

- Electronic Voting / B. A. Schoenmakers // Lecture Notes in Computer Science. – 1999. – Vol. 1666. – P. 148-164.
 3. Смарт Н. Криптографія / Н. Смарт. – М.: Техносфера, 2005. – 528 с.
 4. Lunghi, T. Experimental Bit Commitment Based on Quantum Communication and Special Relativity / T. Lunghi, J. Kaniewski, F. Bussieres, R. Houlmann, M. Tomamichel, A. Kent, N. Gisin, S. Wehner, H. Zbinden // Physical Review Letters. – 2013. – Vol. 111. – 180504.
 5. Xiao, L. Efficient Multiparty Quantum-Secret-Sharing Schemes / L. Xiao, G.L. Long, F.G. Deng, J.W. Pan // Physical Review A. – 2004. – Vol. 69. – 052307.

References

1. Korchenko O. Quantum Secure Telecommunication Systems / Korchenko O., Vorobiyenko P., Lutskiy M., Vasiliu Ye., Gnatyuk S. // Telecommunications Networks – Current Status and Future Trends (Edited by J.H. Ortiz). – InTech, 2012. – P. 211–236.
 2. Schoenmakers B. A. Simple Publicly Verifiable Secret Sharing Scheme and Its Application to Electronic Voting / B. A. Schoenmakers // Lecture Notes in Computer Science. – 1999. – Vol. 1666. – P. 148-164.
 3. Smart N. Kriptigrafia / Smart N. – М.: Tehnosfera, 2005. – 528 с.
 4. Lunghi, T. Experimental Bit Commitment Based on Quantum Communication and Special Relativity / T. Lunghi, J. Kaniewski, F. Bussieres, R. Houlmann, M. Tomamichel, A. Kent, N. Gisin, S. Wehner, H. Zbinden // Physical Review Letters. – 2013. – Vol. 111. – 180504.
 5. Xiao, L. Efficient Multiparty Quantum-Secret-Sharing Schemes / L. Xiao, G.L. Long, F.G. Deng, J.W. Pan // Physical Review A. – 2004. – Vol. 69. – 052307.

Рецензія/Peer review : 12.1.2015 р. Надрукована/Printed :24.1.2015 р.
 Стаття рецензована редакційною колегією

УДК 004.82:681.18

А.А. ШИЯН, Ю.Є. ЯРЕМЧУК, Л.О. НІКІФОРОВА, В.Х. КАСІЯНЕНКО
 Вінницький національний технічний університет

**МОДЕЛЬ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ
 ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ
 ОПЕРАТОРІВ У ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРИ**

Поставлено задачу розробки моделі створення автоматизованих систем управління технологічним процесом, який у рамках одного математичного апарату дозволяє описати як технічну, так і людську складові. З використанням операторів, що діють в інформаційному просторі задачі з управління технологічним процесом, побудовано основні елементи теорії автоматичного управління. Це дозволило розробити алгоритм для створення автоматизованих систем управління технологічним процесом, який використовує тільки такі оператори.

Ключові слова: автоматизована система управління, технологічний процес, формування, інформаційний простір задачі, оператор.

A.A. SHIYAN, IU.E. IAREMCHUK, L.O. NIKIFOROVA, V.H. KASIANENKO
 Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, Ukraine

**MODEL FOR CREATING OF AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR TECHNOLOGICAL
 PROCESSES WITH USING OF MATHEMATICAL OPERATORS IN THE INFORMATION SPACE**

Abstract – The problem on elaboration of a model for the creation of automated control systems for technological process, which in the frame of the same mathematical apparatus allows describing both technical and human components, is developed. With the using of operators, which operate in the information space of problem on management of technological process, the basic elements of the theory of automatic control are constructed. This made it possible to develop an algorithm for the creation of automated control systems for technological process, which only uses such operators.

Keywords: automated control system, technological process, create, information space of problem, mathematical operator.

Вступ. Управління технологічними процесами вимагає значної автоматизації. Важливою обставиною при цьому є те, що необхідність приймати рішення та здійснювати вибір вимагає включення структури управління також і людини. Людина здійснює різноманітну діяльність: від здійснення так званого «управління вручну», до підготовки баз даних для використання в автоматичних системах.

Однак сьогодні все ще існує розбіжність у методах, які використовуються для опису технічної та людської компонент автоматизованих систем управління. Якщо для опису функціонування технічних пристроїв існують добре розвинені математичні методи, то опис людини все ще залишається за межами необхідної математичної формалізації. Найчастіше для цього використовують описові методи психології, теорії прийняття рішень та теорії ігор.

Таким чином, розробка універсальних методів формалізації для моделювання функціонування автоматизованих систем управління технологічними процесами, які на однаковому рівні математичного апарату могли б описати і технічну, і людську компоненту, залишається актуальною науковою проблемою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасні системи автоматичного управління детально описано в [1], де наведено велику кількість прикладів застосування загальних методів теорії автоматичного управління до широкого кола наукових та практичних задач. Показано, що важливою особливістю теорії

автоматичного управління є наявність регуляторів та блоків для здійснення зворотного зв'язку. Із використанням таких блоків система автоматичного управління формується за розробленим алгоритмом (моделлю технологічного процесу) аналогічно тому, як збирається конструкція у конструкторі «Лего». Однак задачі моделювання людини та включення її моделей у системи автоматичного управління в [1] не розглядаються.

В [2-4] розроблено математичний апарат для опису діяльності людини, який дозволяє формалізувати широке коло її діяльності у сфері управління. Для цього вводиться інформаційний простір задачі, який структурується за універсальним методом, придатним для широкого кола предметних областей. Людина тоді виступає як спеціальним чином визначений оператор, який діє на інформаційному просторі задачі. Саме цей оператор описує як саму діяльність, так і процеси сприйняття та переробки інформації людиною. При побудові відповідного математичного апарату в якості проміжного результату було отримано більш широку множину операторів, але їх інтерпретації надано не було.

Метою статті є розробка методу формалізації для формування автоматизованих систем управління технологічним процесом, який в рамках одного математичного апарату дозволяють описати як технічну, так і людську складові.

Основна частина. Спочатку нагадаємо основні риси побудованого в [2, 3] математичного апарату.

Управлінська діяльність може бути представлена у вигляді оператора G , який перетворює ту інформацію I_{before} про заданий технологічний процес, яка була перед здійсненням акту управління, в інформацію I_{after} про цей же самий технологічний процес, але яка має місце вже після здійснення акту управління. Це можна записати у такий спосіб:

$$I_{after} = G \cdot I_{before} \quad (1)$$

Подальше дослідження привело до такої теореми.

Теорема 1 [2, 4]. Для здійснення будь-якої діяльності необхідно та достатньо наявності тільки таких операторів g_k^i , які програмуються всього однією компонентою інформації (з інформаційного простору I_{before}) і діяльність яких виражається також у зміні всього однієї компоненти інформації із інформаційного простору I_{after} (тобто результуюча зміна при переході від I_{before} до I_{after} полягає в зміні у інформаційному просторі I_{after} всього однієї компоненти у порівнянні із інформаційним простором I_{before}).

У функціональному вигляді такий оператор, що описує управління на одному певному (заданому) рівні в ієрархічній системі може бути записаний у вигляді так званої «чорної скрині»

$$\langle input | output \rangle \quad (2)$$

Теорема 2 [2, 4]. Загальна кількість операторів g_k^i становить 64 різних варіантів.

Доведення. Бінарний оператор g_k^i може мати лише одну із восьми компонент з інформаційного простору I_{before} і лише одну із восьми компонент із інформаційного простору I_{after} . Кількість різних можливих варіантів становить $8 \times 8 = 64$. •

Покажемо, що 64 операторів g_k^i можуть бути використані в якості типових елементів для форматування довільної автоматизованої системи управління.

Основними елементами автоматичного управління є системи, які забезпечують зворотній зв'язок. Його можна представити структурною схемою рис. 1. Тут $X_{BX}(p)$ позначає вхідний інформаційний сигнал, $X_{BUX}(p)$ – вихідний сигнал, $G(p)$ – зображення Лапласа для математичної моделі функціонування об'єкту, що управляється, а $Z(p)$ – зображення Лапласа для управляючого інформаційного сигналу [1].

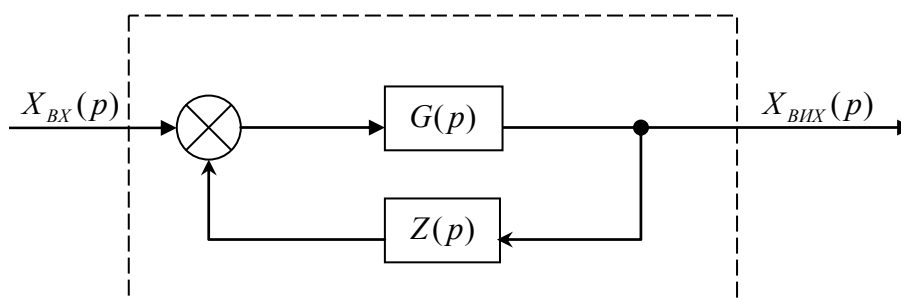


Рис. 1. Структурна схема моделі паралельного зворотного зв'язку

Покажемо, що оператори g_k^i можуть бути використані для моделювання позитивного та негативного зворотних зв'язків.

Приклад 1. Розглянемо відцентровий регулятор, прикладом якого є регулятор Уатта [1]. З точки зору математичного апарату, введеного вище, він являє собою управління, яке влаштоване за таким алгоритмом

$$g_k^i = \langle process | state \rangle. \quad (3)$$

Цей оператор в якості вхідного інформаційного сигналу використовує характеристики процесу обертання масивного шару, відповідно до зміни яких він змінює характеристики стану іншого об'єкту (наприклад, для парового котла це буде площа отвору для випуску надлишків пару).

Загалом, такий регулятор відслідковує певну характеристику об'єкту, після чого здійснює свою діяльність таким чином, щоб досягти її незмінності, тобто, щоб досягти певного стану (заданого для цієї характеристики).

Підкреслимо, що такий регулятор добивається того, щоб характеристики обертання масивного шару були незмінними – саме у цьому сенсі в (3) застосовано поняття «стан» для інформаційного сигналу, який належить до такого ж класу інформації із інформаційного простору задачі (див [2-4]).

За допомогою співвідношення (3) найчастіше моделюється негативний зворотний зв'язок, коли потрібно зберегти в незмінності певні характеристики управляемого технологічного процесу. •

Приклад 2. Іншим прикладом слугує регулятор, який не допускає, наприклад, флаттер (сукупність самозбуджених незатухаючих крутильних та згинальних коливань конструкцій літака, що призводять до його руйнування) [1]. В цьому випадку оператор g_k^i , який здійснює діяльність, влаштовано «навпаки» по відношенню до (3).

$$g_k^i = \langle state | process \rangle \quad (4)$$

Регулятор (4) відслідковує набір цілком певних значень (тобто станів) певних характеристик об'єкту, що управляється. А його діяльність полягає в започаткуванні процесів, що спрямовані на зміну «критичних» для об'єкту значень тих же самих характеристик.

Цікаво, що аналогічно (4) також можна описати цілий клас регуляторів, які мають своєю ціллю недопущення параметричного резонансу елементів конструкції об'єкту (наприклад, які відповідають так званам «мовам Арнольда» [43]). •

Підкреслимо, що у прикладах 1 та 2 розглядалися такі g_k^i , для яких інші полюси дихотомій компонент інформаційного простору є однаковими.

Приклад 3. В загальному вигляді негативний зворотний зв'язок задається виразом (3). Але, на відміну від попередніх прикладів, в ньому вже можуть використовуватися дві різні компоненти інформаційного простору задачі. •

Приклад 4. Позитивний зв'язок задається виразом (4), де теж, у загальному випадку, можуть використовуватися дві різні компоненти інформаційного простору задачі. •

Як впливає із прикладів 3 та 4, велика кількість стандартних задач загальної теорії управління [1] допускає використання концепції g_k^i в якості стандартизованих елементів.

Приклад 5. Розглянемо задачу автоматичного формування рейтингу за умови, коли кількість елементів рейтингу є меншою за кількість об'єктів, що рейтингуються. При цьому рейтингувати необхідно тільки ті об'єкти, які перевищують певні задані умови. Більш того, за умови задачі, такий рейтинг потрібно постійно змінювати, враховуючи поточні зміни характеристик об'єктів рейтингу.

Для цієї задачі підійде g_k^i , який має таку структуру

$$g_k^i = \langle Boundary - Process | Boundary - State \rangle. \quad (5)$$

Саме цей елемент відбирає необхідну кількість об'єктів, що рейтингуються. Дійсно, за умови задачі потрібно враховувати процес зміни характеристик об'єктів, постійно порівнюючи їх поточні значення із заданими. Сам же рейтинг є об'єктом, який і є результатом діяльності. •

Обговорення результатів. В загальному випадку формування автоматизованої системи управління технологічним процесом може виконуватися за таким алгоритмом.

1. Формується інформаційний простір задачі з управління заданим технологічним процесом за методами, що описані в [2, 4]. Він складається із 8 компонент, кожна із яких є, в загальному випадку, певною базою даних із характеристик об'єкту, що управляється.

2. Процес управління технологічним процесом розбивається на окремі етапи (операції), в рамках яких має місце зміна однієї із компонент інформації. Це означає, що такий етап може бути описаний одним і тільки одним оператором g_k^i .

3. У випадку, коли в управління технологічним процесом необхідне втручання людини, застосовуються методи та технології, що детально описано в [2, 4]. Це може мати місце, наприклад, у випадку, коли необхідно здійснити вибір із декількох різних варіантів, коли необхідно використати неформалізовану інформацію (яка, відповідно, відсутня в інформаційному просторі задачі), коли необхідно врахувати інформацію щодо інших об'єктів тощо. Підкреслимо, що управлінська діяльність людини описується певною підмножиною операторів g_k^i .

4. Об'єднуємо в єдину структуру оператори g_k^i , які описують автоматичні та автоматизовані етапи (операції) з управління технологічним процесом. В результаті буде отримано певний граф, у вузлах якого знаходяться компоненти інформаційного простору задачі, а дуги якого є операторами g_k^i .

Таким чином, весь процес управління технологічним процесом буде описано тільки за

використання операторів g_k^i .

Висновки. Поставлено задачу розробки моделі створення автоматизованих систем управління технологічним процесом, який в рамках одного математичного апарату дозволяє описати як технічну, так і людську складові. З використанням операторів, що діють в інформаційному просторі задачу з управління технологічним процесом, побудовано основні елементи теорії автоматичного управління. Це дозволило розробити алгоритм для формування автоматизованих систем управління технологічним процесом, який використовує тільки такі оператори.

Література

1. Dorf R. C. Modern Control Systems / R. C. Dorf, R. H. Bishop. – New York : Prentice Hall, 2010. – 1104 p.
2. Шиян А. А. Теоретико-ігровий аналіз раціональної поведінки людини та прийняття рішень в управлінні соціально-економічними системами / А. А. Шиян. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 404 с.
3. Shiyan A. A. Technologies for HR-Managers: Typology for Person's Economic Behavior, Applications and Mechanism Design / A. A. Shiyan // Labor: Personnel Economics eJournal. – 2011. – Vol 3, Issue 70. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1827706>. – 373 p.
4. Shiyan A. A. Types of Economic Behavior: The Instrument for Management of Individuals, Institutions, Countries and Humankind / A. A. Shiyan, L. O. Nikiforova // Forecasting Models eJournal. – 2011. – Vol 4, Issue 24. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1952651>. – 22 p.
5. Арнольд В. И. Математические методы классической механики / В. И. Арнольд. – М. : Наука, 1974. – 432 с.

References

1. Dorf R. C., Bishop R. H. Modern Control Systems. New York : Prentice Hall, 2010. 1104 p.
2. Shiyan A. A. Teoretyko-igrovyy analiz racionalnoy povedinky lyudyny ta pryjnyattya rishen v upravlinni socialno-ekonomichnymy systemamy. Vinnytsya: UNIVERSUM-Vinnytsya, 2009. 404 s.
3. Shiyan A. A. Technologies for HR-Managers: Typology for Person's Economic Behavior, Applications and Mechanism Design/ Labor: Personnel Economics eJournal. 2011. Vol 3, Issue 70. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1827706>. – 373 p.
4. Shiyan A. A., Nikiforova L. O. Types of Economic Behavior: The Instrument for Management of Individuals, Institutions, Countries and Humankind. Forecasting Models eJournal. 2011. Vol 4, Issue 24. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1952651>. – 22 p.
5. Arnold V. Y. Matematycheskiye metody klassycheskoj mexaniky. M. : Nauka, 1974. 432 s.

Рецензія/Peer review : 16.12.2014 p.

Надрукована/Printed :24.1.2015 p.

Рецензент: д.т.н., проф. Шинкарук О.М.

УДК 531.7.08

В.В. КУХАРЧУК, Ю.Г. ВЕДМІЦЬКИЙ

Вінницький національний технічний університет

ПЕРЕТВОРЮВАЧІ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ З ДВОМА СТУПЕНЯМИ ВІЛЬНОСТІ. МЕТОД ДВОХ РЕЗОНАНСІВ

В роботі привернуто увагу до багатовимірних вимірювальних перетворювачів моменту інерції в засобах неруйнівного контролю, використання яких порівняно з поширеними одновимірними системами 1-го та 2-го порядків створює фізичні передумови для розробки принципово нових методів вимірювання і контролю моменту інерції з покращеними метрологічними характеристиками, що знайшло своє відображення в запропонованій системі перетворювача моменту інерції з двома ступенями вільності, де за допомогою теорії динамічних аналогій побудовано його узагальнені математичну та електричні моделі і на цій основі розроблено принципово новий метод перетворення моменту інерції – метод двох резонансів.

Ключові слова: момент інерції, вимірювальний перетворювач, число ступенів вільності, динамічні аналогії, математична та електрична моделі, метод двох резонансів.

V.V. KUCHARCHUK, Y.G. VEDMITSKIYY

Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

TRANSDUCERS OF MOMENT OF INERTIA WITH TWO DEGREE OF FREEDOMS. TWO-RESONANCE METHOD

In paper the attention is paid to working out of many-dimensional systems of primary transformation of a moment of inertia. Shaping of system of the primary converter of a moment of inertia with two degree of freedoms, construction by means of the theory of its dynamic analogies of the generalised mathematical and two (dual) electric models is the work purpose. In paper the new method of conversion of a moment of inertia also is presented and proved. This method is constructed on mathematical and electrical models of system with two degrees of freedom and has series of advantages in comparison with systems with one degree of freedom. The is in essence new method of measurement and control of a moment of inertia and it has the improved metrological performances. Multidimensionality of system of the primary converter of a moment of inertia is an original cause of it. The paper material is intended for electrical and electromechanical devices of the industry.

Key words: moment of inertia, measuring transducer, number of degrees of freedom, dynamical analogy, mathematical and electrical models, two-resonance method.