(s)-N(s)\Phi(s)}{\beta(s)D(s)+\alpha(s)N(s)};\quad \Phi_2(s)=\frac{\Phi(s)D(s)-\alpha(s)}{\beta(s)D(s)-\alpha(s)N(s)}; \tag{2.9}$$

$$W(s)=\frac{\Phi(s)D(s)-\alpha(s)}{\beta(s)-N(s)\Phi(s)}. \tag{2.10}$$

Учитывая соотношения (2.9), первую вариацию функционала (2.4) можно записать в следующем виде:

$$\delta I=\frac{1}{i}\int_{-i\infty}^{i\infty}\left\{\frac{K_-}{Q_-}\left[\Phi(s)\frac{K_+}{Q_+}-\frac{U(s)}{K_-Q_+}\right]\delta\Phi(-s)+\frac{K_+}{Q_+}\left[\Phi(-s)\frac{K_-}{Q_-}-\frac{U(-s)}{K_+Q_-}\right]\delta\Phi(s)\right\}ds. \tag{2.11}$$

Здесь введены обозначения

$$K_+K_-=aN(s)N(-s)+cK(s)K(-s);$$

$$Q_+Q_-=\left[\beta(s)D(s)-\alpha(s)N(s)\right]\left[\beta(-s)D(-s)-\alpha(-s)N(-s)\right];$$

$$U(s)=a\beta(s)N(-s)+c\alpha(s)D(-s),$$

причем нули полиномов K_+,Q_+ лежат только в левой полуплоскости комплексной переменной s, а нули полиномов K_-,Q_- – только в правой полуплоскости.

Если представить выражение $U(s)/K_-Q_+$ как сумму целой части (полинома $T(s)$) и правильных дробей $A(s)/K_-$ и $B(s)/Q_+$, т.е.

$$\frac{U(s)}{K_-Q_+}=T(s)+\frac{A(s)}{K_-}+\frac{B(s)}{Q_+}, \tag{2.12}$$

то функция $\Phi(s)$, обращающая в нуль первую вариацию (2.11) функционала (2.4) и имеющая полюсы только в левой полуплоскости комплексной переменной s, согласно [13, 56] имеет следующий вид:

$$\Phi(s)=\frac{T(s)Q_+ + B(s)}{K_+}. \tag{2.13}$$

Подставляя (2.13) в (2.10), получаем искомую передаточную функцию регулятора

$$W(s)=\frac{D(s)\left[T(s)Q_+ + B(s)\right]-\alpha(s)K_+}{\beta(s)K_+ - N(s)\left[T(s)Q_+ + B(s)\right]}. \tag{2.14}$$

Тот факт, что, согласно (2.13), функция $\Phi(s)$ имеет полюсы только в левой полуплоскости s, не гарантирует устойчивости системы «объект + регулятор». Действительно, составим характеристический определитель $\Delta(s)$ системы (2.1), (2.2), (2.14). Тогда имеем

$$\Delta(s)=K_+\left[\beta(s)D(s)-\alpha(s)N(s)\right]. \tag{2.15}$$

Из (2.15) следует, что система «объект + регулятор» будет устойчивой, если полином $\left[\beta(s)D(s)-\alpha(s)N(s)\right]$ имеет нули только в левой полуплоскости s, т.е.

$$\beta(s)D(s)-\alpha(s)N(s)=Q_+. \tag{2.16}$$

Таким образом, полиномы $\alpha(s)$ и $\beta(s)$ должны удовлетворять уравнению (2.16).

Следовательно, соотношения (2.10), (2.16) определяют параметризацию множества регуляторов, стабилизирующих объект (2.1), т.е. процедуру, которая позволяет использовать метод Винера – Колмогорова [56] в задаче синтеза оптимального регулятора.

Произвол в выборе полинома Q_+, который имеет нули только в левой полуплоскости, объясняется тем, что передаточная функция регулятора $W(s)$ фактически не зависит от конкретного выбора полиномов $\alpha(s)$ и $\beta(s)$, которые удовлетворяют (2.16). Как показано в [8], числитель и знаменатель $W(s)$ делится на Q_+ без остатка. После такого деления характеристический определитель замкнутой системы $\Delta(s) = K_+$ и, следовательно, не зависит от выбора полинома Q_+, т.е. от выбора полиномов $\alpha(s)$ и $\beta(s)$.

В следующем пункте параметризация (2.10), (2.16) обобщена на матричный случай.

§3. Алгоритм параметризации [5] стабилизирующих регуляторов в задаче с непрерывным временем.

Ниже изложим суть процедуры параметризации [5], рассмотрев стационарную линейную квадратичную гауссовскую задачу (см., например, [2, гл. 5; 35]). Следуя [35], приведем некоторые обозначения. Известно, что в задаче управления многомерной стационарной линейной системой используются различные способы описания управляемого объекта. Это могут быть представления в пространстве состояний (state-space equations)

$$\dot{x} = Fx + Mu\,; \quad y = Lx$$

(см. [35, гл. 8, ур-я $1a$, $1b$]). С другой стороны, это представление передаточной функции между входом и выходом в виде "отношения" двух полиномиальных матриц (matrix-fraction-description (MFD))

$$D_L(d/dt)\,y = N_L(d/dt)\,u \tag{3.1.}$$

или

$$D_R(d/dt)\,\xi = u\,; \quad y = N_R(d/dt)\,\xi$$

(см. [35, гл. 8, ур-я (2), $3a$, $3b$]). Здесь x – фазовый вектор; u – управляющее воздействие; y – вектор наблюдаемых координат; ξ – вектор промежуточных переменных; F, M, L – постоянные матрицы; $D_L(\cdot)$, $D_R(\cdot)$ – обратимые (полиномиальные) матрицы; $N_L(\cdot)$, $N_R(\cdot)$ – полиномиальные матрицы соответствующих размеров. В терминах передаточных функций (формальная замена d/dt на s (polynomial matrix-descriptions [35])) связь между входом и выходом, соответственно, выглядит так:

$$y = L(Es - F)^{-1} Mu\,; \quad y = D_L^{-1}(s) N_L(s)\,u\,; \quad y = N_R(s) D_R^{-1}(s)\,u\,. \tag{3.2}$$

Здесь и далее E – единичная матрица. Как правило, далее аргумент s будет опущен.

Итак, пусть движение объекта описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений в виде, аналогичном (3.1),

$$Px = Mu + \psi\,, \tag{3.3}$$

где x – n-мерный вектор; u – m-мерный вектор управляющих воздействий; ψ – n-мерный стационарный случайный процесс с нулевым математическим ожиданием и дробно-рациональной матрицей спектральных плотностей S_ψ; P и M – матрицы размера $n \times n$ и $n \times m$, соответственно, элементы которых суть операторные полиномы от d/dt. Доступен наблюдению n-мерный вектор y

$$y = x + \varphi\,. \tag{3.4}$$

В (3.4) φ – вектор ошибок измерений, компоненты которого φ_i $(i = 1, \ldots, n)$ – стационарные случайные процессы с нулевым математическим ожиданием и матрицей спектральных плотностей S_φ. Требуется найти уравнение регулятора

$$W_0 u = W_1 y\,, \tag{3.5}$$

такое, чтобы замкнутая система была устойчива (все нули характеристического определителя системы (3.3), (3.5) должны лежать в левой полуплоскости) и в установившемся режиме функционал

$$I = \langle x'Rx \rangle + \langle u'Cu \rangle \tag{3.6}$$

достигал минимума. В (3.5), (3.6) W_0, W_1 – матрицы соответствующих размеров, элементы которых – операторные полиномы от d/dt; R, C – весовые матрицы; $\langle \cdot \rangle$ – символ математического ожидания. Введем матричные передаточные функции $F_x^{\psi}, F_u^{\psi}, F_x^{\varphi}, F_u^{\varphi}$ следующим образом:

$$\begin{bmatrix} x \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_x^{\psi} & F_x^{\varphi} \\ F_u^{\psi} & F_u^{\varphi} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi \\ \varphi \end{bmatrix},$$

которые, согласно (3.3) – (3.5), определяются так:

$$F_x^{\psi} = \left(P - MW\right)^{-1}; \quad F_u^{\psi} = W\left(P - MW\right)^{-1} \quad (W = W_0^{-1} W_1);$$

$$F_x^{\varphi} = F_x^{\psi} P - E\,; \quad F_u^{\varphi} = F_u^{\psi} P\,. \tag{3.7}$$

Поскольку замкнутая система должна быть устойчивой и, следовательно, элементы матриц F_x^{ψ}, F_u^{ψ}, F_x^{φ}, F_u^{φ} не должны иметь полюсов в правой полуплоскости, то функционал (3.6) можно записать так:

$$I = \frac{1}{i} \int_{-i\infty}^{i\infty} tr\left[\left(F_{x*}^{\psi} R F_x^{\psi} + F_{u*}^{\psi} C\, F_u^{\psi}\right) S_{\psi} + \left(F_{x*}^{\varphi} R F_x^{\varphi} + F_{u*}^{\varphi} C\, F_u^{\varphi}\right) S_{\varphi}\right] ds\,. \tag{3.8}$$

Здесь нижний индекс (*) означает транспонирование и замену аргумента s на $-s$; tr – след матрицы.

Таким образом, рассматриваемая задача синтеза сводится к определению матрицы W такой, чтобы замкнутая система была устойчива, а функционал (3.6) достигал минимума. В этой связи вариации δW при минимизации функционала (3.8) следует ограничить так, чтобы соответствующие вариации δF_x^{ψ}, δF_u^{ψ}, δF_x^{φ}, δF_u^{φ} матриц F_x^{ψ}, F_u^{ψ}, F_x^{φ}, F_u^{φ} не имели бы полюсов в правой полуплоскости, т.е. являлись бы физически осуществимы (физическая осуществимость весовой и передаточной функции понимается в смысле Винера, т.е. физически осуществимая весовая функция равна нулю при $t < 0$, и, соответственно, физически осуществимая передаточная функция – это функция аналитическая в правой полуплоскости [56] или функция передачи фильтров второго рода [26]).

Согласно (3.7) из физической осуществимости функции F_x^{ψ} и F_u^{ψ} и их вариаций следует физическая осуществимость функций F_x^{ϕ} и F_u^{ϕ} и их вариаций δF_x^{ψ} и δF_u^{ψ}. Согласно (3.7) имеем

$$PF_x^{\psi} - MF_u^{\psi} = E\,. \tag{3.9}$$

Следовательно, $n(m+n)$ элементов матриц F_x^{ψ} и F_u^{ψ} могут быть выражены через $m+n$ независимо варьируемых функций. Введем матрицу Φ размера $m \times n$ следующим образом:

$$AF_x^{\psi} + BF_u^{\psi} = \Phi\,, \tag{3.10}$$

где A и B – полиномиальные матрицы соответствующего размера.

В этом случае получим

$$F_x^{\psi} = P^{-1} + P^{-1}M\left(B + AP^{-1}M\right)^{-1}\left(\Phi - AP^{-1}\right); \tag{3.11}$$

$$F_u^{\psi} = \left(B + AP^{-1}M\right)^{-1}\left(\Phi - AP^{-1}\right). \tag{3.12}$$

Согласно (3.7), (3.9) – (3.12) имеем равенства

$$\Phi\left(P - MW\right) = A + BW\,; \quad W = F_u^{\psi}(F_x^{\psi})^{-1}.$$

Следовательно, матрица передаточной функции регулятора определяется следующим выражением:

$$W = (B + \Phi M)^{-1}\ (\Phi P - A)\,. \tag{3.13}$$

Отметим, что соотношения (3.9), (3.10), (3.13) являются матричными аналогами соотношений (2.7), (2.8), (2.10). Другими словами, параметризация [8] является скалярным вариантом параметризации [5].

Переписав (3.9), (3.10) в форме

$$Z\begin{bmatrix} F_x^{\psi} \\ F_u^{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E \\ \Phi \end{bmatrix}; \quad Z = \begin{bmatrix} P & -M \\ A & B \end{bmatrix}, \tag{3.14}$$

найдем, что если матрицы A и B обеспечивают отсутствие полюсов в правой полуплоскости у матриц Z и Z^{-1}, то из физической осуществимости вариаций δF_x^{ψ} и δF_u^{ψ} следует физическая осуществимость вариации матрицы Φ и наоборот.

Выясним, при каких условиях (3.13) можно рассматривать как алгоритм параметризации множества всех стабилизирующих объект (3.3) регуляторов. Другими словами, какие условия следует наложить на матрицы A и B, чтобы из устойчивости замкнутой системы (физическая осуществимость матриц F_x^{ψ} и F_u^{ψ}), следовала бы физическая осуществимость матрицы Φ, а из физической осуществимости матрицы Φ следовала бы устойчивость замкнутой системы «объект + регулятор». Согласно (3.10) первое условие выполнено, так как матрицы A и B – полиномиальны и, следовательно, не имеют полюсов в правой полуплоскости. При проверке второго условия используем левое MFD представление матрицы Φ

$$\Phi \ = \ \Gamma^{-1}\,\Pi\,, \tag{3.15}$$

где Γ и Π – полиномиальные матрицы, причем $\det\Gamma$ – гурвицев полином или константа. Подставив (3.13), (3.15) в (3.14), имеем

$$(\Gamma B \ + \ \Pi M)u \ = \ (\Pi P - \ \Gamma A)(x \ + \ \varphi)\,.$$

Следовательно, движение замкнутой системы (3.3), (3.5) описывается уравнениями

$$\begin{bmatrix} E & 0 \\ \Pi & \Gamma \end{bmatrix}\begin{bmatrix} P & -M \\ A & B \end{bmatrix}\begin{bmatrix} x \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \psi \\ \left(\Pi P - \Gamma A\right)\varphi \end{bmatrix},$$

характеристический определитель которых равен $\det\Gamma\cdot\det Z$. Таким образом, из физической осуществимости матрицы Φ ($\det\Gamma$ – гурвицев полином), следует устойчивость замкнутой системы, если $\det Z$ – гурвицев полином, т.е. Z^{-1} не имеет полюсов в правой полуплоскости. Другими словами, необходимым и достаточным условием того, что соотношение (3.13) определяет параметризацию множества стабилизирующих регуляторов, является выбор полиномиальных матриц A и B, обеспечивающих аналитичность Z^{-1} в правой полуплоскости.

Отметим, что, разбив матрицу Z^{-1} на блоки

$$Z^{-1} = \begin{bmatrix} \theta_{11} & \theta_{12} \\ \theta_{21} & \theta_{22} \end{bmatrix} \tag{3.16}$$

и приняв во внимание равенство (следующее из условия $ZZ^{-1}=E$)

$$(\Phi P - A)(\theta_{11}+\theta_{12}\Phi) = (B+\Phi M)(\theta_{21}+\theta_{22}\Phi),$$

можно получить следующую параметризацию W (если $\det(\theta_{11}+\theta_{12}\Phi)$ не равен тождественно нулю), эквивалентную (3.13):

$$\mathrm{W} = (\theta_{21}+\theta_{22}\Phi)(\theta_{11}+\theta_{12}\Phi)^{-1}. \tag{3.17}$$

§4. Параметризация [57].

В [57] предложено параметризировать матрицу W следующим образом (соотношение (34) [57]):

$$W = -(Y + D_R\Phi)(X - N_R\Phi)^{-1}, \tag{4.1}$$

где полиномиальные матрицы X и Y удовлетворяют диофантову уравнению

$$PX + MY = E, \tag{4.2}$$

а матрицы N_R и D_R являются результатом правого MFD представления матрицы $P^{-1}M$

$$P^{-1}M = N_R D_R^{-1}.$$

Другими словами, в обозначениях (3.2) – $P = D_L$, $M = N_L$.

Проанализируем связь параметризаций (4.1), (4.2) и (3.13), (3.17).

В соответствии [35, лемма (6.3.9)] (прямое и обратное тождество Безу) существуют полиномиальные матрицы V_R, U_R, V_L, U_L такие, что

$$\begin{bmatrix} V_R & U_R \\ N_L & -D_L \end{bmatrix}\begin{bmatrix} D_R & V_L \\ N_R & -U_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E & 0 \\ 0 & E \end{bmatrix} \tag{4.3}$$

или

$$\begin{bmatrix} D_L & -N_L \\ U_R & V_R \end{bmatrix}\begin{bmatrix} V_L & N_R \\ -U_L & D_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E & 0 \\ 0 & E \end{bmatrix}. \tag{4.4}$$

Другими словами, в этом случае матрицы

$$Z = \begin{bmatrix} D_L & -N_L \\ U_R & V_R \end{bmatrix}; \quad Z^{-1} = \begin{bmatrix} V_L & N_R \\ -U_L & D_R \end{bmatrix}. \tag{4.5}$$

являются полиномиальными и, следовательно, все θ_{ij} ($i, j = 1,2$) в (3.16) не имеют полюсов в C_+. (Здесь и далее C_+ обозначает правую полуплоскость).

Соотношения (4.3), (4.4) позволяют прояснить связь параметризации (3.13), (3.17) и (4.1), (4.2). Так, если в качестве матриц A и B выбрать U_R и V_R, т.е. матрицы A и B находить из диофантова уравнения

$$AN_R + BD_R = E, \tag{4.6}$$

то в соответствии с (4.5) получим $\theta_{11} = V_L$, $\theta_{12} = N_R$, $\theta_{21} = U_L$, $\theta_{22} = D_R$.

Подставив эти выражения в (3.17), найдем, что при таком выборе матриц A и B, параметризации (4.1) и (3.17), которая эквивалентна (3.13), отличаются только знаком матрицы Φ. Т.е. параметризация (4.1) является частным случаем параметризации (3.13). Отметим, что параметризация (3.13) эффективна и при более общей постановке задачи синтеза, например, в задачах, когда движение объекта описывается дифференциальными уравнениями с отклоняющимся аргументом [1, 2, 7, 22, 23].

§ 5. Вопросы цитируемости.

Процесс цитирования результата [5], по мнению авторов, может служить хорошей иллюстрацией тезисов [28], приведенных во введении. Так, несмотря на то, что процедура параметризации [5] была достаточно широко опубликована в русскоязычной печати (в том числе в ведущем советском журнале [6]), одному из авторов этой статьи пришлось опубликовать письмо [4]. Приведем содержание этого письма, т.к. оно достаточно полно характеризует ситуацию: «Следует приветствовать публикацию статьи [14], написанной на хорошем профессиональном уровне, посвященной одному из современных направлений частотных методов синтеза. Согласен с мнением авторов, что в теории управления формируется новое, весьма перспективное научное направление, но для правильной ориентации читателей хочу сделать следующее замечание. Ключевое соотношение частотных методов синтеза, параметризация (2.2) [14] (по мнению авторов [27], это самый полезный результат частотного метода синтеза линейных систем (см. комментарии к (9) [27])) в англоязычной литературе связывается с работой [57]. Как отмечено в [52] (комментарии к (35) [52]), это соотношение впервые появилось в [5] и на этот факт хотелось бы обратить внимание (более подробное сопоставление результатов [5] и других работ, см. [3])». Отметим отсутствие ответа авторов [14] на письмо [4].

Представляется, что ситуация аналогична и в англоязычной литературе. Так, в 2007 г. в [21] были изложены аргументы, аналогичные приведенным в [4]. Несмотря на это, в том же журнале (IEEE Trans. Automat. Control) в 2009 году публикуется статья [50] со ссылкой на [57] и без упоминания [5].

Таким образом, очевидно, что отмеченный в [4] пример отсутствия ссылки на [5] трудно объяснить языковым барьером или региональным подходом при анализе научных публикаций [30, п. 2.4.2].

Возможно, что «игнорирование» авторами [14] публикации [5] явилось следствием поддержки редакцией авторитетного журнала Автоматика и Телемеханика ошибочной оценки, приведенной в [10], алгоритма [8] (который кратко изложен в п.2). Так, относительно алгоритма [8] (который базировался на скалярном варианте процедуры параметризации [5] (см. абзац после соотношения (3.13))) в [10] было сказано: «… ошибочный подход к синтезу оптимальных регуляторов …». Редакция журнала Автоматика и Телемеханика фактически согласилась с этой ошибочной оценкой (см. сноску «От редакции:»к ответу [9] на публикацию [10]).

В заключение, отметим «свежую» публикацию [25] как одну из иллюстраций проблемы объективности цитирования. Приведем сокращенный (примеры опущены) вариант публикации [25]: «В [53], используя частотный метод, базирующийся на параметризации [57], рассматривается линейная квадратичная задача в особом случае, когда полюсы внешних возмущений лежат на мнимой оси. Другими словами, исследуется случай, когда характеристический определитель замкнутой системы имеет корни на мнимой оси. Следует отметить, что такого рода задачи (задачи синтеза следящих систем, задачи преследования-уклонения), в которых характеристический определитель замкнутой системы имеет нулевые корни, рассматривались в [7] (примеры I – III §2, гл. V). Более того, в [7] (пример II §3, гл. V) задача преследования-уклонения формулировалась для объектов с запаздыванием. Причем, в этом случае использована процедура параметризации [5] (о связи параметризаций [5] и [57] см. [21 – 23]).

В такого рода задачах использовали и метод пространства состояний (случаи, когда гамильтонова матрица имеет нулевые и мнимые собственные значения (см. примеры, приведенные ниже), были рассмотрены в [19, 42, 43]). Эта же задача изложена в п. 1.4 «Linear Quadratic Problem with Singular Hamiltonian Matrix» [18] и этот факт не соответствует утверждению [53]: «…..Aliev and Larin (1998) also suffer from some limitation» (см. Пример 1). Известно, что одной из процедур частотного метода синтеза, является процедура факторизации. В [45] приведен алгоритм факторизации дробно-рациональных матриц, имеющих нули и полюсы на мнимой оси.

Отметим, что в ряде задач, аналогичных рассмотренным в [53], использование упомянутых процедур метода пространства состояний, может оказаться эффективным.

Таким образом, отсутствие в [53] ссылок на упомянутые публикации [5, 7, 19, 21 – 23, 42, 43, 45], по нашему мнению, вызывают сожаление».

В ответе авторов [54], в частности, сказано следующее: «Действительно, вызывает сожаление, что несколько из работ, отмеченных в [25], не процитированы в [53] и что утверждение об ограничениях подхода [18] не было сделано более корректно. Однако, это обеспечило возможность публикации комментариев [25] и этого ответа [54]. Монографии [5, 7] содержат существенные результаты и достижения в частотном методе синтеза линейных многомерных систем с обратной связью. Они представляют выдающееся достижение того времени: ключевой вклад, а именно параметризацию всех стабилизирующих регуляторов, впоследствии представленную в [57]. Более свежее современное представление идей, содержавшихся в этих работах, включены в [18]…..». («It is indeed regretful that several of the references cited in the comments by Aliev and Larin are not included in Park and Bongiorno Jr (2009) and that the statement about the implied limitations of Aliev and Larin (1998) was not made clearer. However, this has provided an opportunity for the publication of their comments and this response. The monographs Larin, Naumenko, and Suntsev (1971, 1973) contain significant insights and accomplishments with regard to the frequency domain design of linear multivariable systems with feedback. They represent a notable achievement for their time: a key contribution, the parameterisation of all stabilising controllers, preceded the one presented in Youla, Jabr, and Bongiorno Jr (1976). A more recent and modern presentation of the ideas contained in these works is included in Aliev and Larin (1998)…..»).

Заключение.

Рассмотренные примеры подтверждают тезис [32] о том, «что в процедуре цитирования и его оценках *наиболее узким и неразработанным моментом является обеспечение объективности цитирования и новизны полученных результатов*». Отмечается, что проблема объективности цитирования не всегда может быть обусловлена языковым барьером.

Р Е З Ю М Е . Розглянуто проблему об'єктивності цитування наукових публікацій з механіки та систем управління, що виникає у зв'язку із створенням єдиного наукового інформаційного простору. Наведено приклади, які свідчать про важливість цієї проблеми. Відзначено, що проблема об'єктивності цитування не завжди обумовлена мовним бар'єром.

1. *Алиев Ф.А., Бордюг Б.А., Ларин В.Б.* H_2-оптимизация и метод пространства состояний в задаче синтеза оптимальных регуляторов. – Баку: Элм., 1991. – 373 с.
2. *Алиев Ф.А., Ларин В.Б., Науменко К.И., Сунцев В.Н.* Оптимизация линейных инвариантных во времени систем управления. – К.: Наук. думка, 1978. – 327 с.
3. *Ларин В. Б.* Частотные методы синтеза оптимальных систем управления // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. – 1989. – № 4. – С. 80 – 91.
4. *Ларин В.Б.* Замечание к обзору [1] // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. – 1990. – № 4. – С. 224.
5. *Ларин В.Б., Науменко К.И., Сунцев В.Н.* Спектральные методы синтеза линейных систем с обратной связью. – К.: Наук. думка, 1971. – 137 с.
6. *Ларин В.Б., Науменко К.И., Сунцев В.Н.* Синтез оптимальных линейных систем стабилизации // Докл. АН СССР. – 1972. – **204,** № 2. – С. 306 – 308.
7. *Ларин В.Б., Науменко К.И., Сунцев В.Н.* Синтез оптимальных линейных систем с обратной связью. – К.: Наук. думка, 1973. – 151 с.
8. *Ларин В.Б., Сунцев В.Н.* О задаче аналитического конструирования регуляторов // Автоматика и телемеханика. – 1968. – № 12. – С. 142 – 145.
9. *Ларин В.Б., Сунцев В.Н.* О грубости системы в задаче аналитического конструирования регуляторов (к письму в редакцию П.В. Надеждина) // Автоматика и телемеханика. – 1973. – № 5. – С. 199 – 200.
10. *Надеждин П.В.* О практической неустойчивости (негрубости) систем, получаемых по методу статьи [1] // Автоматика и телемеханика. – 1973. – № 5. – С. 196 – 198.

11. *Налимов В.В., Мульченко З.М.* Наукометрия. – М.: Наука, 1969. – 192 с.
12. *Наука України у світовому інформаційному просторі* / Під ред Я.С. Яцківа. – Вип. 1. – Київ, 2008. – 96 с.
13. *Ньютон Дж. К., Гулд Л.А., Кайзер Дж.Ф.* Теория линейных следящих систем. – М.: Физматгиз, 1961. – 407 с.
14. *Себряков Г.Г., Семенов А.В.* Проектирование линейных многомерных систем на основе вход-выходных отображений. Методы H_∞-теории управления (обзор) // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. – 1989. – № 2. – С. 3 – 16.
15. *Aliev F.A., Bordyug B.A., Larin V.B.* Comments on «A Stability-Enhancing Scaling Procedure for Schur-Riccati Solvers» // Systems & Control Letters. – 1990. – **14.** – 453 p.
16. *Aliev F.A., Larin V.B.* On Connection of Parametrizations of a Stable Regulator Set [1 – 3] // Bulletin of the Technical University of Istanbul. – 1993. – **46**. – P. 439 – 449.
17. *Aliev F.A., Larin V.B.* Comments on « H_2 -Optimal Zeros» // IEEE Trans. Automat. Control. – 1996. – **41**, N 7. – P. 1086.
18. *Aliev F.A., Larin V.B.* Optimization of linear control systems: Analytical methods and computational algorithms / Series "Stability and Control: Theory, Methods and Applications", Vol. **8**. – Amsterdam: Gordon and Breach, 1998. – 272 p.
19. *Aliev F.A., Larin V.B.* Special Cases Problems for Stationary Linear Closed-Loop Systems // Int. Appl. Mech. – 2003. – **39**, N 3. – P. 251 – 273.
20. *Aliev F.A., Larin V.B.* Comments on «Structure-Preserving Algorithms for Periodic Discrete-Time Algebraic Riccati Equations» // Appl. and Comput. Mathem. – 2006. – **5**, N 1 .– P. 119.
21. *Aliev F.A., Larin V.B.* Comments on «Optimizing Simultaneously Over the Numerator and Denominator Polynomials in the Youla-Kucera Parameterization» // IEEE Trans. on Autom. Control. – 2007. – **52**, N 4 .– P. 763.
22. *Aliev F.A., Larin V.B.* Parameterization of feasible solutions in problems of control and signal filtering (survey) // Appl. and Comput. Mathem. – 2007. – **6**, N 2. – P. 126 – 142.
23. *Aliev F.A., Larin V.B.* Parameterization of Set of Regulators which are Stabilizing Mechanical Systems // Int. Appl. Mech. – 2008. – **44**, N 6. – P. 599 – 618.
24. *Aliev F.A., Larin V.B.* Comments on «Computing the Positive Stabilizing Solution to Algebraic Riccati Equations with an Indefinite Quadratic Term Via a Recursive Method» // Appl. and Comput. Mathem. – 2009. – **8**, N 2. – P. 268 – 269.
25. *Aliev F.A., Larin V.B.* Comment on «Persistent Inputs and the Standard H_2 -multivariable Control Problems» by K. Park and J.J. Bongiorno Jr. // Int. J. Control. – 2010. – **83**, N 6. – P. 1296 – 1298.
26. *Bremermann H.* Distribution, complex variables and Fourier transforms. – Reading (Massachusetts): Addison-Wesley, 1965. – 280 p.
27. *Cheng L., Pearson J.B.* Frequency domain synthesis of multivariable linear regulators // IEEE Trans. Automat. Contr. – 1978. – **23**, N 1. – P. 3 – 15.
28. *Guz A.N.* On the Evolution of the Scientific Information Environment // Int. Appl. Mech. – 2006. – **42**, N 11. – P. 1203 – 1222.
29. *Guz A.N., Rushchitsky J.J.* Presentation to Scientific Community of Monographs of S.P. Timoshenko Institute of Mechanics // Int. Appl. Mech. – 2006. – **42**, N 3. – P. 247 – 290.
30. *Guz A.N., Rushchitsky J.J.* To the Problem of Evaluation of Scientific Publications // Int. Appl. Mech. – 2009. – **45**, N 3. – P. 233 – 244.
31. *Guz A.N., Rushchitsky J.J.* Scopus: A System for the Evaluation of Scientific Journals // Int. Appl. Mech. – 2009. – **45**, N 4. – P. 351 – 362.
32. *Guz A.N., Rushchitsky J.J.* The Citation Assessment of Publications of Scientists-Mechanicians of the National Academy of Sciences of Ukraine by the Thomson Reuters Institute for Scientific Information // Int. Appl. Mech. – 2009. – **45**, N 7. – P. 800 – 816.
33. *Guz A.N., Rushchitsky J.J.* On the Level of Coverage and Citation of Publications by Mechanicians of the National Academy of Sciences of Ukraine in the Scopus Database // Int. Appl. Mech. – 2009. – **45**, N 11. – P. 1153 –1161.
34. *Guz A.N., Rushchitsky J.J., Chernyshenko I.S.* On Modern Philosophy of Estimating the Scientific Publications // Int. Appl. Mech. – 2005. – **41**, N 10. – P. 1246 – 1253.
35. *Kailath T.* Linear systems. – Englewoood Cliffs (NJ): Prentice-Hall, 1980. – 682 p.
36. *Larin V.B.* Parametrization of the set of stabilizing regulators in a standard synthesis problem // J. Automat. Inform. Sci. – 1990.– **23**, N. 2.– P. 21 – 26.
37. *Larin V.B.* The Wiener – Kolmogorov method in problems of Synthesizing multidimensional control systems // J. Automat. Inform. Sci. – 1990. – **23**, N 5. – P. 36 – 41.

38. *Larin V.B.* Frequency methods of synthesizing optimal linear control systems // Soviet J. Comput. Systems Sci. – 1990. – **28**, N 1. – P. 128 – 139.
39. *Larin V.B.* Optimization in the Hardy space and the Problem of the Parametrization of Controllers (Survey) // Int. Appl. Mech. – 1992. – **28**, N 2. – P. 67 – 84.
40. *Larin V.B.* Connections between different variants of parametrizing a set of stabilizing regulators // J. Automat. Inform. Sci. – 1993. –**24**, N 6. – P. 33 – 38.
41. *Larin V.B.* A Connections among different parametrization variants // J. Comput. Systems Sci. Internat. – 1994. – **32**, N 2. – P. 127 – 133.
42. *Larin V.B*. Linear Quadratic Problem with a Singular Hamiltonian Matrix // J. of Automation and Information Sciences. – 1995. – **27** (3&4). – P. 152 – 163.
43. *Larin V.B*. Algorithm for solving algebraic Riccati equation which has singular hamiltonian matrix // Systems & Control Letters. – 1999. – **36**. – P. 231 – 239.
44. *Larin V.B.* About the Newton Iteration for Spectral Factorization // Systems & Control Letters. – 1999. – **37**. – P. 243 – 246.
45. *Larin V.B*. Algorithm of J-factorization of Rational Matrices with Zeros and Poles on the Imaginary Axis // Int. J. of Math. and Mathematical Sciences. – 2003. – N 45. – P. 2873 – 2885.
46. *Larin V.B.* Comments on «Approximated Gramians and Balanced Realizatin of Lightly Damped Flexible Structures» // Appl. and Comput. Mathem. – 2004. – **4**, N 2. – P. 152 – 154.
47. *Larin V.B.* Comments on «The Set of Positive Semi-definite Solution of the Algebraic Riccati Equation of Discrete-Time Optimal Control» // Appl. and Comput. Mathem. – 2005. – **4**, N 1. – P. 84 – 85.
48. *Larin V.B.* Comments on Design of Robust Static Output Feedback for Large-Scale Systems // Appl. and Comput. Mathem. – 2007. – **6**, N 1. – P. 97 – 98.
49. *Larin V.B., Naumenko K.I., Suntsev V.N.* Synthesis of Optimal Linear Stabilization Systems // Soviet Physics – Doklady. – 1972. – **17**, N 5. – P. 438 – 440.
50. *Mori K.* Parametrization of All Strictly Causal Stabilizing Controllers // IEEE Trans. Automat. Control. – 2009. – **54**, N 9. – P. 2211 – 2215.
51. *Ozbay H.* Book review: «Optimization of Linear Control Systems: Analytical Methods and Computational Algorithms – F.A. Aliev and V.B. Larin (Amsterdam: Gordon and Breach. 1998.)» // IEEE Trans. Automat. Control. – 2000. – **45**, N 10. – P. 1937 – 1938.
52. *Park K., Bongiorno J.J.* A general theory of the Wiener-Hopf design of multivariable control systems // IEEE Trans. Automat. Contr. – 1989. – **34**, N 6. – P.619 – 626.
53. *Park K., Bongiorno J.J.* Persistent inputs and the standard H_2-multivariable control problem // Int. J. of Control. – 2009. – **82**, N 11. – P. 2002 – 2012.
54. *Park K., Bongiorno J.J.* Response to comment on «Persistent inputs and the standard H_2-multivariable control problem» // Int. J. of Control. – 2010. – **83**, N 6. – P. 1299 – 1302.
55. *Sorenson H.W.* Least-Squares Estimation: from Gauss to Kalman // IEEE Spectrum. – July, 1970. – P. 63 – 68.
56. *Tsein H.S.* Engineering Cybernetics. – New York: McGraw -Hill, 1954. – 462 p.
57. *Youla D.C., Jabr H.A., Borgiorno J.J.* Modern Wiener-Hopf design of optimal controllers. – Pt. 2: The multivariable case. – IEEE Trans. Automat. Contr. – 1976. – **21**, N 3. – P. 319 – 338.

Поступила 25.05.2010 Утверждена в печать 21.10.2010