

3. Карслян Э.В. Современные методы теории автоматического управления. Цветотипные методы анализа и синтеза многосвязных САУ: Уч. пос. / ЕрПИИ. - Ереван, 1991. - 123 с.

4. Atherton D.P. Stability of nonlinear systems. - Chichester: Wiley, 1981. - 243 p.

5. Матевосян П.А., Саркисян М.А., Мнацаканян М.Г., Абгарян С.В. Автоматическое устройство наведения и слежения // Элементы и технические средства систем управления: Межв. сб. научн. тр. / ЕрПИИ. - Ереван, 1989. - С. 6-9.

ГИУА

11.03.1997

Изв. НАН и ГНУ Армении (сер. ТН), т. 1, № 2, 1997, с. 133 - 141.

УДК 519.8 (401.7)

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

А.Г. НИКОГОСЯН

К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

Վառարկված է արդյունաբերական տարրերի ստեղծման վերլուծությունը: Նշանակման և որակի ցուցանիշների ձևավորման գործընթացում դիտարկված են մշակման, արտադրության և շահագործման փուլերն իրենց վերլուծական և կարագրությամբ և գրաֆիկական պատկերացումը: Էլեկտրամագնիսական ռելեի օրինակով առաջարկված է արտադրության գործընթացի ձևական ներկայացումը, որը թույլ է տալիս ընդգծել կառուցվածքի տարրերի և պատրաստման գործողությունների պատճառահետևանքային կապերը:

Проведен анализ создания промышленных изделий. Рассмотрены этапы разработки, производства и эксплуатации с аналитическим описанием и графическим представлением процесса формирования показателей назначения и качества. Предложено формализованное представление процесса производства на примере электромагнитных реле, позволяющее выделить причинно-следственные связи элементов конструкции и операций изготовления.

Ил. 4. Библиогр. 5 назв.

An analysis for producing manufactured products with their characteristics is performed. Stages of development, production and manufacture with analytical description and graphic representation of the forming process for purpose and quality indices are considered. Formal representation of production process is proposed with electromagnetic relays permitting to separate reason-consequence communication of construction elements and operation—making.

Ил. 4. Ref. 5.

Процесс удовлетворения технических потребностей общества начинается с прогнозирования и основывается на гипотезах, являющихся результатом:

— экстраполяции факторов текущего состояния объектов, подлежащих проектированию;

— выводов, сформированных на основе комплекса критериев, отвечающих прогнозированию будущего, рассматриваемого как результат критической оценки существующего состояния;

— потребностей общества.

Представленная схема указывает на важную роль этапов технического и рабочего проектирования, подчеркивая при этом неразрывную связь их с другими этапами и необходимость разработки конструкции изделия без отрыва от потребностей, требований производства и эксплуатации.

Сущность изделия определяется номенклатурой различных групп показателей, которые необходимо обеспечить на каждом этапе жизненного цикла. Для характеристики качества изделия одними из важнейших являются показатели назначения и надежности. При этом показатели назначения являются определяющими, а показатели надежности задаются относительно количественных характеристик показателей назначения и их изменения во времени.

При формировании требований, предъявляемых к проектированию изделий, используются следующие показатели качества:

- **функционирования**, характеризующие полезный эффект от использования изделия по назначению и область их применения;
- **надежности**, определяющие свойство изделия сохранять предъявляемые к ним требования назначения во времени;
- **технологичности**, характеризующие эффективность конструкторско-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте изделий;
- **эргономические**, характеризующие систему "человек — изделие — среда" и учитывающие комплекс гигиенических, антропологических, физиологических, психофизиологических и психических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых условиях;
- **эстетические**, характеризующие внешние свойства изделия: выразительность, оригинальность, гармоничность, целостность, соответствующие среде и стилю;
- **стандартизации и унификации**, характеризующие степень использования в изделии стандартизованных узлов и уровень унификации составных частей изделия;
- **патентно-правовые**, отражающие степень патентной защиты конструкторских решений в изделии и ее патентную чистоту;
- **экономические**, характеризующие затраты на разработку, изготовление, эксплуатацию изделия и, как конечный итог, прибыль от производства и эксплуатации изделия.

На процесс формирования любого реального изделия влияют особенности этапов жизненного цикла изделия, начиная с замысла его создания и кончая завершением его эксплуатации. Наиболее существенным здесь является накопление необратимых изменений в изделиях при прохождении этапов, которые оказывают влияние на их свойства. Другими словами, последующие этапы наследуют свойства, привнесенные в изделие на предыдущих этапах.

Поскольку источниками необратимых изменений, влияющих на качество изделий, могут являться неконтролируемые возмущения, обусловленные воздействием различного рода факторов, жизненный цикл описывается как стохастический процесс и представлен в виде обобщенной схемы на рис. 1а. При этом аналитически жизненный цикл можно описать выражением

$$p(a_p, t^*) = B(u, w, t^*) A_u(a_u), \quad (1)$$

где $A_p(a_p, t^*)$ — реальное изделие со своими параметрами $a_p = (a_{p1}, a_{p2}, \dots)$; $B(u, w, t^*)$ — оператор жизненного цикла; $A_u(a_u)$ — идеальное изделие со своим обобщающим показателем параметров назначения согласно замыслу, то есть в данный момент времени t^* , как результат управляющих воздействий u и неконтролируемых возмущений w , накопленных им с момента замысла, то есть разработки технического задания (ТЗ) на создание изделия до рассматриваемого момента t^* ; $a_u = (a_{u1}, a_{u2}, \dots)$.

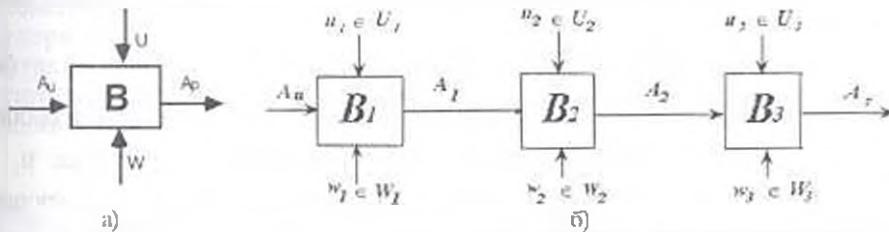


Рис. 1: а - обобщенная схема жизненного цикла изделия; б - структурная схема жизненного цикла изделия

Полезными входами схемы жизненного цикла являются состояние изделия согласно замыслу A_u и управляющие воздействия u . При этом надо различать два вида управляющих воздействий:

- неслучайные, фиксированные;
- случайные, вызванные паразитным входом неконтролируемых возмущений w .

Выходом схемы является реальное изделие, рассматриваемое в момент t^* . Этим моментом для примера могут быть как начало эксплуатации изделия, так и момент списания в связи с истечением срока эксплуатации. Для анализа необратимых изменений, влияющих на качество изделий на этапах жизненного цикла изделия, рассмотрим укрупненную последовательность этапов:

- разработка изделия, включающая, как правило, научно-исследовательскую работу (НИР) и опытно-конструкторскую работу (ОКР);
- производство изделия;
- эксплуатация изделия.

Согласно укрупненной последовательности этапов, оператор жизненного цикла выражения (1) может быть представлен как

$$B(u, w, t^*) = B_1(u_1, w_1)B_2(u_2, w_2)B_3(u_3, w_3), \quad (2)$$

где $B_1(\bullet)$, $B_2(\bullet)$, $B_3(\bullet)$ — соответственно операторы этапов разработки, производства и эксплуатации изделий; u_1, u_2, u_3 — управляющие воздействия на этих этапах; w_1, w_2, w_3 — неконтролируемые возмущения, возникающие в соответствующих этапах; t^* — фиксированный момент времени, отсчитываемый от начала эксплуатации, при котором оценивается полная совокупность необратимых изменений качества.

Тогда состояние изделий по этапам определяется в виде

$$A_1(a_1) = B_1(u_1, w_1)A_u(a_u),$$

$$A_2(a_2) = B_2(u_2, w_2)A_1(a_1), \quad (3)$$

$$A_1(a_1) = B_1(u_1, w_1)A_2(a_2) = A_p(a_p, t^*),$$

где $A_1(a_1)$, $A_2(a_2)$ — состояние изделия со своими объединяющими показателями параметров a_i на выходах этапов разработки и производства соответственно.

Таким образом, структурную схему этапов жизненного цикла изделия можно изобразить согласно схеме, представленной на рис. 16.

Оператор B с учетом этапов жизненного цикла изделия может быть представлен как

$$B(u, w) = B_1(u_1, w_1) \dots B_s(u_s, w_s), \quad (4)$$

где $B_i(u_i, w_i)$, $i = \overline{1, s}$ — оператор этапа жизненного цикла изделия; s — число, соответствующее количеству рассматриваемых этапов; u_i и w_i — управляющие воздействия и неконтролируемые возмущения, имеющие место на i -ом этапе.

При этом $u_i \in U_i$ — множество допустимых и недопустимых управляющих воздействий $u_i = (u_{i1}, \dots, u_{ij})$, $j = \overline{1, s}$ на i -ом этапе. Таким же образом $w_i \in W_i$ — множество возможных неконтролируемых возмущений $w_i = (w_{i0}, w_{i1}, \dots, w_{ij})$, $j = \overline{0, s}$ i -го этапа. Тогда текущее состояние изделия определяется как

$$A_i(a_i) = B_i(u_i, w_i)A_{i-1}(a_{i-1}), \quad i = \overline{1, s}, \quad (5)$$

где $A_i(a_i)$ и $A_{i-1}(a_{i-1})$ — текущие состояния изделия на выходе и входе i -го этапа соответственно; a_i и a_{i-1} — структура и совокупность параметров изделия на выходе и входе i -го этапа соответственно; $a_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}\}$, $j = \overline{1, n}$, где a_{ij} — текущее значение конкретного j -го параметра.

Если рассматривать выражения (5) функционально, то $A_{i-1}(a_{i-1})$ является операндом, $B_i(u_i, w_i)$ — оператором, $A_i(a_i)$ — результатом операции. Учитывая рекуррентность выражения (5), можно написать

$$A_i(a_i) = B_i(u_i, w_i)A_0, \quad i = \overline{1, s}, \quad (6)$$

Причем $A_0 = A_0(a_0) = A_u$ — начальное состояние (идеальное по замыслу); $A_s(a_s) = A_p(a_p)$ — конечное состояние изделия (реальное изделие в момент времени t^*).

Выражения (1)-(6) описывают состояние изделия, как функцию последовательных преобразований на различных этапах жизненного цикла.

Текущее состояние структуры и параметров a_i однозначно связано с управляющими воздействиями u и неконтролируемыми возмущениями w , имеющими место на всех этапах: от 1-го до i -го включительно. В конечном итоге, совокупность управляющих воздействий определяет степень

соответствия a_{ij} с a_{j0} , где a_{j0} — начальное значение определенного j -го параметра. При этом возможно, что $a_{ij} = a_{pi}$, а $a_{j0} = a_{p0}$.

На этапе производства $A_2(a_2)$ решается главная задача материального воплощения разработанного на предшествующих этапах изделия.

Для решения вопросов создания системы управления процессами разработки изделия возникает необходимость формализации процессов изготовления, в частности, морфологического описания изделия как технической подсистемы, состоящей из взаимосвязанных элементов конструкции, представленной в виде графов с конечным множеством упорядоченных связей, задающих логику последовательности функционирования подсистемы. Такая формализация требует описания структуры и конструкторско-технологических свойств изделия, являющихся адекватным отображением нормативно-технической документации.

Представим модель производства в виде $A_i = B(u, w)D$, где A_i — реальное готовое изделие при $i = 0$; B — оператор производства, определяющий совокупность технологических операций в соответствии с принятым технологическим процессом; u, w — соответственно управляющие воздействия и неконтролируемые возмущения на этапе производства; D — полная совокупность комплектующих изделий, материалов, сырья, деталей, узлов, идущих на изготовление изделия.

В свою очередь, оператор B представляется в виде объединения (произведения) операторов:

$$B(u, w) = B_1(u_1, w_1) B_2(u_2, w_2) \dots B_k(u_k, w_k),$$

где B_1 — оператор сборки и изготовления; B_2 — оператор, характеризующий технологические процессы, стабилизирующие функциональные параметры, а с ними и показатели надежности и качества (наработка, регулировка, стабилизация и прочее); B_k — оператор контрольных операций.

Учитывая иерархический характер структуры изделия, как объекта сборки, и представляя D как совокупность $1, \dots, j, \dots, q$ реальных комплектующих изделий, узлов, деталей, материалов соответствующего уровня, заданных на этапе разработки, $D_i = \{A_{p_{i1}}, \dots, A_{p_{ij}}, \dots, A_{p_{iq}}\}$, $i = \overline{0, q}$, получим

$$A_{p_{i-1}} = B_{k(i-1)}(u_{k(i-1)}, w_{k(i-1)}) B_{k(i-1)}(u_{k(i-1)}, w_{k(i-1)}) \left[B_{c(i-1)}(u_{c(i-1)}, w_{c(i-1)}) A_{p_{ij}} \right],$$

где $A_{p_{i-1}}$ — реальное изделие (сборочная единица) $(i-1)$ -го уровня иерархии, учитывая, что готовое изделие соответствует верхнему (нулевому) уровню иерархии; $A_{p_{ij}}$ — реальная j -я единица сборки $(i-1)$ -го уровня.

Синтез функциональной структуры изделия с помощью построения многоуровневой структуры изделия и процесса производства, определяющей функциональные и конструктивные связи между элементами на разных уровнях разбиения, приведен на рис. 2.

Разбиение задачи на части на основе результатов функционального анализа изделия выполняется в два этапа:

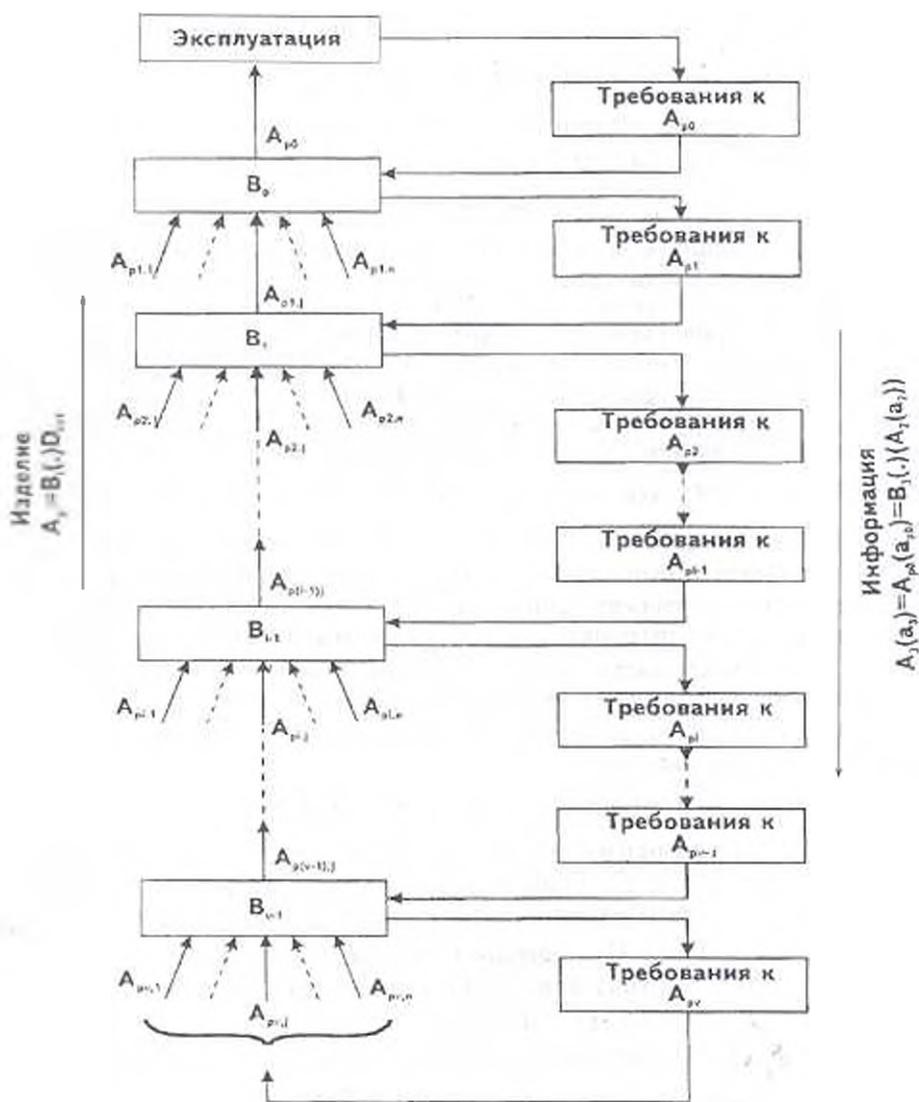


Рис. 2. Структура иерархической системы производства

- 1) выполнение многоуровневой структуры построения объектов проектирования;
- 2) выявление частных задач и их формулировка.

На примере слаботочных электромагнитных реле рассмотрим иерархическую структуру построения изделия, изображенную на рис.3, которая формируется на основе функционально-конструктивных и технологических связей взаимодействия элементов изделия на различных уровнях его разбиения.

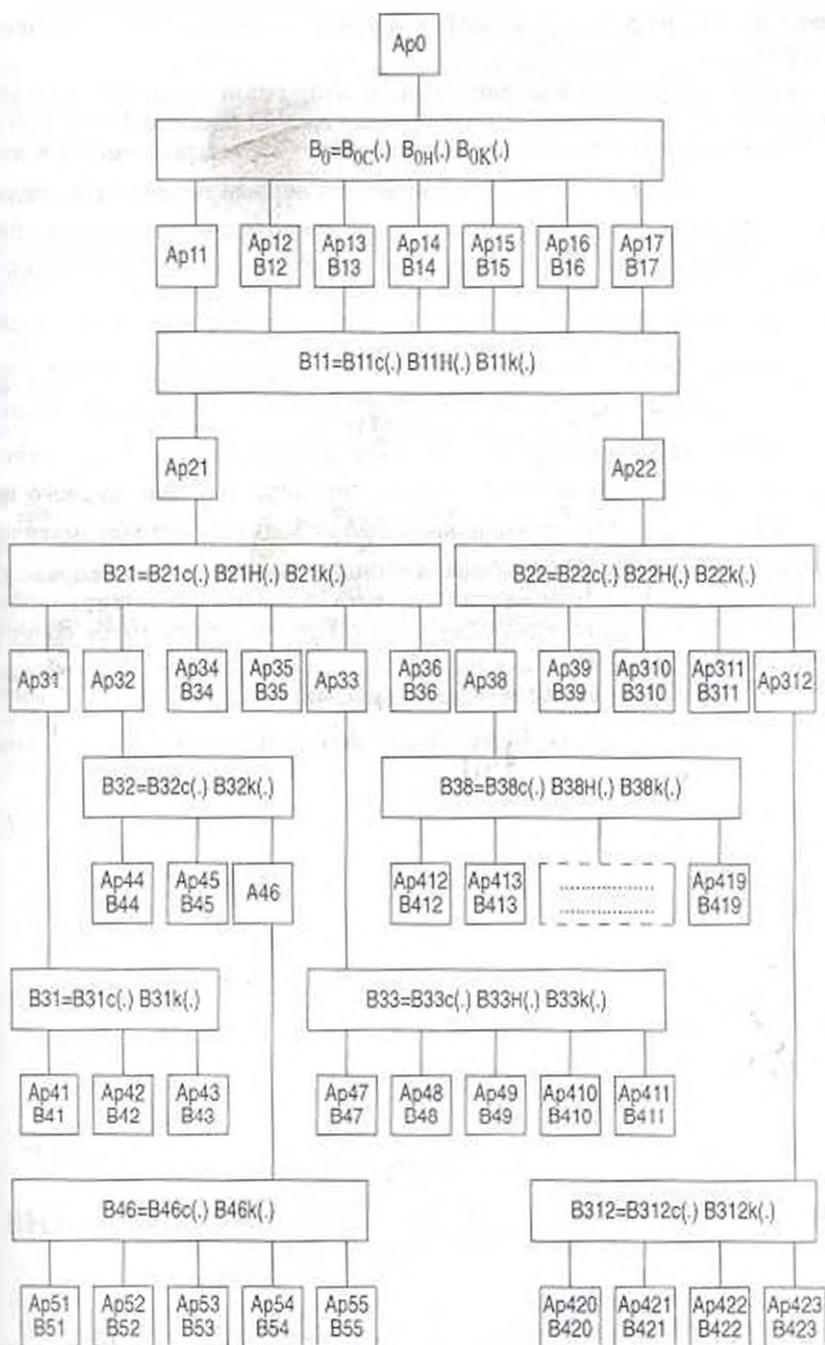


Рис. 3. Иерархическая структура построения электромагнитных реле поворотно-го типа

Введем описание структуры реле, как объекта сборки A_x , на основе графа $G_A(D, S)$, где D — элементарные объекты сборки (ЭОС); S —

ребра (дуги) графа, отражающие реальные связи между элементами конструкции.

Реле как готовое изделие назовем сборочной единицей 1-го уровня сложности. Тогда совокупность сборочных единиц располагается от 0-го до q -го уровня сложности. Введем нумерацию сборочных элементов из двух индексов с учетом иерархии, имея в виду, что первый индекс (i) определяет уровень иерархии, второй (j) - порядковый номер элемента для выделенного уровня иерархии. Для A_{pi} 1-го уровня сложности может быть выделено множество элементов $\{A_{pij}\}$, где $j = \overline{1, n}$, $i = \overline{0, q}$, входящих в состав декомпозиционного множества элементов, определяющих структурный состав элемента A_{pi} , где $i \in J_{ii}(q)$ задает множество индексов, определяющих состав элементов A_{pij} . Тогда описание структуры реле, как объекта сборки, в общем случае можно определять в виде единого графа $G_A = G_{A_0} = G_A(D, S)$, что одновременно можно считать математической моделью структуры реле как объекта сборки и по сути схемой сборки.

Представим процедуру формализации процесса сборки электромагнитного реле поворотного типа РЭС-49 на примере сборочной единицы верхнего уровня.

A_{p0} - готовое реальное изделие (рис. 4а)

	A_{p11}	A_{p12}	A_{p13}	A_{p14}	A_{p15}	A_{p16}	A_{p17}	
$G_{A_{p0}} =$	0	1	1	1	1	1	1	A_{p11}
	1	0	1	1	1	1	1	A_{p12}
	1	1	0	0	0	0	0	A_{p13}
	1	1	0	0	0	0	1	A_{p14}
	1	1	0	0	0	0	0	A_{p15}
	1	1	0	0	0	0	0	A_{p16}
	1	1	0	1	0	0	0	A_{p17}

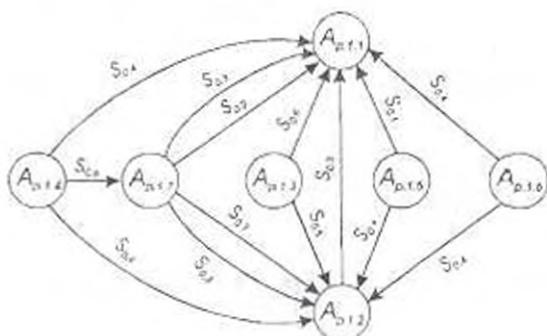


Рис. 4. Матрица и граф процесса сборки реле верхнего уровня

$A_{p0} = B_{0c}(\cdot) \{A_{p11}, A_{p12}, \dots, A_{p17}\} B_{0n}(\cdot) B_{0c}(\cdot)$, где $B_{0c}(\cdot)$, как оператор сборки и изготовления, содержит следующие операции (действия): S_{01} — промывка; S_{02} — лужение; S_{03} — пайка; S_{04} — заполнение очищенным воздухом; S_{05} — маркировка; S_{06} — лакировка, которые одновременно определяются как дуги S графа D_A , $i = 0, n = 7$, отражающие взаимосвязь совокупности элементов $\{A_{p11}, A_{p12}, \dots, A_{p17}\}$, при этом цифра 1 в матрице обозначает наличие, а 0 — отсутствие связей между вершинами графа.

Используя приведенный принцип формализации на примере оператора B , можно провести аналогичную процедуру и получить графы с матрицами процессов стабилизации и контроля (операторы B_{Π} и B).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобровников Г.Н., Клебанов А.И. Прогнозирование в управлении техническим уровнем и качеством продукции. - М.: Из-во стандартов, 1984. - 232с.
2. Вятенберг М.И. Расчет электромагнитных реле. - М.: Энергия, 1975. - 414с.
3. Меткин Н.П., Щеглов В.А. Математические основы технологической подготовки гибких производственных систем. - М.: Из-во стандартов, 1985. - 255с.
4. Ройзен В.З. Электромагнитные малогабаритные реле. Л.: Энергоатомиздат, 1986. - 252с.
5. Рудык А.О., Любинский Д.Л. Технология миниатюрных реле. Л.: Энергоиздат, 1982. - 264с.

ГИУА

27.03.1997

Изв. НАН и ГИУА Армении (сер. ТН), т. L, № 2, 1997, с. 141 -147.

УДК 62-50

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

А.С. ТАДЕВОСЯН

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Արտաքին տնտեսական կապերը կարևոր նշանակություն ունեն «ՏՏ ազգային տնտեսության համակարգի ձևավորման գործում: Այս առումով իրական է դառնում տնտեսության սեփ այդ ենթահամակարգի դինամիկայի և նրա կայունության որոշման համաձայնահարությունը: Առաջարկվում է այդ խնդիրները լուծել համապատասխան տնտեսավիճակագրական ռեգրեսիայի մոդելների և էնթրոպիական մոդելավորման արարատի միջոցով: Բերվում է հստակարևի փաստագրի օրինակ:

Внешнеэкономические связи имеют важное значение в формировании национальной экономической системы в Армении. В связи с этим приобретает