

О «КИБЕРНЕТИКЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА»: НАУЧНЫЕ ОСНОВАНИЯ И КРИТЕРИЙ ПРИМЕНЯЕМОСТИ КООРДИНАТНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

А.С. Бондаревский, А.В. Лебедев

*ФГУП НИИ Физических Проблем им. Ф.В. Лукина, Москва, Россия,
admin@niifp.ru*

В статье показано, что методическим рубежом между «винервской» кибернетикой и «кибернетикой второго порядка» Ст. Бира, У.Р. Эшби и др. является невыполнение для объектов управления критерия управляемости Р. Калмана.

Ключевые слова: кибернетика, управление, кибернетика второго порядка, критерий управляемости Р. Калмана.

ABOUT SECOND — ORDER CYBERNETICS: THE SCIENTIFIC BASES AND CRITERION OF APPLICABILITY OF KOORDINATNO-PARAMETRICAL MANAGEMENT

A.S. Bondarevsky, A.V. Lebedev

FGYP NII of Physical Problem. F.V. Lukina, Moscow, Russia, admin@niifp.ru

It is shown in the article that a methodical boundary between cybernetics (author N. Winner) and second-order cybernetics (authors St. Beer, W.R.) is failure implement R. Kalman's Controllability Condition for objects of management.

Key words: Cybernetics, management, second-order cybernetics, Kalman's Controllability Condition.

В сфере пользовательских отношений всегда существует потребность в переходе от управления сравнительно простыми «косными» объектами к управлению более сложными объектами, такими как объекты био- и ноосферы. В последнем случае, например, потребность в переходе к управлению отношениями в социумах. В частности, к управлению отношениями людей, проявляемыми, скажем, в эволюциях финансовых потоков промышленных предприятий.

Особенностью таких био и ноо, в отличие от «косных» объектов, является чрезвычай-

ная сложность их описаний, огромное количество используемой в них информации [5].

Это, в свою очередь, проявляется в столь же огромном числе состояний, дифференциальных уравнений, описывающих эти объекты.

В настоящее время, в связи с достижением технологического процесса 45 нм, который обеспечил повышение производительности и снижение энергопотребления микропроцессоров, появились многоядерные и одноядерные микропроцессоры

с достаточно высоким быстродействием. Например, 4-х ядерный микропроцессор Intel Quad 9550 с частотой каждого ядра 2,8 ГГц. Появление таких мощных микропроцессоров сделало возможным построение кластерных систем и «персональных» суперкомпьютеров с поистине фантастическими логико-вычислительными возможностями (например, суперкомпьютера IBM Roadrunner (пиковая производительность 1026 TFLOPS¹), который работает в два раза быстрее ныне существующей модели — рекордсмена Blue Gene/L той же фирмы).

В результате, обращение к управлению био- и ноообъектами в рамках технических возможностей таких компьютеров стало вполне возможным.

Для управления такими объектами физическая реализация этих, имеющих место, поистине фантастических компьютерных возможностей, становится действительностью только при наличии подходящих для такого управления методов.

Однако, в технике сегодняшнего кибернетического, «винеровского» (40-е годы), управления принципы для таких методов даже не разработаны.

В изначальном определении кибернетика Н. Винера — это «наука об общих закономерностях управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе» [3]. Но, как оказывается, применительно к «машинам» в этой кибернетике все обстоит благополучно. Чего не скажешь о декларируемых в «винеровской»

кибернетике других объектах управления, в частности, относимых к био и ноосфере.

В связи с этим, еще в 50-е годы Ст. Бир [1,2], У.Р. Эшби, У. Мак-Каллох, а позднее Г. фон Ферстера и Г. Бейтсона начали разрабатывать «кибернетику второго порядка». В отличие от «винеровской» одномерной («координатной») — многомерная («координатно» — «параметрическая» — «структурная» — см. ниже) кибернетика.

«Кибернетика второго порядка» Ст. Бира и др. была изначально ориентирована на управление объектами био- и ноосферы, в т.ч. — на управление отношениями в социумах и, в частности, на управление отношениями людей, проявляемыми, например, в эволюциях финансовых потоков промышленных предприятий.

Как утверждает в трудах [1,2,7,8] означенных авторов, «кибернетика второго порядка» — есть «управление сложностью», которое заключается не в реагировании на изменения в объекте управления, как это имеет место в «винеровской кибернетике», а в реагировании на тенденции этих изменений.

Это, в свою очередь, осуществляется посредством воздействия на «целостность и внутреннюю связанность объектов управления и посредством этого, поддержания гомеостазиса и самоорганизации в них».

Здесь, если отвлечься от означенных выше высоких вербальностей, следует обратить внимание на то, что в связи с гипермерностью числа состояний, описывающих объекты «кибернетики второго порядка» дифференциальных уравнений, соответ-

¹ TFLOPS = 1 триллион операций в секунду над плавающими числами размера 64 бита в формате IEEE 754

ствующими возможностями должны обладать и управляющие воздействия компьютерных технических средств.

Таких воздействий, несмотря на необходимость поддержания всех означенных «гомеостазисов» и «самоорганизаций», во всякой кибернетической системе и, прежде всего, таковой «второго порядка», может быть три и только три (не более! Другие просто неоткуда взять).

Т.е. в дополнение к «винеровским» воздействиям *по координатам* в системах «кибернетики второго порядка» должно иметь место еще два воздействия. А именно, — воздействия по *параметрам* и *структуре* объекта.

При этом, в связи с неметричностью — чисто качественно-семантическим характером последнего, наибольший интерес при всяком кибернетическом (в т.ч., и «второго порядка») управлении представляют воздействия по координатам и (&) параметрам.

О необходимости применения кибернетического координатно-параметрического управления еще в конце 50-х годов упоминали поименованные выше американские кибернетики.

Примерно в эти же годы таким — координатно-параметрическим управлением начали заниматься для задач аэрокосми-

ческого управления академик Б.Н. Петров и доктора технических наук В.Ю. Рутковский, С.Д. Земляков в Институте автоматизации и телемеханики АН СССР (ныне ИПУ им. акад. В.А. Трапезникова РАН) [6].

И, в заключении, — о критерии применимости координатно-параметрического управления.

Оказывается, для линейных объектов таковым является известный критерий управляемости Р. Калмана [4].

Представим матричную запись системы уравнений, описывающих такой объект, в форме:

$$\dot{q} = Aq + BV \quad y = Cq + DV$$

где B и D — матрицы входных (управляющих) переменных («координат») V ;

A и C — матрицы переменных состояний q , а y — выходная переменная.

Тогда критерий управляемости Р. Калмана, такого объекта проявляется в отсутствии в матрице B нулевой строки.

И, наоборот, неуправляемость, по Р. Калману, такого объекта имеет место при наличии в матрице B нулевой строки.

Далее проиллюстрируем на блок-схеме (рис.1) такой неуправляемый, по Р. Калману, объект.

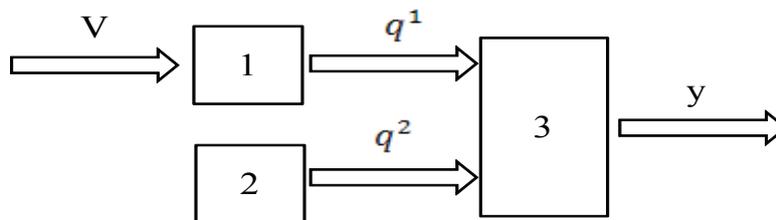


Рис.1 Неуправляемый по Р. Калману объект (по причине наличия блока 2)

Как следует из рис.1, неуправляемость по Р. Калману того или иного объекта заключается в наличии в его блок-схеме «подвешенных», — не имеющих входных координат, звеньев (их «участие» в «работе» объекта может быть обусловлено только наличием в них ненулевых начальных условий).

А это значит, что единственно возможным способом «достать» такие звенья при управлении является только воздействие на их «начинку», т.е., — воздействие на параметры этих звеньев.

В результате оказывается, что критерием необходимости перехода от чисто «винеровского» одномерно-координатного управления к таковому координатно — параметрическому и далее — структурному, является невыполнение критерия Р. Калмана для объекта управления.

Таким образом, методическим рубежом между «винеровской» кибернетикой и «кибернетикой второго порядка» Ст. Бира и др. является невыполнение для объекта управления критерия управляемости Р. Калмана.

Заключение

В сфере пользовательских отношений всегда существует потребность в переходе от управления «косными» объектами к управлению объектами био- и ноосферы. В последнем случае, например, потребность в переходе к управлению отношениями в социумах (скажем, отношениями людей, проявляемыми, в частности, в эволюциях финансовых потоков промышленных предприятий).

«Винеровская» — одномерная (с «координатным» управлением) кибернетика

такие задачи удовлетворительно решить не может.

На решение задач управления объектами био- и ноосферы ориентирована возникшая в конце 50-е годы так называемая «кибернетика второго порядка» Ст. Бира, У.Р. Эшби, У. Мак-Каллоха, Г. фон Ферстера и Г. Бейтсона.

Особенность ее — многомерность (использование «координатно-параметрического» управления).

Показано, что методическим рубежом между «винеровской» кибернетикой и «кибернетикой второго порядка» Ст. Бира и др. является невыполнение для объектов управления критерия управляемости Р. Калмана.

Список литературы

1. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. — М.: Наука, 1965 (Beer St. Cybernetics and Management. — London: English Universities, 1962)
2. Бир Ст. Мозг Фирмы.—М., 1993. (Beer St. The Brain of the Firm; McGraw-Hill, 1972)
3. Винер Н., Кибернетика, пер. с англ., «Советское радио», М.1960 (Wiener N., Cybernetics, John Wiley & Sons, Inc. 1959)
4. Деруссо П., Рой Р., Клоуз Ч. Пространство состояний в теории управления (для инженеров) . — М: Наука, 1972 (Paul M. Deruso, Rob J. Roy, Charles M. Close State Variables for engineers. John Wiley & Sons, Inc. 1970)
5. Клир Дж.. Системология. — М.: Радио и связь, 1990
6. Петров Б.Н., Рутковский В.Ю., Земляков С.Д. Адаптивное координатно-параметрическое управление нестационарными объектами. — М: Наука, 1980

7. Francis Heylighen, Cliff Joslyn. Cybernetics and second — order cybernetics. Encyclopedia of physical science & technology (3rd ed.) Academic Press, New York, 2001
8. Heinz Von Foerster. Cybernetics of cybernetics. Communication and Control in Society (ed. K. Krippendorff), Gordon and Breach, 1974.
-